



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

Título de la tesis

**Alternativas de manejo forestal para bosques primarios muy intervenidos:
Estudio de caso en Finca Elia María, Los Chiles, Costa Rica**

por

José Abdiel Pineda Barría

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

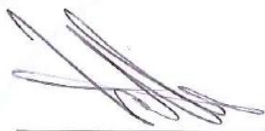
Magister Scientiae en Manejo y Conservación de
Bosques Tropicales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2012

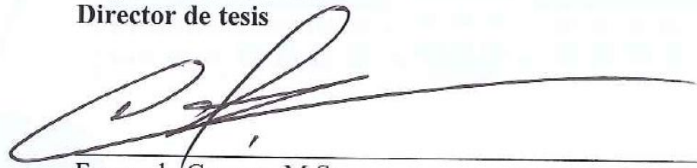
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE
BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

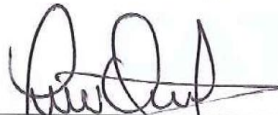
FIRMANTES:



Róger Villalobos, M.Sc.
Director de tesis



Fernando Carrera, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Yadid Ordoñez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado



José Abdiel Pineda Barría
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa Iraida González y a mis hijos José Daniel y Abdiel Alexander, de igual forma a mi madre como una recompensa por estos dos años lejos de ustedes. Todo el esfuerzo, lágrimas y sacrificio tanto mía como de ustedes se resumen en este documento que hoy humildemente les dedico; no sin antes agradecerles por todo el apoyo y ánimo que en todo momento me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la fortaleza y la capacidad necesaria para poder alcanzar el objetivo por el cual llegué a este país.

A la Organización de Estados Americanos (OEA) por el financiamiento de los estudios y por la confianza depositada en mí.

El agradecimiento a mi consejero principal y a cada uno de los miembros del comité asesor por la orientación, paciencia y apoyo recibido en el momento que los necesité, mil gracias.

Un agradecimiento especial a Don David Quirós que sin ser miembro del comité, me brindó su ayuda y cooperación desinteresada. Gracias David por tus consejos y orientaciones en el desarrollo de este trabajo.

El agradecimiento a Marco Vinicio por su cooperación y sus opiniones muy valiosas en los momentos oportunos.

A Maderas Cultivadas mis sinceros agradecimientos por haberme permitido realizar la investigación dentro de su finca y por el apoyo brindado con el personal de campo.

Gracias a los que de una manera u otra aportaron su grano de arena para culminar de manera satisfactoria esta investigación.

BIOGRAFÍA

El autor nació en la comunidad de Querque distrito de Las Palmas, provincia de Veraguas el 13 de diciembre de 1968. Obtuvo la licenciatura en Manejo de Cuencas Hidrográficas y una maestría en Extensión Rural, ambas en la Universidad de Panamá donde en la actualidad labora como docente, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. En enero de 2011 inicia estudios de maestría en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), donde obtuvo el grado académico en diciembre de 2012.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA	V
CONTENIDO	VI
RESUMEN	VIII
SUMMARY	X
ÍNDICE DE CUADROS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Focalización del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos del estudio	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
2. MARCO CONCEPTUAL	5
2.1. Bosque	5
2.1.1. Bosque secundario	6
2.1.2. Bosque primario	7
2.1.3. Bosque primario intervenido y/o aprovechado	7
2.2. Características del bosque secundario que lo diferencian de un bosque primario	8
2.2.1. Estructura horizontal	8
2.2.2. Estructura vertical	8
2.3. Importancia de los bosques secundarios	9
2.4. Manejo de bosques	10
2.4.1. Manejo monocíclico	11
2.4.2. Manejo policíclico	11
2.5. Silvicultura de bosques secundarios	12
2.5.1. Tala rasa	12
2.5.2. Cosecha o aprovechamiento	12
2.5.3. Liberación	12
2.5.4. Refinamiento	13
2.5.5. Tratamiento de mejora	13
2.6. Experiencias en la aplicación de tratamientos silviculturales en bosques naturales	13
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	15
3.1. Ubicación y descripción del sitio de estudio	15
3.2. Metodología	16
3.2.1. Inventario silvicultural	16
3.2.1.1. Índice de valor de importancia	17
3.2.1.2. Estructura horizontal	17

3.2.2. Puntos de observación	17
3.2.3. Muestreo diagnóstico y de remanencia	18
3.2.3.1. Muestreo diagnóstico	19
3.2.3.2. Muestreo de remanencia	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Descripción del bosque según el inventario	22
4.1.1. Estructura horizontal	22
4.1.2. Índice de valor de importancia	25
4.1.3. Definición y caracterización preliminar de estratos	26
4.2. Descripción según puntos de observación	27
4.2.1. Estructura vertical	27
4.2.2. Apertura del dosel	28
4.2.3. Tipos de estratos	29
4.2.3.1. Estrato de bosque secundario (BS)	30
4.2.3.2. Estrato de bosque primario muy intervenido (BPMI)	30
4.2.3.3. Estrato de bosque primario intervenido (BPI)	30
4.3. Caracterización de los estratos identificados	33
4.3.1. Estructura horizontal	33
4.3.2. Composición florística	36
4.4. Muestreo diagnóstico y prescripciones silviculturales	38
4.4.1. Estrato de bosque secundario (BS)	38
4.4.1.1. Prescripción silvicultural para el estrato BS	40
4.4.2. Estrato de bosque primario muy intervenido (BPMI)	42
4.4.2.1. Prescripción silvicultural para el estrato BPMI	46
4.4.3. Estrato de bosque primario intervenido (BPI)	48
4.4.3.1. Prescripción silvicultural para el estrato BPI	51
5. MONITOREO SILVICULTURAL	53
5.1. Qué es el monitoreo y su importancia	53
5.2. Indicadores a muestrear	54
5.3. Umbrales y activadores de cambio	55
5.4. Costos de monitoreo	56
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
6.1. Conclusiones	58
6.2. Recomendaciones	59
7. BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en finca Elia María de propiedad de Reforestación Industrial Los Nacientes, en el cantón de Los Chiles zona norte de Costa Rica. El bosque en esta finca ha sufrido intervenciones severas incluidas la extracción de madera no planificada y carente de medidas de mitigación, de modo que su apariencia en muchos sectores es la de un bosque secundario; situación muy común en muchos bosques de la región para los cuales no son aplicables criterios de manejo propios de un bosque primario. Para efectos de planificar el manejo y posible aprovechamiento a futuro de este bosque, se definieron criterios para la identificación de tipos de estrato, la determinación de prescripciones silvícolas por cada tipo de estrato y el planteamiento de estrategias de monitoreo para las prescripciones silvícolas.

Con base en el inventario silvicultural se determinó en forma preliminar la existencia de cuatro tipos de bosques mediante el análisis de conglomerados, aunque cabe destacar que la prueba de Kruskal Wallis, aplicada por clase diamétrica a las variables área basal y número de individuos por hectárea, no mostró diferencias estadísticas significativas. Se definió que se estaba ante un solo tipo de bosque pero con distintos niveles de intervención.

Mediante la estimación de parámetros de altura y apertura del dosel, así como apreciación visual se definieron tres estratos: Bosque Secundario (BS), Bosque Primario muy Intervenido (BPMI) y Bosque Primario Intervenido (BPI); para diferenciar los distintos niveles de intervención y vegetación predominante en cada uno de ellos, lo que fue confirmado mediante un proceso de análisis y comparación con los datos del muestreo silvicultural. Para cada estrato identificado se definieron prescripciones silvícolas a partir de la información generada con el muestreo diagnóstico y los muestreos de remanencia y silvicultural. Para el estrato BS, la principal opción de manejo propuesta es no aplicar ningún tratamiento, dado el alto porcentaje de regeneración de especies comerciales, no obstante se podría aplicar un tratamiento de enriquecimiento y de liberación en sitios abiertos muy puntuales.

Para el estrato BPMI la prescripción silvicultural que se consideró viable fue el tratamiento de saneamiento y refinamiento muy puntual en aquellos sitios donde se evidenciara competencia en detrimento de árboles comerciales en condición de fustales, latizales y brinzales. Con el saneamiento se eliminarían árboles sobre maduros, enfermos y torcidos en su fuste; mientras que con el refinamiento se eliminarían los árboles comerciales y no comerciales que estuviesen compitiendo con los DS. En el caso del estrato BPI, la prescripción planteada fue de un aprovechamiento de árboles mayores o igual a 60 cm de dap. En caso de no poder hacer el aprovechamiento, se propuso la opción de hacer saneamiento y refinamiento similar al estrato BPMI.

Para las acciones de monitoreo estamos proponiendo la utilización del protocolo elaborado por el Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA) en unión con la Universidad Estatal de Oregon (OSU) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Este protocolo está basado en el monitoreo de indicadores de filtro grueso como densidad, área basal, apertura y altura del dosel por ser características bien definidas en cualquier bosque, están relacionadas directamente con las operaciones de manejo y son un indicativo de la calidad de hábitat de otras especies. En esta investigación se plantea el monitoreo sólo con los indicadores de densidad y área basal por ser de fácil medición y se tiene la información base del inventario, que permitió determinar los umbrales de cambio.

SUMMARY

This research was conducted in the Maria Elia estate owned by The Rising Industrial Reforestation, in the canton of Los Chiles, northern Costa Rica. The forest in this farm suffered severe interventions including unplanned logging and lack of mitigation measures, so that its appearance in many sectors is that of a secondary forest, a situation common in many forests within the region for which the criteria's of primary forest do not apply. For the purposes of management planning and possible future exploitation of this forest, criteria for identifying types of strata were defined, determining silvicultural prescriptions for each layer type and the establishment of monitoring strategies for the silvicultural prescriptions.

Based on the silvicultural inventory, through a preliminary cluster analysis it was determined that there are four types of forests, although it is noteworthy that the Kruskal Wallis test, applied to diameter class to the variables basal area and number of individuals per hectare, found no statistically significant differences. It was defined that the present was a single forest type but with different levels of intervention.

Three strata (secondary forest, very disturbed primary forest and primary forest disturbed) were defined by estimating parameters of height and canopy openness as well as visual assessment, to differentiate the different levels of intervention and dominant vegetation in each of them, which was confirmed by a process of analysis and comparison of the silvicultural sampling data. For each stratum defined, silvicultural requirements were identified from the information generated from the diagnostic sample and remanence of silvicultural samplings. For stratum secondary forest, the main management option is to not apply any treatment, given the high rate of regeneration of commercial species, however one could apply an enrichment treatment and release in open punctual sites.

For stratum very disturbed primary forest the silvicultural prescription which was considered feasible for very specific treatment, were sanitation and refinement, in places where competition was evident and detrimental to commercial trees in upper-stem condition, saplings and seedlings. With sanitation, mature trees and trees unhealthy and twisted in trunk were removed, while refinement eliminated commercial and noncommercial trees that were competing with the DS. In the case of stratum primary forest disturbed, the prescription was to extract trees for use with $dbh \geq 60$ cm. In the case where extraction could not be done the option of sanitation and refinement were done similar to stratum very disturbed primary forest. For monitoring actions we are proposing the use of the protocol developed by The Regional Environmental Program for Central América in conjunction with the Oregon State University (OSU) and the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). This protocol is based on the monitoring of coarse filter indicators such as density, basal area, canopy height and opening as being well defined characteristics in any forest, directly related to management operations and are indicative of the quality of habitat for other species. In this research only the monitoring of density and basal area as indicators are being recommended

because they are easily measured and have the basis of inventory information that allowed us to determine their threshold of change.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	22
Cuadro 2. Abundancia (A), dominancia (D), frecuencia (F) e índice de valor de importancia (IVI) de las principales quince especies con dap mayor o igual a 10 cm en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	25
Cuadro 3. Análisis multivariado basado en disimilitudes, aplicado a los estratos identificados en finca Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	31
Cuadro 4. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea, por cada estrato identificado en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	33
Cuadro 5. Abundancia (A), dominancia (D), e índice de valor de importancia simplificado (IVIs) de las principales diez especies por estrato en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	36
Cuadro 6. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BS.	38
Cuadro 7. Grado de infestación de lianas en el estrato BS.	39
Cuadro 8. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BS.	39
Cuadro 9. Distribución diamétrica del área basal de los árboles remanentes por especie en el estrato BS.	40
Cuadro 10. Distribución de árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BS.	40
Cuadro 11. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BPMI.	43
Cuadro 12. Grado de infestación de lianas en el estrato BPMI.	43
Cuadro 13. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BPMI.	44
Cuadro 14. Distribución diamétrica del área basal de árboles remanentes por especie en el estrato BPMI.	45
Cuadro 15. Distribución de los árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BPMI.	46

Cuadro 16. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BPI.	48
Cuadro 17. Grado de infestación de lianas en el estrato BPI.	49
Cuadro 18. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BPI.	49
Cuadro 19. Distribución diamétrica del área basal de árboles remanentes por especie en el estrato BPI.	50
Cuadro 20. Distribución de los árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BPI.	50
Cuadro 21. Área basal y volumen comercial remanente en el estrato BPI.	52
Cuadro 22. Umbrales de cambio definidos por estrato e indicador en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de muestreo para el inventario silvicultural.	16
Figura 2. Distribución en campo de las parcelas de muestreo diagnóstico.	20
Figura 3. Distribución del número de árboles totales por clase diamétrica en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	23
Figura 4. Distribución del área basal por clase diamétrica en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	23
Figura 5. Aprovechamiento ilegal (a) y deterioro por efecto de quemas (b) en bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	24
Figura 6. Análisis de conglomerado en base a la composición florística de 67 parcelas de 0.3 ha y el IVIs, para árboles con $dap \geq 10$ cm en el Bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	26
Figura 7. Altura del dosel por estrato en el bosque Elia María Los Chiles, Costa Rica.	28
Figura 8. Apertura del dosel por estrato en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	29
Figura 9. Mapeo de puntos y definición de estratos en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	32
Figura 10. Distribución por hectárea del número de árboles (fig. 10 a) y del área basal (fig.10 b) por clase diamétrica en los tres estratos identificados en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.	34
Figura 11. Distribución del número de especies por estrato y clase diamétrica en el bosque Elia María, Los Chiles Costa Rica.	35
Figura 12. Curvas de acumulación de especies por estrato identificado en el bosque Elia María, Los Chiles Costa Rica.	37

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AFC:	Árbol de futura cosecha
AIR:	Aprovechamiento de impacto reducido
BS:	Bosque secundario
BPMI:	Bosque primario muy intervenido
BPI:	Bosque primario intervenido
CCT:	Centro Científico Tropical
CNSF:	Comisión Nacional de Sostenibilidad Forestal
dap:	diámetro a la altura del pecho
DS:	Deseable sobresaliente
FRA:	Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales
IVI:	Índice de valor de importancia
IVIs:	Índice de valor de importancia simplificado
MD:	Muestreo diagnóstico
MINAET:	Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones
PNMB:	Productos no maderables del bosque
SAF:	Sistemas agroforestales
SINAC:	Sistema Nacional de Áreas de conservación
SIREFOR:	Sistema de información de los recursos forestales

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Un informe de la FAO (2010) sobre los Recursos Forestales Mundiales (FRA), señala que el área total de bosque se estima en algo más de 4000 millones de hectáreas lo que corresponde a un 31% de la superficie total de tierra. El informe presenta una clasificación general de los bosques: Bosque primario 36%, bosques regenerados naturalmente 57% y bosques plantados 7%.

Aunque de acuerdo a la clasificación antes mencionada pareciera que los bosques secundarios estarían en la categoría de bosques regenerados naturalmente, su diferenciación no está claramente definida. Esta situación puede enmascarar los beneficios que aportan los bosques secundarios al desarrollo económico de los países.

El mismo informe señala una disminución en la deforestación de unos 16 millones ha/año en la década de los 90, a aproximadamente 13 millones ha/año en el último decenio (2000 a 2010). Sin embargo, paralelo a esta disminución de la deforestación neta global las pérdidas de bosques siguieron dándose en países y áreas de las regiones tropicales, como ocurre en América Central. Ante tendencias como las mencionadas, puede que en muchas regiones se estén incrementando las áreas de bosque secundario, pero no siempre se cuenta con información precisa al respecto.

A nivel regional, según informe de FAO (2011) para el 2010 casi el 49 % de la superficie de América Latina estaba cubierta de bosques, siendo Brasil el país con mayor cobertura de bosque tropical seguido por Perú, Colombia, Bolivia y Venezuela. Sin embargo, el mismo informe reitera que la pérdida de bosque se ha mantenido especialmente en América Central y América del Sur, siendo la principal causa la conversión de tierras forestales a la agricultura y la urbanización.

En el marco local, un informe realizado por CCT y EOSL (2002) estimó que la cobertura forestal de Costa Rica para 2000 fue de 45.4 % y sumándole las zonas de manglares y plantaciones forestales, llegaría a 46.3 %.

FAO (2010) señala a Costa Rica como el único país de Centroamérica que ha aumentado su cobertura boscosa, de 2.376 millones de ha en el 2000 a 2.605 millones de ha en el 2010, probablemente por el desarrollo de programas de incentivo al sector.

En la investigación realizada por Ortiz (1996) en la Región Huetar Norte, se llegó a la conclusión que la crisis ganadera de los años ochenta propiciada por el cambio en las políticas crediticias provocó que los ganaderos abandonaran las zonas dedicadas a la ganadería por la baja rentabilidad. El abandono de estas áreas de pasto, provocó el incremento de bosques regenerados de forma natural o bosque secundario. Esta afirmación también es compartida por Rojas *et al.* (2004) cuando afirman que la presencia y aumento de la superficie de bosque secundario se debe principalmente a la crisis económica del sector ganadero en la década de los años 60, que provocó el abandono de tierras que hasta entonces eran utilizadas en la ganadería.

La caracterización de bosques secundarios realizada en la Región Chorotega y Huetar Norte mostró que cerca de la tercera parte de los bosques secundarios son menores a los treinta años de edad, lo que refuerza la hipótesis de que los bosques secundarios de hoy son, en su mayoría, el resultado del abandono de pastizales debido a la crisis ganadera de los años 70 y 80 (Berti 2001).

Se concluye de las afirmaciones de Ortiz (1996), Berti (2001) y Rojas *et al.* (2004) que gran parte de los bosques secundarios actuales y que contribuyen a que Costa Rica se proyecte como un país que ha incrementado su cobertura boscosa en los últimos años; tienen su origen en el abandono de pastizales y no precisamente por una recuperación planificada. Por esto resulta fundamental buscar alternativas que hagan de estos bosques un sistema productivo que justifique su mantenimiento por parte de los propietarios, que de lo contrario se verán tentados de deforestar estas áreas conforme surjan nuevas posibilidades productivas para sus tierras.

La Finca Elia María, donde se ubica esta investigación, se localiza en Los Chiles zona norte de Costa Rica; es propiedad de Reforestación Industrial Los Nacientes, tiene una superficie legal total de 1099.2 ha; de las cuales el 35% (387 ha) están bajo reforestación con la especie *Gmelina arborea* y el 65% (712.2 ha) restante está bajo cobertura boscosa. Esta cobertura boscosa se caracteriza por una vegetación secundaria en sucesión avanzada en algunas partes, en otras la vegetación es muy abierta con amplios claros donde predominan heliófitas de rápido crecimiento. Parte de la zona podría considerarse como bosque primario altamente intervenido. A esta superficie (712.2 ha) se le hará una propuesta de manejo para su aprovechamiento forestal a futuro, y de evaluación del mismo, que permita hacer de esta finca una iniciativa piloto, demostrativa y de aprendizaje, acompañada de un sistema de evaluación permanente que genere información para la toma de decisiones sobre otros bosques en condiciones similares.

1.2. Focalización del problema:

En términos generales la pérdida de bosques es un problema mundial por los productos y servicios ecosistémicos que se dejan de percibir; aún cuando las cifras divulgadas por FAO (2011) reflejen una disminución de la deforestación en los últimos años.

El problema focal de la deforestación en un país como Costa Rica, desde el punto de vista económico-productivo es, que además de los servicios ecosistémicos, cada vez más reconocidos por la sociedad, la pérdida de bosque conlleva la escasez de materia prima (madera), para abastecer a la industria maderera ya establecida en el país. De acuerdo con Arce y Barrantes (2006), en Costa Rica se evidencia una marcada disminución en la reforestación; pues hasta mediados de los noventa se reforestaban cerca de 9,000 hectáreas anuales y en los últimos tres años se ha reforestado menos de 3,000 ha por año. Esta situación en nada garantiza la sostenibilidad de la industria, ni tampoco hace atractivas las inversiones en esta actividad ni en las etapas subsiguientes relativas a la industrialización.

Los mismos autores estimaron que a partir del 2010 el déficit de madera llegaría a ser de 850,000 m³/año, debido a tres razones principales: el desabastecimiento de madera de las

plantaciones forestales, las restricciones a la cosecha de árboles en sistemas agropecuarios y los desincentivos al manejo forestal y a la reforestación.

Ante el inminente déficit de madera en el país, dadas la disminución del establecimiento de plantaciones forestales y el aumento paralelo de la demanda de materia prima en los últimos seis años (Arce y Barrantes 2006); los bosques naturales secundarios podrían ser las fuentes primarias para suplir esa demanda de materia prima ya que los bosques primarios son pocos y están bajo la modalidad de protección. Esta situación se constituiría en un problema si no se desarrolla una estrategia de aprovechamiento sostenible para este tipo de bosques.

La situación planteada, así como la necesidad que comparten varios propietarios de tierras con bosques secundarios o bosques degradados, por obtener algún beneficio financiero de los mismos, en un contexto donde la ley impide el cambio de uso de suelo, motivó el interés de la empresa Maderas Cultivadas, por buscar alianzas estratégicas con instituciones vinculadas al sector con la finalidad de generar la información técnica necesaria que permita tomar la mejor decisión de manejo sostenible de 712.2 ha de un bosque, cuya clasificación podría ser bosque secundario o primario muy degradado, y que en la actualidad no está siendo aprovechado de ninguna forma.

1.3. Justificación

Existen grandes discrepancias con respecto a la posibilidad de hacer aprovechamiento sostenible del bosque natural ya sea primario o secundario. Budowski (2000), plantea la necesidad de reforzar el conocimiento en materia del manejo de bosque secundario, y de explorar las medidas más convenientes de manejo silvicultural según la edad y la composición florística del bosque.

Quesada (2000) citado por la Organización para Estudios Tropicales (OET) 2008, coincide con Budowski en que el reforzamiento del conocimiento en manejo de bosque secundario debe estar orientado en: evaluación, muestreo, diagnóstico, toma de decisiones, aplicación de tratamientos silviculturales, aprovechamiento, liberación, refinamiento, cortas de regeneración y corta de bejucos.

Desde la perspectiva económica, la industria maderera de Costa Rica requiere materia prima nacional para responder a las exigencias del mercado actual. De acuerdo a datos estadísticos de la Oficina Nacional Forestal (ONF), de un total de 6440.708 m³ de madera rolliza cosechada en el período de 1998 al 2005; el 9.6% corresponde a bosques naturales, el 48 % proviene de terrenos de uso agropecuario y el 42.4 % resultó de plantaciones forestales (Arce y Barrantes 2006).

De acuerdo al Censo Nacional de la Industria Forestal de Costa Rica (2011), la industria del aserrío primario se nutre en un 68% de madera proveniente de plantaciones forestales, el 15% proviene de potreros incluyendo los Sistemas Agroforestales (SAF), el 9% proviene de plantaciones o SAF, el 7% proviene de potreros o bosques y el 1% sólo de bosques. El Laurel (*Cordia alliodora*), Cedro (*Cedrela sp.*), Pochote (*Bombacopsis quinata*) y Pílon (*Hyeronima alchornoides*) figuran como las especies de bosque natural de mayor consumo en la industria de aserrío del país.

Del 45.4% de cobertura forestal (2.315.400 ha) que para el 2002 tenía Costa Rica, si se le resta toda la superficie destinada a protección (parques nacionales, reservas biológicas, áreas protegidas etc.); sólo quedan disponibles 533 mil hectáreas con potencial para la producción sostenible de madera y servicios ambientales. De acuerdo a la proyección realizada por Arce y Barrantes (2006), el consumo de madera podría aumentar en los últimos seis años desde 1.109.859 m³ en el 2005 hasta 1.225.374 m³ en el 2010. Contrario a la producción, que en el mismo período se proyecta una disminución de 1.018.569 m³ a 381.709 m³.

Desde el punto de vista social, uno de los aspectos más sobresalientes del sector forestal, es su aporte a la generación de empleo especialmente en las zonas rurales marginales del país, sobretodo porque la materia prima que se genera está siendo procesada en las áreas cercanas a las plantaciones. Se estima que el 80% de la inversión en plantaciones forestales, corresponde a empleo. Cada hectárea cosechada genera durante su ciclo productivo aproximadamente 300 jornales; esto sin considerar los empleos indirectos. Sin duda, es un impacto positivo directamente sobre la calidad de vida de los habitantes de las regiones más pobres de Costa Rica (Arce y Barrantes 2004).

Las plantaciones forestales agregan valor y contribuyen a aumentar el producto interno bruto del país. Un estudio de FAO (2005) mostró que la contribución del sector forestal costarricense al PIB supera el 5%, en comparación con la cifra del 1% históricamente notificada, si se incluyen en estas sumas todos los bienes y servicios producidos a lo largo de toda la cadena forestal productiva.

Se considera además, que solo por empleo cada hectárea reforestada contribuye con cerca de ¢ 1,867,500 de valor agregado, considerando que el empleo representa un tercio del total, se estima en ¢ 5,602,500, el valor agregado a la economía nacional por cada hectárea cosechada. En el 2001, el uso de la madera aportó a la economía rural aproximadamente \$47 millones (Arce y Barrantes 2004). Estos mismos autores consideran necesario reactivar la producción local de madera, pues de no hacerlo, en un futuro cercano el mercado nacional dependerá principalmente de las importaciones, lo cual es preocupante, ya que la madera es un producto natural que puede ser producido en el país, mientras se genera empleo y desarrollo en zonas rurales y se evita la fuga de divisas.

Finalmente, la justificación de la investigación se fundamenta en tres aspectos principales: la creciente necesidad de materia prima para la industria maderera de este país y en especial de la empresa Maderas Cultivadas, por el impacto económico y social positivo que genera la actividad y la necesidad de generar información técnica que apoye la toma de decisiones respecto al manejo de bosque. Es por ello que consideramos que la Finca Elía María, además de cumplir una función productiva, al mismo tiempo podría ser un punto de generación de conocimientos sobre manejo de bosques secundarios o primarios deteriorados.

1.4. Objetivos del estudio

1.4.1. Objetivo general

- Identificar criterios generales para el manejo y monitoreo de bosques primarios muy perturbados a partir de un estudio de caso en la Finca Elía María, Costa Rica.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los diferentes estratos a partir de la estructura y composición del bosque en estudio.
- Definir criterios que permitan plantear prescripciones silvícolas para los estratos identificados.
- Diseñar un sistema de monitoreo y evaluación silvicultural de las opciones de manejo seleccionadas.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Bosque

El concepto de bosque publicado por FAO en el documento Situación de los Bosques del Mundo (FRA 2010) es un tanto amplio, pues habla de una masa forestal natural o de plantación forestal con una cubierta de copa de más de 10% de la zona y una superficie superior a 0.5ha, cuyos árboles deberían alcanzar una altura mínima de cinco metros.

Lamprecht (1990) considera que las grandes diferencias en cuanto a clima y suelos originan una multitud extraordinaria de tipos de bosques con características muy particulares respecto a su composición, estructura y valor económico. Esta aseveración indica que una definición de “bosque” estaría influenciada por las características muy particulares de cada zona o región.

En Costa Rica la Ley Forestal N° 7575, define bosque como *“un ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del 70% de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetros medido a la altura del pecho (dap)”*.

Dependiendo del grado o nivel de intervención (antrópica o por fenómenos naturales) ocasionados al bosque, se han generado algunas clasificaciones o categorías que van desde bosques primarios no intervenidos, intervenidos hasta bosques secundarios tal es el caso de la clasificación de bosques de la OIMT 2002.

2.1.1. Bosque Secundario

No existe una definición unificada o universal sobre bosque secundario debido a la diversidad de criterios técnicos aplicados en los diferentes países. En este sentido el presente trabajo estará enmarcado en la definición propuesta por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica (MINAET), entidad rectora de los recursos naturales de este país.

Según MINAE (1998), un bosque secundario lo constituye una “*vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolla una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura del pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de cortas de regeneración*”. Esta definición está contemplada en el Decreto Ejecutivo N° 27388- MINAE, y fue publicado en "La Gaceta Oficial" N° 212 del 2 de noviembre de 1998.

En Nicaragua, el Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales (MARENA 2003) entidad responsable del manejo de los recursos naturales de ese país considera que un *bosque secundario es aquel producido por sucesión desarrollado sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas*. Una definición fundamentada en la ley N° 462 de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal, aprobada mediante decreto N° 73-2003 y publicada en gaceta oficial N° 208 del 3 de noviembre de 2003.

De acuerdo a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), se generó para Panamá una clasificación de bosque secundario maduro y bosque secundario intervenido. Como bosque secundario maduro se define como aquella formación natural cerrada que se encuentra en estado de sucesión secundaria, producto de la remoción completa o parcial de la vegetación primaria, debido a causas antropogénicas o naturales. Estos bosques genéricamente comprenden diferentes etapas de sucesión vegetal que van desde formaciones tempranas, hasta bosques secundarios tardíos. Como bosque intervenido y/o secundario lo definen como aquellos con más del 60% de su cobertura alterada o intervenida por la acción humana u otras causas (FAO 2005).

Para COSEFORMA (1998) un bosque secundario es aquella vegetación que se ha originado después que el bosque original fue eliminado por actividades humanas. En Costa Rica se refiere a tierras que han sido abandonadas, después de haber sido utilizadas para la agricultura y la ganadería. De acuerdo a esta entidad, este tipo de bosques pasa por varias etapas sucesionales a lo largo de los años.

Ford-Robertson (1971) citado por Wadsworth (2000) define al bosque secundario como el crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica del bosque previo.

Para la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT 2002), un bosque secundario se define como vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la

cobertura boscosa original fue en su mayor parte desmontada (con menos del 10% de la cobertura boscosa original). Los bosques secundarios por lo general se desarrollan naturalmente en tierras abandonadas después de cultivos migratorios, el asentamiento de la agricultura o pastizales, o después del fracaso de plantaciones de árboles.

Chokkalingam *et al.* (2001) definen bosque secundario como regeneración principalmente a través de procesos naturales después de una alteración humana y/o natural significativa de la vegetación forestal original en una sola vez o durante un período de tiempo prolongado, y que exhibe cambios importantes en su estructura y en la composición de especies del dosel superior.

Aunque existan diferencias de criterio entre países, instituciones e investigadores referentes a bosque secundario, lo que sí parece ser de común acuerdo es que son ecosistemas que se caracterizan por tener un cierto nivel de perturbación natural o de origen antropogénica.

2.1.2. Bosque Primario

Para PNUMA (2001) un bosque primario es aquel que jamás ha sido alterado directamente por el hombre y se ha desarrollado después de alteraciones y a través de procesos naturales, cualquiera sea su edad. Incluye los bosques utilizados por los pueblos indígenas y las comunidades locales con estilos de vida tradicionales.

Para FAO (1998) es un bosque con una dinámica de composición y estructura natural de especies cuya superficie es suficientemente extensa para mantener sus características naturales y donde no se han registrado intervenciones humanas, o si la hubo fue en un período de tiempo suficientemente largo para permitir su restablecimiento.

La OIMT (2002) define bosque primario como aquel que nunca ha sido alterado por el hombre o que ha sido tan poco afectado por la caza, la recolección de productos y la tala de árboles, que su estructura, sus funciones y su dinámica natural no ha sufrido cambios que excedan la capacidad elástica del ecosistema.

2.1.3. Bosque primario intervenido y/o aprovechado

La OIMT (2002) también reconoce otra categoría de bosque primario y lo llama *bosque natural modificado*; refiriéndose a un bosque primario intervenido, manejado o explotado para la producción de madera y/o productos forestales no maderables (PNMB), fauna silvestre u otros fines. Cuanto más intensivo sea su uso, mayor es la alteración de la estructura y composición del bosque primario.

Para Costa Rica, el bosque primario intervenido presenta las mismas características del bosque natural no intervenido, pero con pequeños espacios abiertos donde se realizan actividades vinculadas a la agricultura y ganadería de subsistencia así como la agroforestería, entre otros; siendo estas las primeras manifestaciones de intervención y deterioro del bosque (FRA 2010).

Según la Ley Forestal de Costa Rica N°7575 de 1996, los bosques pueden ser aprovechados sólo si cuentan con un plan de manejo que contenga el impacto que pueda ocasionar sobre el ambiente. En esa misma dirección, el Decreto Ejecutivo N°34559-MINAE de 2008 establece que el aprovechamiento de bosques debe cumplir con los Criterios e Indicadores, con el Código de Prácticas y el Manual de Procedimientos; los cuales forman parte fundamental de

los Estándares de Sostenibilidad para el manejo de los Bosques Naturales (MINAET, SINAC, CNSF 2008).

2.2. Características del bosque secundario que lo diferencian de un bosque primario

Wadsworth (2000) considera que la estructura del bosque húmedo tropical tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida.

Se ha determinado dos tipos de estructura:

2.2.1. Estructura horizontal

Louman *et al.* (2001) dice que la estructura horizontal de un bosque es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta, esto se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Hawley y Smith (1972) citado por Louman *et al.* (2001), consideran la definición de dos estructuras principales: Las coetáneas, en cuyo caso la mayor parte de los individuos de una o varias especies, tienen una misma edad o tamaño; representándose como una curva en forma de campana. La estructura discetánea se caracteriza porque los individuos del bosque, su crecimiento está distribuido en varias clases de tamaño; lo que se representa como una distribución tipo jota invertida.

Los bosques secundarios jóvenes responden con frecuencia a estructuras coetáneas, mientras que los bosques primarios (intervenidos y no intervenidos) y los secundarios maduros presentan estructuras discetáneas.

2.2.2. Estructura vertical

Responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el microambiente permiten que especies con diferentes requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades (Louman *et al.* 2001).

Murphy y Lugo (1986) citados por Wadsworth (2000), consideran que la estructura vertical de un bosque está muy relacionada con la altura del dosel, lo que define los distintos estratos del bosque.

En un estudio de caso en Buenos Aires Argentina, Departamento del Cauca en Colombia, García, *et al.* (2010) analizaron la estructura y diversidad florística de dos bosques naturales. En ambos bosques se definieron cuatro estratos diferenciados como alto, medio, bajo y arbustivo, en función de la distribución altimétrica. El estrato alto lo constituían árboles mayores a 24 metros, el estrato medio árboles entre 16 y 24 metros, el estrato bajo árboles entre 8 y 16 metros y el estrato arbustivo determinado por arbustos hasta 8 metros de altura.

En bosques secundarios la estructura en términos de biomasa por unidad de flujo de energía es menor, tienen mayor uniformidad del dosel superior, su estratificación es menos organizada con un estrato inferior mucho más denso y tienen menor producción de materia orgánica (Budowski 1970 y Odum 1969 citados por Wadsworth (2000).

El área basal como otra característica estructural del bosque y su distribución por clase diamétrica, pueden reflejar el grado de intervención que ha ocurrido en un bosque. Finegan y

Sabogal (1988) y Hartshorn (1983) citados por Louman *et al.* (2001) encontraron en bosques de Costa Rica, área basal entre 24 y 32 m²/ha midiendo los árboles con dap > 10 cm. Baur (1964) citado por Wadsworth (2000), considera que el área basal en bosques tropicales húmedos varía entre 35 y 45 m²/ha, medidos los árboles con dap de 10 cm o más.

2.3. Importancia de los bosques secundarios

De acuerdo al informe de la FAO (2010), los bosques primarios representan el 36% del área de bosques, pero han disminuido en más de 40 millones de hectáreas desde el año 2000. Esto supone que habrá una mayor presión sobre los recursos que ofrecen los bosques secundarios tal como madera para aserrío, leña, postes, madera rolliza para la construcción y PNMB. Obando (2009) señala en el XVI informe del Estado de la Nación que a pesar de que en Costa Rica se está recuperando cobertura (la deforestación neta es negativa), se sigue perdiendo bosque natural. Indica que durante el quinquenio 2000-2005, en el país se perdieron entre 144,398 y 224,406 ha y se regeneraron entre 207,983 y 288,886 ha, lo que implica un balance positivo de recuperación de cobertura boscosa entre 63,585 y 64,479 ha. De las hectáreas perdidas, un 42% corresponde a regeneración temprana, un 32% son regeneración media y el restante 27% a bosques de viejo crecimiento. En otras palabras, se pierden muchos bosques secundarios.

En Costa Rica y el resto de países de Centroamérica, los bosques secundarios representan un enorme potencial para el desarrollo del sector forestal. Este potencial se deriva no solo de su abundancia con respecto a otros ecosistemas forestales, sino también como proveedor de bienes y servicios ambientales (Berti 2001).

El 32% de la materia prima que entra al proceso de aserrío en Costa Rica proviene de bosques secundarios de la región Chorotega y el 13% de la región Huetar Norte. De la materia prima procedente de los bosques secundarios Chorotega, el 74% se utiliza en la construcción, el 44% para la fabricación de muebles y el 22% para la elaboración de artesanías. En el caso de los bosques secundarios Huetar Norte los porcentajes de usos son 75%, 25% y 34% respectivamente. Esto demuestra el potencial de los bosques secundarios para proporcionar materia prima a la industria maderera (Berti 2001).

Muchos aprovechamientos forestales ocurren actualmente en los bosques secundarios. Frecuentemente estos bosques se encuentran cerca de poblaciones y sirven a los habitantes locales para satisfacer diferentes necesidades; a menudo son objeto de una utilización forestal y agrícola múltiple, por lo general no regulada. (Melgar 2001). Este mismo autor categoriza la importancia de los bosques secundarios en tres usos fundamentales, a partir de su experiencia en El Salvador:

- 1- La utilización de madera para fines energéticos (leña y carbón): La leña es la fuente energética más importante en los países en desarrollo, y en la actualidad se obtiene de los remanentes de los bosques secundarios, ya sea que se utilice madera muerta o se proceda a talar madera en pie.

- 2- La utilización de áreas de bosque secundario como barbecho forestal en el marco de la agricultura migratoria: Se trata del barbecho forestal, pastoreo en el bosque y cultivo de plantas anuales o perennes dentro del bosque. El aprovechamiento agropecuario y forestal sirve principalmente para el auto consumo.
- 3- La obtención de productos no maderables del bosque (PNMB): Por ejemplo alimentos de origen animal y vegetal o plantas medicinales.

Aunque la presencia y aprovechamiento de productos no maderables del bosque secundario (PNMB) no han sido estudiados a profundidad, algunos autores sostienen que en la actualidad muchos de estos productos son aprovechados por sus propietarios como plantas medicinales, miel, plantas ornamentales, lianas para tejidos y fabricación de canastos (Fedlmeier y Berrocal citados por Berti 2001).

Otros de los beneficios del bosque secundario son los referidos a las funciones de protección hídrica y edáfica, la conservación de la biodiversidad, como función de sumidero de carbono; así como potencial para turismo y recreación.

Fedlmeier citado por Berti (2001) analiza este aspecto a través de mediciones de biodiversidad con el índice de Shannon y señala que los bosques secundarios jóvenes de la región Norte de Costa Rica presentan índices de 63 a 68% de la diversidad de un bosque primario, mientras que bosques secundarios de 17 a 18 años muestran valores de hasta 72 y 87% de la diversidad de un bosque primario.

Toda acción de manejo en bosque secundario cobra mucha importancia ya que les corresponde a ellos ser los proveedores de los productos y servicios ecosistémicos que tradicionalmente son ofrecidos por los bosques primarios (Quezada 2001).

2.4. Manejo de bosques

El término manejo aplicado a bosque, significa manejarlo operativamente, aplicando conocimientos técnicos, científicos y administrativos que permitan utilizar y conservar de manera sostenible los recursos que brinda.

Hay una relación entre el concepto *manejo de bosques* y *silvicultura*. Desde un punto de vista práctico aplicar la silvicultura según Santillán (1986), implica la manipulación de las masas forestales con el propósito de obtener los productos forestales deseados (como maderas, leñas, frutos, cortezas, etc) y beneficios indirectos (tales como evitar o corregir la erosión del suelo, regular el caudal de los manantiales, impedir la formación de aludes, fijar las arenas en movimiento, atenuar el efecto de los vientos, regular el microclima, acondicionar lugares de esparcimiento y mejorar la calidad de los suelos), y al mismo tiempo, favorecer su permanencia y carácter renovable, considerando obviamente criterios biológicos, ecológicos, dasonómicos, económicos y sociales.

Hutchinson (1993) no puntualiza sobre el término silvicultura, pero sí sobre lo que considera un sistema de operaciones silviculturales como un conjunto de prácticas que se pueden considerar básicas en el tratamiento y utilizarse en la exploración de la dinámica forestal de un bosque tropical y como parte del proceso de desarrollo de un sistema apropiado.

Ford-Robertson citado por Louman *et al.* (2001); considera que la silvicultura es la ciencia y el arte de cultivar el bosque y sus posibles productos, con base en el conocimiento de la historia de vida y las características generales de los árboles rodiales; especialmente las características de sitio. El sistema silvicultural es un proceso que sigue principios de silvicultura aceptados, durante el cual se cultivan, cosechan y renuevan los productos forestales de un bosque.

Las tres definiciones en su contexto apuntan hacia un conjunto de prácticas y/o actividades, cuyo objetivo final es mejorar la estructura y composición del bosque en procura de mayor productividad. Se podría pensar que ambos términos son iguales o se refieren a lo mismo.

Lo cierto y está claramente definido es la existencia de dos tipos de manejo de bosque, dependiendo de la composición y de su estructura. Así se habla de manejo monocíclico y policíclico tanto en bosque primario como en bosque secundario.

2.4.1. Manejo monocíclico

Es un método recomendado en masas de bosques uniformes o coetáneas. De acuerdo a Louman *et al.* (2001) los bosques secundarios o los dominados por una sola o pocas especies comerciales, se prestan más para este tipo de sistemas en que la tala o cosecha es total. Además considera que en estos bosques las especies establecidas casi siempre son de rápido crecimiento lo que permitiría ciclos de aprovechamiento cortos.

Louman *et al.* (2001) divide el manejo monocíclico básicamente en dos grupos: el manejo monocíclico de monte bajo que incluye tala rasa y rebrote, y el manejo monocíclico de monte alto para bosque primario y secundario. Dentro del segundo grupo se contempla tres opciones de manejo:

- 1- La eliminación del dosel en una sola vez y depender de la regeneración natural de semillas o de regeneración artificial.
- 2- Sistema con dosel protector con regeneración natural o artificial
- 3- Sistema de corta de mejoramiento

2.4.2. Manejo policíclico

Un manejo orientado básicamente a masas de bosques disetáneos. El principio del manejo está orientado a la sostenibilidad del bosque. Para ello se planifican ciclos de aprovechamiento cortos con base en el crecimiento anual de las especies de interés, se aprovecha un número reducido de individuos comerciales maduros haciendo uso de un aprovechamiento de impacto mínimo para reducir el daño a la masa residual (Chaves *et al.* 2007).

Louman *et al.* (2001) afirma que el manejo policíclico requiere menos inversión inicial, significando menos riesgo financiero y ecológico, e ingresos más frecuentes, aunque menor por unidad de área comparado con los sistemas monocíclicos. Este autor hace una subdivisión del sistema en tres grupos:

- Sistemas de enriquecimiento, cuyo objetivo es aumentar la proporción de especies de interés comercial, por medio de plantación en el bosque.
- Sistemas de mejoramiento, cuyo objetivo básico es homogeneizar la composición florística drásticamente por medio de la eliminación de especies no deseables.

- Sistemas de entresaca, cuyo objetivo es aumentar la proporción de especies comerciales en el bosque sin eliminar especies no deseables.

2.5. Silvicultura de bosques secundarios

Según Gordon y Finegan (2003) la silvicultura en bosques secundarios implica conocer y manejar sus procesos dinámicos en estructura y composición a lo largo del tiempo. Estos procesos dinámicos de cambio son la respuesta a perturbaciones naturales o antropogénicas. Estos autores consideran que si se entienden los procesos dinámicos, se podrá predecir la estructura, composición y patrones de cambio en el bosque futuro, así como desarrollar criterios para diagnosticar las necesidades de intervención silvicultural del rodal y hacerlo más productivo.

Con un manejo adecuado, los bosques se modifican de manera controlada, y aún si difieren en buena medida de los bosques naturales, pueden ser más vigorosos y productivos, y libres de lesiones (Smith 1962 citado por Wadsworth 2000).

2.5.1. Tala rasa

También conocido como “sistema uniforme malayo”, porque fue aplicado en bosques tropicales húmedos de la Península de Malasia. El sistema consistía en el aprovechamiento total incluyendo árboles semilleros y fue quizás el ejemplo más notorio y posiblemente el único que tuvo éxito (Baur 1964 citado por Wadsworth 2000). Entre las ventajas de este sistema está el obtener mayor ingreso económico en un solo momento al menor costo, como también la facilidad de manejar una regeneración coetánea. Como desventaja, se considera un sistema antiecológico ya que elimina muchas especies que no siendo comerciales juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad y de otros servicios ecológicos. Al quedar mucha superficie expuesta, favorece el desarrollo de especies heliófitas de rápido crecimiento y de poco valor comercial.

2.5.2. Cosecha o aprovechamiento

Es una operación silvicultural individual aplicada en bosque natural. Hutchinson (1993) considera que un aprovechamiento selectivo, no es suficiente para provocar reacciones positivas y uniformes en los árboles jóvenes o en la regeneración natural de las especies comercialmente deseables. A pesar de ello son muy importantes las aperturas del dosel y la infraestructura resultante del aprovechamiento.

En la actualidad se maneja el concepto de aprovechamiento de impacto reducido (AIR) como la implementación de un conjunto de operaciones de extracción cuidadosamente planificadas y controladas en el campo, a fin de reducir al mínimo el impacto sobre el bosque residual y el suelo (Bull *et al.* citados por Orozco 2006).

2.5.3. Liberación

De acuerdo a Hutchinson (1993) esta técnica consiste en liberar árboles jóvenes de la competencia que pueden ejercer árboles de especies con menor valor comercial. El propósito

es lograr un constante y máximo crecimiento de los árboles jóvenes deseables, seleccionados para la liberación.

Manzanero y Pinelo (2004) consideran que la aplicación de esta técnica requiere de mucho cuidado pues hay que localizar los árboles de futura cosecha (AFC) y sus respectivos competidores, para luego determinar el método de eliminación más apropiado. Recomiendan la tala, anillamiento y/o envenenamiento de los árboles que están afectando a los AFC.

2.5.4. Refinamiento

Para Hutchinson (1993) esta operación consiste en la eliminación de árboles del rodal por razón exclusivamente de su especie, la cual es considerada de poco valor económico. Manzanero y Pinelo (2004) consideran como muy riesgoso este tratamiento silvicultural, pues cada especie juega un papel muy importante dentro del ecosistema y al eliminar algunas de ellas podría verse afectado el equilibrio ecológico. Además, una especie puede adquirir valor comercial a lo largo del tiempo.

Un argumento principal a favor de la operación de refinamiento de los bosques secundarios, en vez de reemplazarlos por plantaciones, es la presencia de una cosecha inmadura que el reemplazo sacrificaría (Wadsworth 2000).

2.5.5. Tratamiento de mejora

Consiste en la remoción de fustes viejos y sin valor comercial con el propósito de hacer espacio a los árboles de especies deseables Hutchinson (1993). El tratamiento se realiza cuando el aprovechamiento es selectivo; es decir, cuando sólo se sacan árboles de especies comerciales de buenas características para su industrialización. En esencia consiste en la eliminación de individuos que no son comerciales por sus características, especie, grado de sobremadurez o defectos (Baur citado por Manzanero y Pinelo 2004).

El supuesto que el tratamiento de mejora aceleraría el crecimiento de los buenos árboles del bosque residual y estimularía la regeneración de especies seleccionadas no fue válido en todas partes donde se practicó, según Wadsworth (2000).

2.6. Experiencias en la aplicación de tratamientos silviculturales en bosques naturales

Los tratamientos silviculturales aún cuando su aplicación implica la afectación en cierto grado de la vegetación, su objetivo fundamental es provocar cambios positivos en la estructura y composición del bosque. MINAET, SINAC y CNSF (2008) establecen en el documento sobre Estándares de Sostenibilidad de Bosque Natural; que los tratamientos silviculturales son *“operaciones que modifican positivamente la estructura del bosque y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general a reducir la intensidad de competencia sobre los árboles de interés”*.

En Costa Rica se tienen algunas experiencias en la aplicación de tratamientos silviculturales para el manejo de bosques, de los cuales haremos mención.

- **Caso Tirimbina:** Louman, *et al.* 2001 reporta en el libro *“Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en América Central”*; la investigación desarrollada por CATIE en 1988 en La Tirimbina Rain Forest Center. El objetivo de la

investigación era determinar el crecimiento y producción de la vegetación y luego fue ampliado para incluir el desarrollo de una propuesta de manejo de los bosques primarios explotados en la zona para la producción de madera.

Se aplicaron tres tratamientos silviculturales:

- a)-Un tratamiento que consistió en un aprovechamiento de impacto reducido donde el único control fue la determinación del diámetro mínimo de corta de 60 cm.
- b)-Un tratamiento en forma de liberación y refinamiento parcial.
- c)-El tercer tratamiento fue más fuerte y consistió en la eliminación de varias especies no comerciales pero manteniendo un dosel superior más o menos homogéneo (refinamiento parcial).

Los resultados de estos tratamientos indicaron un efecto positivo sobre el crecimiento diamétrico de las especies.

- **Caso Los Laureles de Corinto:** Esta investigación igualmente documentada por Louman *et al.* 2001 y Quirós 1998; señala como objetivo de los tratamientos silviculturales la reducción de la competencia por luz y recursos del suelo para los árboles de futura cosecha.

En este sitio se aplicaron básicamente tres tratamientos:

- a)-Un tratamiento que consistió en un aprovechamiento de impacto reducido donde el único control fue la determinación del diámetro mínimo de corta de 60 cm.
- b)-El tratamiento de saneamiento destinado a mejorar las condiciones de iluminación en la vegetación deseable remanente, eliminando todos los individuos con deformaciones y/o malas condiciones fitosanitarias.
- c)-Tratamiento de liberación cuyo objetivo fue eliminar individuos no deseados que competían por luz con árboles deseables para futuras cosechas.

Según los autores, el resultado final después de la aplicación de los tratamientos fue el incremento en cuanto al número de árboles y muy similares en área basal en comparación con otros bosques de la misma zona de estudio.

- **Caso La Lupe Río San Juan Nicaragua:** La experiencia se desarrolló en un bosque aprovechado de manera selectiva por una empresa privada entre 1985/86 en La Lupe Departamento de Río San Juan. Después de los resultados obtenidos de la masa aprovechable y del muestreo diagnóstico Sabogal *et al.* (1992), se llegó a la siguiente prescripción silvicultural:

- a)-Efectuar un tratamiento de liberación de los árboles de especies comercializables que constituirían una siguiente cosecha.
- b)-Aprovechar los árboles remanentes de especies comerciales mayores al diámetro mínimo de corta.
- c)-Saneamiento, eliminando árboles indeseables del dosel superior del bosque.

Un año después de la aplicación de los tratamientos el análisis no mostró diferencias significativas entre las parcelas testigo y las tratadas. Según los autores (Sabogal *et al.* 1992) faltó un análisis más profundo del crecimiento de los individuos liberados y

liberables entre las parcelas testigo y las tratadas; también señalan el poco tiempo transcurrido para el análisis de los resultados y la baja intensidad de la intervención ya que consideran que no se realizó el aprovechamiento de los árboles comerciales tal como fue planificado.

Werger (2011) en “*Sustainable Management of Tropical Rainforests*” reporta tratamientos silviculturales en otros países tropicales, como la aplicación del sistema CELOS en los años 80 en Surinam. También el caso del aprovechamiento aprobado en 1994 a la empresa Precios Woods (Brasil), el cual estuvo basado en el sistema de manejo CELOS, pero adaptado a las condiciones locales. Esta misma empresa en 1997 inicia su primer tratamiento silvicultural conocido como refinamiento, el cual posteriormente fue reemplazado por un tratamiento de liberación intensiva.

Orozco (2004) señala los casos de las concesiones forestales en Guatemala y Bolivia como muestras de que sí se puede manejar los bosques de manera adecuada, siempre y cuando se cuente con recursos forestales aprovechables, la existencia de voluntad política de quienes tienen en su momento el poder de tomar decisiones y que exista el recurso financiero para la ejecución del manejo.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Ubicación y descripción del sitio de estudio

El bosque objeto de estudio se encuentra ubicado en el cantón de Los Chiles provincia de Alajuela, República de Costa Rica. La localización geográfica estimada es de 10°56'34.75" latitud norte y 84°30'20.64" longitud oeste, con una altitud aproximada de 43 msnm.

Es una zona categorizada como de clima tropical lluvioso, cuyas precipitaciones oscilan entre los 3000 y 4000 mm/año, con una humedad relativa entre 85 y 90 % y una temperatura anual promedio de 25 a 27°C (Mapa Atlas Cantonal).

El suelo predominante es tipo Ultisol el cual se caracteriza por ser de color rojizo, con un horizonte argílico con menos del 35% de saturación de base, es decir, es un suelo de muy baja fertilidad natural (Castro y Treviño 2006).

La empresa propietaria de la finca, en su conjunto se dedica a la producción industrial de la madera para consumo local e internacional. La materia prima es producida por plantaciones propias y también se abastece comprando a productores del área. La disponibilidad por parte de la empresa de una superficie de 712.2 ha bajo bosque natural, tiene sentido en la medida que contribuya a la producción de materia prima a mediano y largo plazo. No obstante, es necesario establecer criterios de viabilidad técnica para definir el manejo más apropiado desde el punto de vista económico, social y ecológico.

A pesar que los suelos en general son de baja fertilidad, las fincas colindantes con Finca Elia María; al momento del estudio estaban ocupadas con cultivos agrícolas mecanizados (como yuca, ñame, frijoles, maíz, naranja y otros) y ganadería extensiva.

3.2. Metodología

La investigación se desarrolló en tres fases: La primera fue el inventario silvicultural que permitió obtener variables dasométricas de importancia. La segunda fase consistió en el establecimiento de puntos de observación cada 50 metros, determinando variables como altura y apertura del dosel, así como tipos de estratos. En la tercera fase se realizó un muestreo diagnóstico y de remanencia por cada estrato de bosque previamente definido en la segunda fase.

A continuación se describe con más detalle cada una de las fases de esta investigación y el procedimiento de análisis realizado.

3.2.1. Inventario silvicultural (Primera fase)

Se realizó siguiendo las directrices establecidas por el Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica (MINAET). Previo al inventario se hizo un levantamiento topográfico que permitió establecer las curvas de nivel del sitio, se realizó el carril madre, así como los carriles secundarios separados cada 100 metros y perpendiculares al carril madre, y se determinaron las zonas de protección. Luego se establecieron 67 parcelas de inventario distribuidas al azar en toda la zona de estudio (Figura 1).

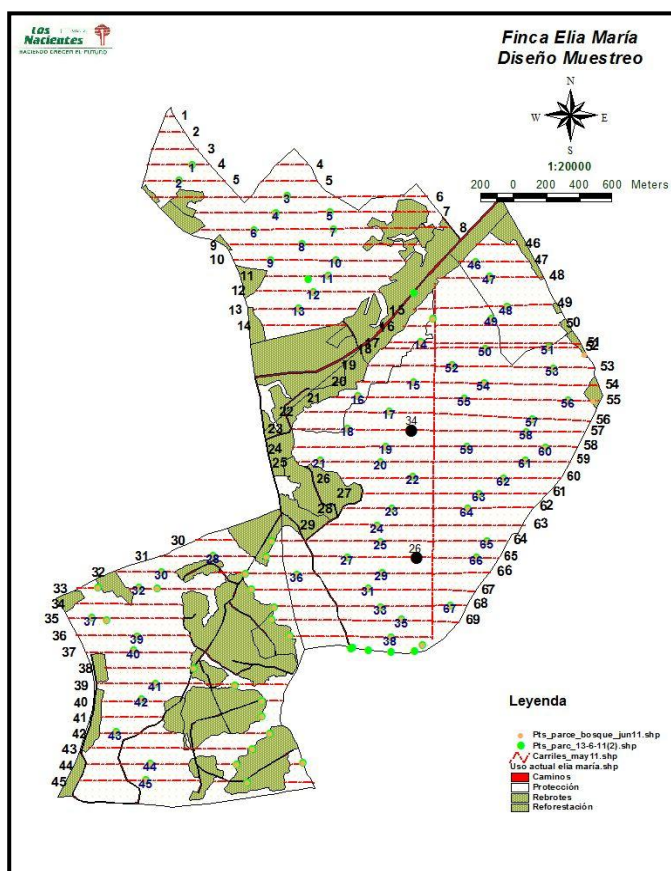


Figura 1. Diseño de muestreo para el inventario silvicultural.
Fuente: Departamento de investigación Finca Elia María

Cada parcela con una dimensión de 30 metros de ancho por 100 metros de largo; es decir, con una superficie de 0.3 ha. En cada parcela se levantó información sobre el diámetro a la altura del pecho (dap), nombre científico y nombre común de todas las especies con dap mayor o igual a 30 cm. En el Anexo 1 se presenta el formulario de campo que permitió el registro de la información.

Dentro de las parcelas grandes (0.3 ha), se establecieron subparcelas de 25 metros por 30 metros (0.075 ha), en las cuales se midieron todos los árboles con diámetros de 10 cm a 29.9 cm de dap. A cada especie identificada se le asignó un código y a cada individuo inventariado se le asignó un número.

El inventario con una intensidad de muestreo de 2.3% fue realizado en su totalidad por la empresa Los Nacientes, propietaria de finca Elia María, y el mismo permitió obtener variables como número de individuos y área basal por hectárea e información referente a la composición florística del sitio de estudio. Se identificaron 138 especies (Anexo 4) de un total de 3204 individuos inventariados.

Para el análisis de los datos, se elaboró una tabla dinámica en Excel que permitió con mayor facilidad hacer los cálculos de las variables de interés, así como la elaboración de gráficas.

3.2.1.1. Índice de valor de importancia (IVI)

Se determinó un IVI general, es decir, con la información procedente de las 67 parcelas del inventario basado en la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies presentes en el bosque. Este índice permite conocer y comparar el peso ecológico de las especies dentro de un mismo bosque (Lamprecht 1990).

Luego de la estratificación del bosque, se calculó un índice de valor de importancia simplificado (IVIs), es decir, basado sólo en abundancia y dominancia de las especies y se hizo por parcela en cada estrato identificado. El cálculo de estos índices, se realizó con la ayuda del software Excel e InfoStat.

3.2.1.2. Estructura horizontal

La estructura se describió con base a la distribución del número de individuos y área basal en ocho clases diamétricas a partir de 10 cm de dap hasta la clase de 80 cm o más. Los cálculos en las dos primeras clases diamétricas se ajustaron a las condiciones de tamaño de las subparcelas establecidas en el inventario (0.075 ha); en el resto (≥ 30 cm) se analizó en base a la parcela original (0.3 ha).

El análisis por clase diamétrica se hizo con la ayuda del Software Excel y para la elaboración de las gráficas de comparación se utilizó el software InfoStat. La estructura vertical se estimó con base en observación visual de campo (altura del dosel) y se describe en el siguiente punto.

3.2.2. Puntos de observación (Segunda fase)

Con la finalidad de enriquecer la información generada en el inventario silvicultural, se establecieron puntos de observación cada 50 metros sobre los carriles ya establecidos. En cada

punto, en un radio de 15 metros se estimó de manera visual las características del bosque con base en tres parámetros: altura del dosel, apertura del dosel y tipo de estrato. (Anexo 2)

La altura del dosel se calificó con base en cuatro categorías:

- Dosel alto: dominado por árboles de más de 25 metros de altura.
- Dosel medio: dominado por árboles de 15 a 25 metros de altura.
- Dosel bajo: dominado por árboles de 5 a 15 metros de altura.
- Arbustivo: vegetación menor a los cinco metros de altura.

La apertura del dosel se calificó con base en tres categorías:

- Dosel muy cerrado (dmc): se estimó una penetración de luz al sotobosque menor a 10%.
- Dosel parcialmente cerrado (dpc): se estimó una penetración de luz al sotobosque entre 10 y 50 %.
- Dosel abierto (da): aquel con más del 50% de penetración de luz al sotobosque.

El tipo de estrato fue inicialmente clasificado en cuatro categorías:

- Categoría 1: charral (vegetación predominantemente herbácea y parcialmente arbustiva).
- Categoría 2: bosque secundario (predominancia de árboles jóvenes y de crecimiento relativamente homogéneo – rodal coetáneo-).
- Categoría 3: bosque primario muy intervenido (estructura dominada por árboles de diversas dimensiones pero con muchos claros evidentes y pequeños sectores de apariencia coetánea).
- Categoría 4: bosque primario poco intervenido (estructura dominada por árboles de diversas dimensiones).

En total se determinaron 991 puntos de observación distribuidos en 48 carriles, cada punto fue georeferenciado con la ayuda de un GPS, además se colocó en el punto de medición una cinta con el número del punto correspondiente. Los puntos de observación tomados en campo fueron graficados en el mapa (sitio de estudio), luego se unieron aquellos con la misma clasificación de estrato (altura y apertura del dosel, tipo de estrato) quedando de esta manera mapeados los diferentes estratos existentes en el bosque (Figura 9). El software Excel e InfoStat se utilizaron como herramientas para el proceso y análisis de la información que permitió la caracterización de cada estrato.

3.2.3. Muestreo diagnóstico y de remanencia (Tercera fase)

Ambos procedimientos se hicieron de manera simultánea en la misma unidad de muestreo (10 m x 10 m) y en cada uno de los estratos identificados, con la finalidad de conocer el estado actual y potencial del bosque; así como las posibles labores silviculturales que se puedan realizar. Las parcelas del muestreo diagnóstico se establecieron de manera sistemática sobre cada carril a una distancia de 150 metros (cada tres puntos de observación) y de manera alterna, izquierda y derecha del carril. En cada vértice de la parcela se colocó una cinta de color que definen el cuadrado de 10 x 10 metros (0.01 ha) y en el centro de cada cuadrado se determinó las coordenadas. De igual forma en uno de los vértices al borde del carril se colocó

el número correspondiente de la parcela o unidad de muestreo. En Anexo 3 se presenta el formulario que se utilizó para registrar la información en campo.

3.2.3.1. Muestreo diagnóstico:

Se siguió la metodología de Hutchinson (1993), la cual consiste en la elección de un individuo catalogado como líder deseable sobresaliente (DS) que puede ser un fustal, latizal y brinzal de interés comercial dentro de cada parcela.

Un fustal es un árbol con dap de 10 cm o más, pero menos del diámetro mínimo de corta (dmc). El latizal debe tener entre 5.0 y 9.9 cm de dap y el brinzal un tamaño de 30 cm de altura total y hasta 4.9 cm de dap.

En cualquiera de los casos (fustal, latizal o brinzal), la elección debe estar basada en un árbol sano, de un solo tronco, libre de defectos, deformaciones y nudos grandes; debe tener una copa bien formada y fuste recto. Es decir, debe ser el mejor escogido de una unidad de muestreo de 10 x 10 metros (0.01 ha).

La metodología considera como técnicamente vacía, una unidad de muestreo que no contenga un fustal, latizal o brinzal que reúna las características de un deseable sobresaliente; sin embargo por sus características puede considerarse como potencialmente productiva o permanentemente improductiva.

Se establecieron en campo 316 unidades de muestreo, distribuidas entre los estratos de la siguiente manera: En el estrato BS se hicieron 47 unidades de muestreo con una intensidad de muestreo de 0.39 %, en el estrato BPMI se hicieron 155 unidades de muestreo con una intensidad de 0.38 % y en el estrato BPI se hicieron 114 unidades de muestreo con una intensidad de 0.32 %.

En la Figura 2 se muestra la distribución en el campo de las unidades de muestreo diagnóstico que se realizaron.

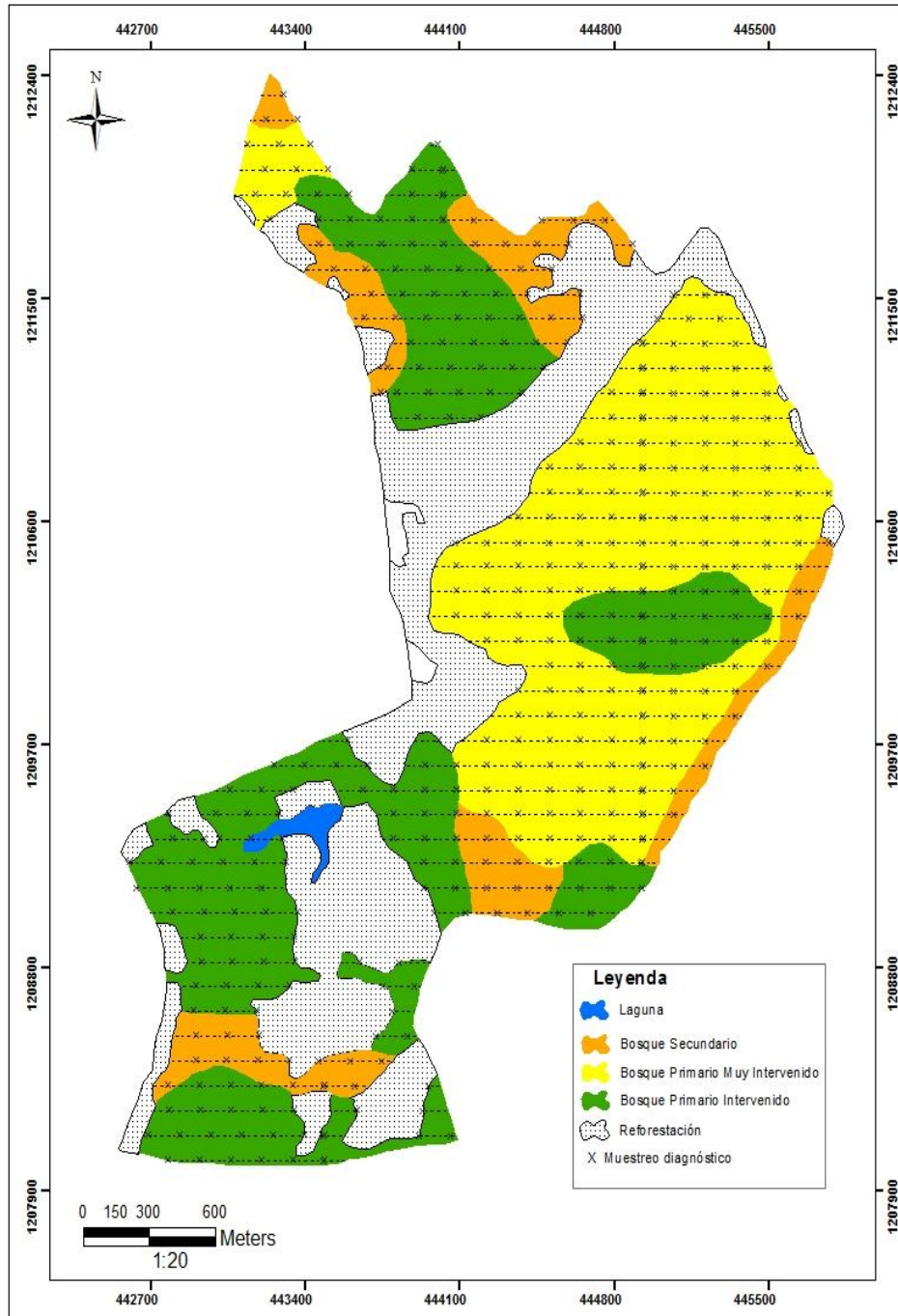


Figura 2. Distribución en campo de las parcelas de muestreo diagnóstico. Los puntos marcados con una equis (x), indican la ubicación de la parcela.

3.2.3.2 Muestreo de remanencia

Se siguió la metodología descrita por Quirós (1998), que establece levantar la información sobre la masa arbórea remanente no aprovechada la cual podría constituirse en la futura cosecha y/o el obstáculo para el buen desarrollo de la vegetación considerada como deseable sobresaliente. La metodología establece tomar la siguiente información:

1-Diámetro a la altura del pecho (dap) mayor o igual a 50 cm.

2-Tipo de especie (comercial y no comercial)

3-Causa de remanencia, según la siguiente clasificación:

- **Forma:** Individuos cuya extracción es poco o nada rentable debido a las características de la forma del fuste.
- **Estado fitosanitario:** Árboles con pudriciones, ataque de fitopatógenos o cualquier otra afección que perjudique su calidad.
- **Reserva:** Árboles portadores (AP) y otros comerciales dejados por restricciones legales, técnicas o de mercado.
- **Potencial:** Especies marginadas en el mercado, pero para las que se prevé demanda a corto plazo.
- **No comercial:** Individuos que no pertenecen a especies comerciales (especies sin valor en el mercado).

El muestreo de remanencia se realizó en la misma parcela del muestreo diagnóstico, es decir, en un cuadrado de 10 x 10 metros. El diámetro de los árboles seleccionados tanto en el muestreo diagnóstico como en el de remanencia, fue medido a 1.30 metros del suelo considerado como diámetro a la altura del pecho (dap) y se utilizó para la medición una cinta diamétrica.

Para la identificación dendrológica de las especies se utilizó los servicios de un profesional, el cual estuvo apoyado por dos baquianos que con sus experiencias y conocimientos facilitaron este proceso.

Para ambos muestreos se elaboraron cuadros donde se pudo determinar y analizar el porcentaje de DS en las categorías de fustal, latizal y brinzal; así como el porcentaje de iluminación de copa. De igual manera se determinó el grado de infestación de lianas en los DS y el porcentaje de árboles remanentes en cada unidad de muestreo. El análisis de este conjunto de información permitiría llegar a determinar junto con la información silvicultural, una prescripción silvicultural para cada uno de los estratos identificados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del bosque según el inventario

4.1.1. Estructura horizontal

La estructura horizontal se determinó con base en la información del inventario forestal (fase 1), mediante la distribución por clase diamétrica de los individuos y el área basal por hectárea (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Variable	Clase diamétrica (cm)								Total
	10-19.9*	20-29.9*	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	
Total Ind/ha	341.49	81.19	24.73	12.99	8.11	3.98	2.24	1.69	476.42
Total G m ² /ha	5.25	3.70	2.25	2.03	1.82	1.25	0.92	1.22	18.43

*Los cálculos en estas clases diamétricas fueron ajustados a subparcelas de medición de 0.075ha. En las demás clases diamétricas, los cálculos se hicieron con base a parcelas de medición de 0.3ha.

Se encontró una densidad en bosque Elia María de 476.42 árboles/ha (Cuadro 1); densidad ligeramente superior a la encontrada por Sabogal *et al.* (2001) en un bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan el cual fue de 421 árboles/ha; a la encontrada por Quirós, K. y Quesada, R. (s/f) en un bosque primario en Boca Tapada, San Carlos Zona norte de Costa Rica en donde encontraron una densidad de 452 árboles/ha. Louman *et al.* (2001) reporta para el caso de La Tirimbina Rain Forest Center en Costa Rica, una densidad de 506 árboles/ha.

La primera clase diamétrica (10-19.9 cm) presentó la mayor cantidad de árboles con un 53.5 % (1716 árboles) del total de árboles registrados (3204), y en la medida que aumenta el diámetro la cantidad de individuos disminuye (Cuadro 1 y Figura 3).

El área basal encontrada en bosque Elia María es de 18.43 m²/ha, muy inferior a los encontrados en bosques cercanos como La Lupe, Río San Juan de Nicaragua (23.6 m²/ha), Boca Tapada en San Carlos (30.1m²/ha) y La Tirimbina (23.4 m²/ha); a pesar de tener un promedio de árboles (476.42 árboles/ha) similar a la de los bosques no intervenidos de la zona. El 28% del área basal total se concentra en la primera clase diamétrica, siendo bastante regular la distribución en las clases diamétricas subsiguientes (Cuadro 1 y Figura 4). Estas características evidencian una intervención severa y por lo tanto propició el crecimiento de la regeneración, pero no generó una condición propia de un bosque secundario.

Las familias más representadas en el bosque son la Fabaceae con 18 especies, Meliaceae, Moraceae y Flacourtiaceae con 7 especies cada una y Rubiaceae con 6 especies. Según clasificación por grupo ecológico hay predominancia del gremio de las heliófitas durables (HD) con un 52% del total de especies, 25% del gremio indeterminadas (IND), 17% de esciófitas (ESC) y 5% de heliófitas efímeras (Anexo 4). No se trata por lo tanto de una vegetación característica de un bosque secundario en una etapa sucesional inicial.

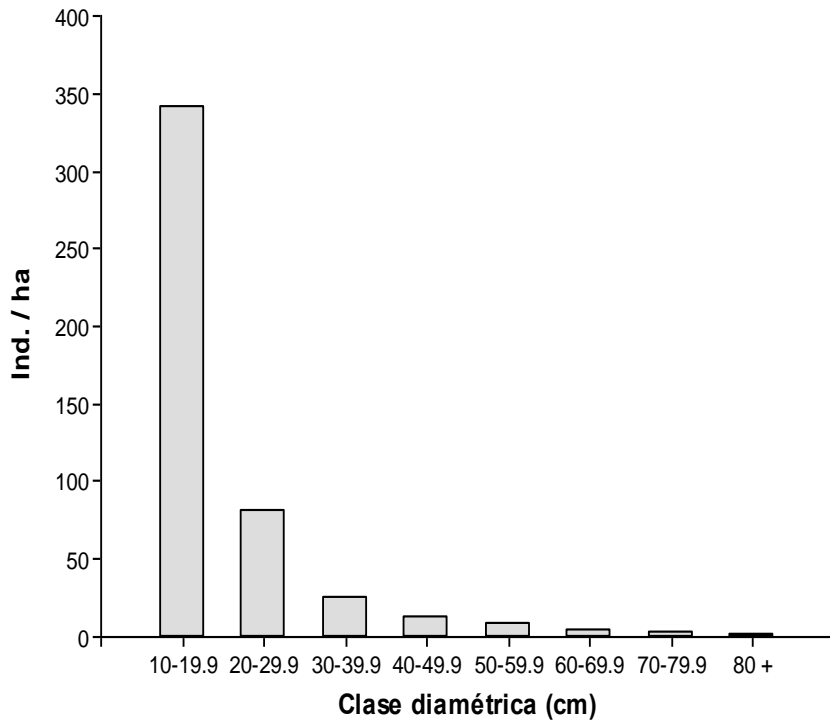


Figura 3. Distribución del número de árboles totales por clase diamétrica en el bosque Elia María Los Chiles Costa Rica. Los cálculos en las dos primeras clases diamétricas se hicieron con base a subparcelas de medición de 0.075ha y las demás clases diamétricas con base a parcelas de medición de 0.3ha.

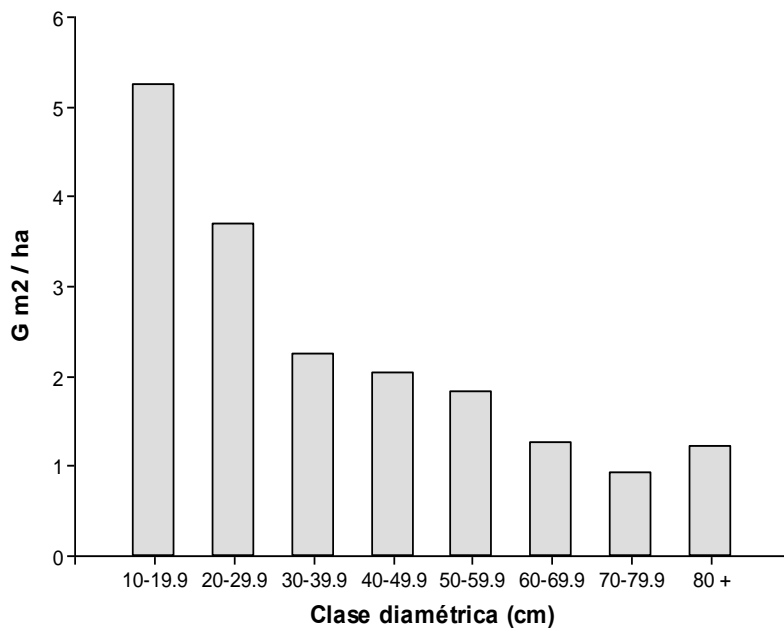


Figura 4. Distribución del área basal por clase diamétrica en el bosque Elia María Los Chiles Costa Rica. Los cálculos en las dos primeras clases diamétricas se hicieron con base a subparcelas de medición de 0.075ha y las demás clases diamétricas con base a parcelas de medición de 0.3ha.

En la Figura 3, se muestra la distribución de una masa arbórea en forma de “J invertida”, es decir, mantiene una estructura disetánea, la cual según Louman *et al.* (2001), es característica de bosques primarios intervenidos y no intervenidos o de bosques secundarios maduros.

La no congruencia entre el número de árboles por hectárea y el promedio de área basal en bosque Elia María refleja el alto grado de perturbación al cual ha sido sometido el bosque a través de los años, producto según baquianos del área; a la extracción desordenada e ilegal de madera, como también por las presiones de las actividades agrícolas y ganaderas que se encuentran alrededor de este bosque, tal como se muestra en la Figura 5 (a) y 5 (b). El resultado de estas perturbaciones son las aperturas del dosel y el consiguiente aumento de la regeneración especialmente en las primeras clases diamétricas, aumentando el número de individuos más no el área basal de manera significativa.



Fig. 5 a



Fig. 5 b

Figura 5. Aprovechamiento ilegal (a) y deterioro por efecto de quemas (b) en el bosque Elia María Los Chiles, Costa Rica.

4.1.2. Índice de valor de importancia (IVI)

Se calculó un IVI general con la información de las 67 parcelas del inventario silvicultural, tomando en cuenta la composición y estructura del bosque. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Abundancia (A), dominancia (D), frecuencia (F) e índice de valor de importancia (IVI) de las principales quince especies con dap mayor o igual a 10 cm en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Especie	A Abs.	A Rel. %	D Abs	D Rel. %	F Abs	F Rel. %	IVI (%)
<i>Croton smithianus</i>	522	16.29	22.62	9.25	65	4.62	30.16
<i>Dialium guianense</i>	211	6.59	41.10	16.80	59	4.20	27.58
<i>Goethalsia meiantha</i>	367	11.45	12.38	5.06	54	3.84	20.35
<i>Protium sp</i>	148	4.62	19.18	7.84	52	3.70	16.16
<i>Brosimum alicastrum</i>	77	2.40	14.87	6.08	44	3.13	11.61
<i>Cordia bicolor</i>	144	4.49	7.24	2.96	47	3.34	10.80
<i>Inga sp</i>	139	4.34	4.87	1.99	58	4.13	10.45
<i>Pouteria sp</i>	84	2.62	8.28	3.39	45	3.20	9.21
<i>Apeiba membranacea</i>	49	1.53	11.37	4.65	36	2.56	8.74
<i>Cecropia insignis</i>	114	3.56	5.13	2.10	41	2.92	8.57
<i>Turpinia occidentalis</i>	103	3.21	1.96	0.80	44	3.13	7.15
Sin identificar	77	2.40	4.35	1.78	34	2.42	6.60
<i>Ochroma pyramidale</i>	68	2.12	6.00	2.45	26	1.85	6.43
<i>Croton sp</i>	79	2.47	3.71	1.52	32	2.28	6.26
<i>Simarouba amara</i>	44	1.37	3.21	1.31	30	2.13	4.82
Subtotal	2226	69.46	166.3	67.98	667	47.45	184.89
Resto de las especies	978	30.54	78.37	32.02	739	52.55	115.11
Total	3204	100	244.69	100	1406	100	300

De las 15 especies con mayor IVI (Cuadro 2), sólo seis están dentro del grupo de especies consideradas como comerciales. Sobresalen *Dialium guianense* y *Goethalsia meiantha*, las cuales ocupan el segundo y tercer lugar de importancia respectivamente. Las otras especies consideradas de valor comercial y que figuran dentro de las 15 con mejor IVI son *Protium sp*, *Apeiba membranacea*, *Ochroma pyramidale* y *Simarouba amara*. La especie *Croton smithianus* que tiene el mayor IVI (30.19%) no se caracteriza por ser una especie de valor comercial; pero sí forma parte del grupo de cuatro especies que pertenecen al gremio ecológico heliófitas hefímeras (HE), que junto con *Ochroma pyramidale*, *Cecropia insignis* y *Croton sp* suman un 17% lo que a primera vista indica un bosque con muchos claros ya que son especies que se presentan en áreas con mucha luz.

4.1.3. Definición y caracterización preliminar de estratos

El análisis de conglomerados aplicado a los datos procedentes de las 67 parcelas de inventario permitió determinar de manera exploratoria la existencia de cuatro tipos de estratos tal como se muestra en la Figura 6.

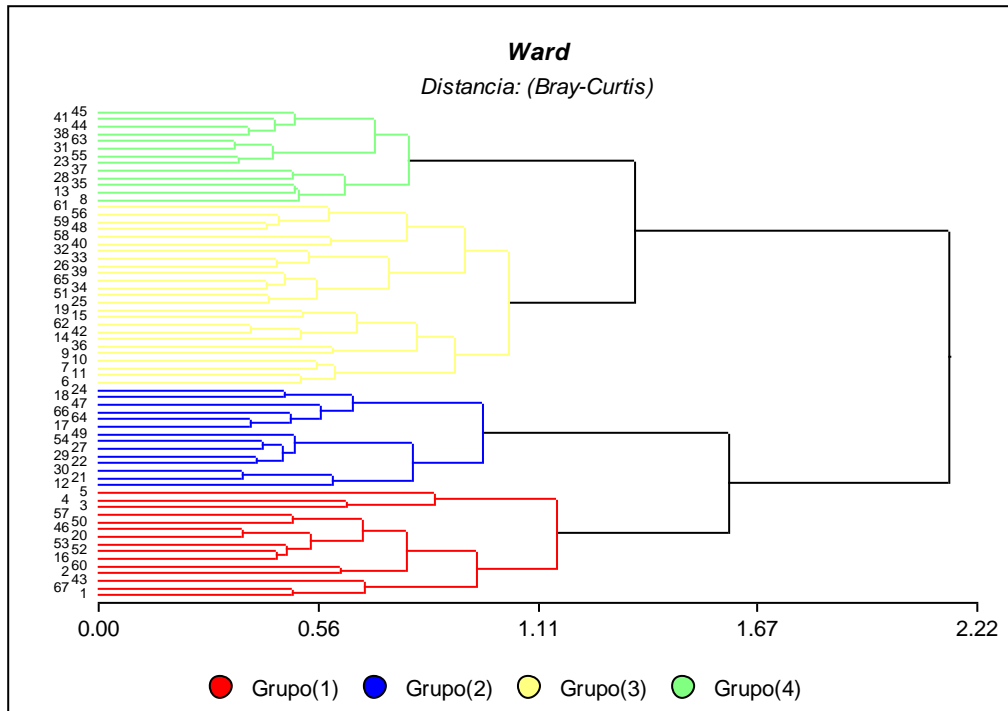


Figura 6. Análisis de conglomerado con base a la composición florística de 67 parcelas de 0.3 ha y el IVIs, para árboles con $dap \geq 10$ cm en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

De las 67 parcelas utilizadas para el análisis, el grupo uno incluye 15 parcelas, el grupo dos 14 parcelas, el grupo tres 25 parcelas y el grupo cuatro 13 parcelas. Se aplicó un análisis de varianza (prueba de Kruskal Wallis) por clase diamétrica y grupo de conglomerado con la finalidad de encontrar diferencia con respecto a las variables número de individuos y área basal por hectárea. El resultado del análisis reflejó que sólo en el grupo 2 se presentó una diferencia significativa respecto al número de individuos totales por hectárea en relación a los otros tres grupos. La misma prueba aplicada por clase diamétrica reflejó una diferencia sólo en las clases diamétricas 50 y 70 (Anexo 5). A nivel de área basal, la prueba no reflejó diferencias entre las áreas basales totales por grupo, pero sí en la clase diamétrica 70. (Anexo 6)

Se determinó el índice de valor de importancia simplificado (IVIs) para cada grupo de conglomerado identificado. Para el grupo 1 el mayor valor de IVIs lo tiene la especie *Ochroma pyramidale* (63.72%); sin embargo del total de parcelas que conforman este estrato (15), el 60% tienen como especie dominante a *Croton smithianus*, un 13% a la especie *Ochroma pyramidale* y el resto de las parcelas (27%) está dominado por otras especies como *Inga sp.*, *Dipteryx panamensis*, *Tetragastris sp.* y *Apeiba membranaceae* (Anexo 7). En el

grupo 2, los primeros 16 IVIs más altos por especie recaen sobre *Goethalsia meiantha* y *Croton smithianus*. El mayor IVIs de este estrato lo tiene la especie *Goethalsia meiantha* con 103.25%. Del total de parcelas agrupadas (14), el 57% están dominadas por la especie *Goethalsia meiantha*, en el 36% predomina la especie *Croton smithianus* y en un 7% de las parcelas (1) predomina la especie *Protium sp* (Anexo 7).

El mayor IVIs en el grupo 3 recae sobre la especie *Protium sp* con un valor de 70.81%, seguido por la especie *Croton smithianus* con 45.39%. Del total de parcelas agrupadas, el 32% está dominado por el género *Protium*, en el 28% de las parcelas predomina la especie *Dialium guianense*, en el 20% la especie *Croton smithianus* y en el resto de las parcelas (20%) predominan otras especies como *Brosimum alicastrum*, *Dipteryx panamensis*, *Terminalia amazonia* y *Apeiba membranaceae* (Anexo 7).

En el grupo 4, de los 15 IVIs más altos, 13 corresponden a la especie *Dialium guianense* siendo esta misma especie la que tiene el IVIs más alto (70.99%). De las 13 parcelas que conforman este grupo, el 92% de ellas (12) están dominadas por la especie *Dialium guianense* y sólo en una parcela (8%) predomina otra especie (*Apeiba membranacea*).

Dado que no se encontró suficiente peso estadístico (prueba de Kruskal wallis) para poder separar estos grupos en tipos de bosques distintos, se podría decir entonces que se tiene un solo tipo de bosque en cuanto a composición de especies, pero con áreas dentro de él con ciertas características que permiten diferenciar estratos. Al realizar un análisis comparativo de las parcelas de los grupos 1 y 2, se encontró mucha similitud en cuanto a su estructura y composición, lo que permitió considerarlos como un solo grupo.

Se concluye de este análisis la existencia en bosque Elia María de tres estratos los cuales fueron validados mediante puntos de observación en la segunda fase de campo, validación que confirmó la diferenciación de los tres estratos previamente definidos.

4.2. Descripción según puntos de observación

En el mapeo de los puntos de observación (991), los puntos asociados a la categoría de bosque primario poco intervenido, por ser muy baja su representación (2%), se mapearon junto con los de la categoría de bosque primario muy intervenido. De esta forma quedaron definidos tres estratos (charral, bosque secundario y bosque primario muy intervenido) los cuales fueron renombrados como bosque secundario (BS), bosque primario muy intervenido (BPMI) y bosque primario intervenido (BPI) tal como se aprecia en la Figura 9.

En cada punto de observación tomado en campo (cada 50 metros sobre los carriles), como se describe en la metodología, se valoraron los tres parámetros seleccionados para definir estratos dentro del bosque. Los resultados de estos parámetros se presentan a continuación:

4.2.1. Estructura vertical

Se estimó en un radio aproximado de 15 metros en torno a cada punto de observación, la altura del dosel predominante, de acuerdo a la metodología establecida previamente. Los resultados se resumen en la Figura 7.

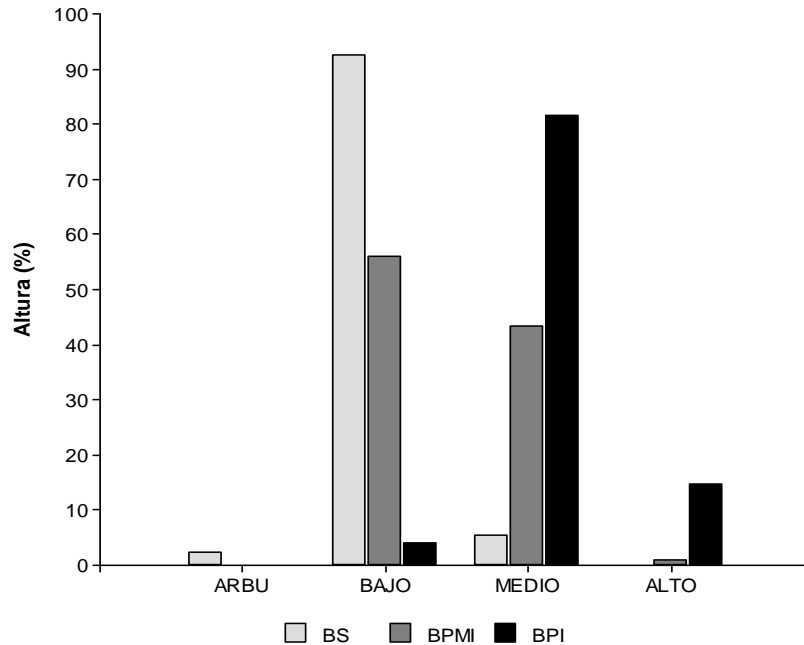


Figura 7. Altura del dosel por estrato en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Tipo de dosel: Arbustivo (ARBU): Vegetación menor a cinco metros. Bajo: De 5 – 15 metros, Medio: De 15– 25 metros; Alto: Igual o mayor a 25 metros.

En el estrato BS se encontró que más del 90% de los puntos de observación mostraban un dosel predominante bajo, es decir, tiene una altura entre 5 y 15 metros, un porcentaje mucho menor está en una condición media.

El caso del estrato BPMI, un 55.8% se consideró dentro de la categoría de dosel bajo, sin embargo hay un porcentaje bastante alto (43.3%) con un dosel medio, puede tratarse de áreas menos intervenidas o de intervenciones más antiguas.

En un 81.6% de los puntos observados del estrato BPI, el dosel se clasificó como medio es decir, alturas en un rango de 15 a 25 metros. Un 15% de este estrato tiene un dosel clasificado como alto (árboles con altura mayor a 25 metros), lo que refleja árboles muy maduros y mejor composición estructural.

4.2.2. Apertura del dosel

Otro de los aspectos evaluados en cada punto de observación en campo fue la condición de apertura del dosel, con la finalidad de conocer en términos relativos su densidad. La Figura 8 muestra los resultados obtenidos en este parámetro.

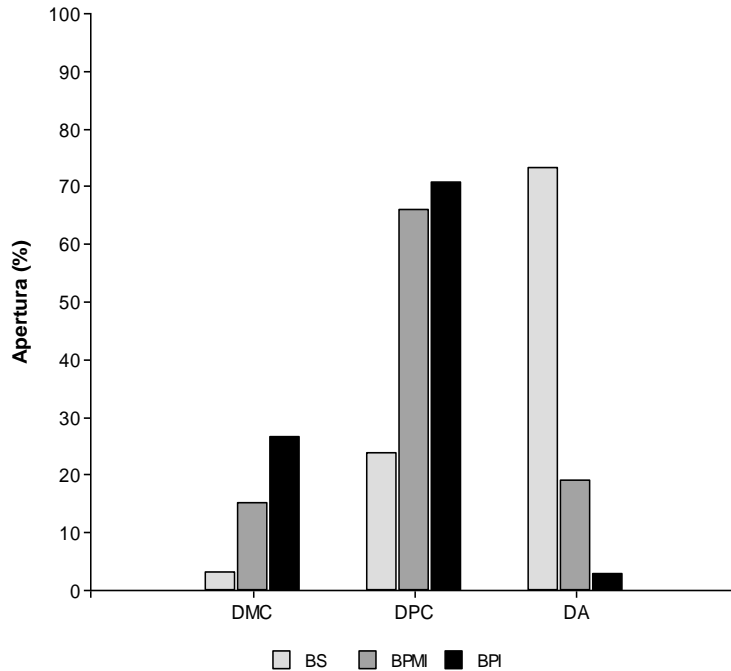


Figura 8. Apertura del dosel por estrato en el bosque *Elia María, Los Chiles, Costa Rica.*

DMC= Dosel muy cerrado (hasta un 10% de penetración de luz al sotobosque).

DPC = Dosel parcialmente cerrado (entre 10 y 50 % de penetración de luz al sotobosque)

DA = Dosel abierto (más del 50% de penetración de luz al sotobosque)

El estrato BS presenta un dosel muy abierto lo que permite con mucha facilidad el paso de mucha luz hacia el sotobosque, favoreciendo en cierta medida el establecimiento de especies heliófitas de rápido crecimiento.

Tanto el estrato BPMI como el estrato BPI, se mantienen en una condición intermedia es decir, presentan un dosel parcialmente cerrado de acuerdo a la clasificación para este parámetro. Sin embargo, hay una tendencia del estrato BPMI hacia un dosel más cerrado; en este caso restando iluminación a la regeneración de brinzales y latizales presentes en el sotobosque.

4.2.3. Tipos de estratos

Al igual que la altura y apertura del dosel, se estimó en un radio aproximado de 15 metros el tipo de estrato (BS, BPMI y BPI) prevaleciente en ese punto del bosque. Los criterios de definición se basaron, además de la altura y apertura del dosel, en aspectos fisonómicos como la densidad del bosque y diámetro de los árboles.

La combinación de la información del inventario silvicultural y la de los puntos de observación se complementaron para poder definir tres tipos de estratos:

4.2.3.1. Estrato bosque secundario (BS)

Tiene la menor superficie (118.5 hectáreas) y se localiza en la parte norte y sur-este de la finca, limitando en estos puntos con fincas dedicadas a la producción de cultivos agrícolas y ganaderas. Su vegetación se caracteriza por ser densa y con diámetros pequeños. De acuerdo al IVIs, las especies *Croton smithianus*, *Goethalsia meiantha* y *Ochroma pyramidale* son las que poseen el mayor valor por parcela. Posee una remanencia (árboles mayores o iguales a 50 cm de dap) de 10.6 árboles/ha (Cuadro 8). Las familias mayores representadas son Flacourtiaceae (6 especies) y Fabaceae (5 especies) y el 49% de las especies de este estrato pertenecen al gremio de las heliófitas durables (HD) y sólo el 7% son del gremio de heliófitas efímeras.

4.2.3.2. Estrato bosque primario muy intervenido (BPMI)

Posee la mayor superficie (399.5 hectáreas) y se encuentra ubicado en la parte central de la finca. De las 47 parcelas que conforman este estrato, en el 34% de ellas la especie *Croton smithianus* tiene el IVIs más alto; en el 28% de las parcelas lo tiene la especie *Dialium guianense* y un 15% de las parcelas el mayor IVIs recae sobre *Goethalsia meiantha*. Este estrato tiene mayor remanencia que el BS con 16.8 árboles/ha. (Cuadro 13)

Las familias mejor representadas en este estrato son Fabaceae la cual agrupa 17 especies, la Moraceae que agrupa 7 especies y la familia Flacourtiaceae con 6 especies, otras familias también se hacen presente pero agrupan pocas especies. El gremio de las heliófitas durables (HD) es el que aglutina la mayor cantidad de especies (52%), seguida del gremio indeterminada (IND) con un 25%. Las heliófitas efímeras (HE) sólo representan el 5.6% de todas las especies de este estrato.

4.2.3.3. Estrato bosque primario intervenido (BPI)

Tiene una superficie estimada de 359.5 ha y se encuentra ubicado en la parte nor y sur-oeste de la finca, como también un parche en la parte central. Posee una vegetación menos densa que los estratos BS y BPMI, siendo las familias Fabaceae con 8 especies y Flacourtiaceae con 7 especies las que predominan en este estrato; otras familias también se hacen presente pero con menos especies. El gremio de las heliófitas durables está representado con el mayor número de especies (58%), el gremio indeterminado agrupa el 20%, el gremio de las esciófitas un 16.4% y las heliófitas efímeras sólo agrupa un 6% de las especies identificadas.

Las especies *Dialium guianense* y *Protium sp* son las que tienen los mayores IVIs en nueve de las trece parcelas que conforman este estrato. La remanencia determinada es de 13.2 árboles/ha (Cuadro 18). La Figura 9 presenta la distribución en campo de los estratos después del mapeo de puntos.

Con los resultados del índice de valor de importancia simplificado (IVIs) por estrato, se realizó un análisis multivariado basado en disimilitudes y se hicieron comparaciones en pares. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis multivariado basado en disimilitudes aplicado a los estratos identificados en finca Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Coefficientes ANOVA						
FV	GL	SC	CM	F	R2	Pr(>F)
Estratos	2	071	0.35	1.75	0.05	0.0049
Parcelas	64	12.86	0.20		0.95	
Total	66	13.56			1.00	
Comparación en pares						
Estrato	Estrato	GL	F	R2	P	
BPI	BPMI	58	2.65	0.04	0.00069	
BPI	BS	18	1.54	0.08	0.039	
BPMI	BS	52	0.86	0.02	0.635	

El análisis muestra que el estrato BPI difiere significativamente ($p \leq 0.05$) de los estratos BPMI y BS y éstos a su vez, no difieren entre ellos ($p > 0.05$). Estos resultados indican la existencia de un estrato (BPI) con una mejor estructura y composición florística probablemente por ser menos intervenido en el pasado. Los estratos BPMI y BS denotan una condición muy similar en cuanto a su estructura y composición, dándoles una característica de estratos más coetáneos.

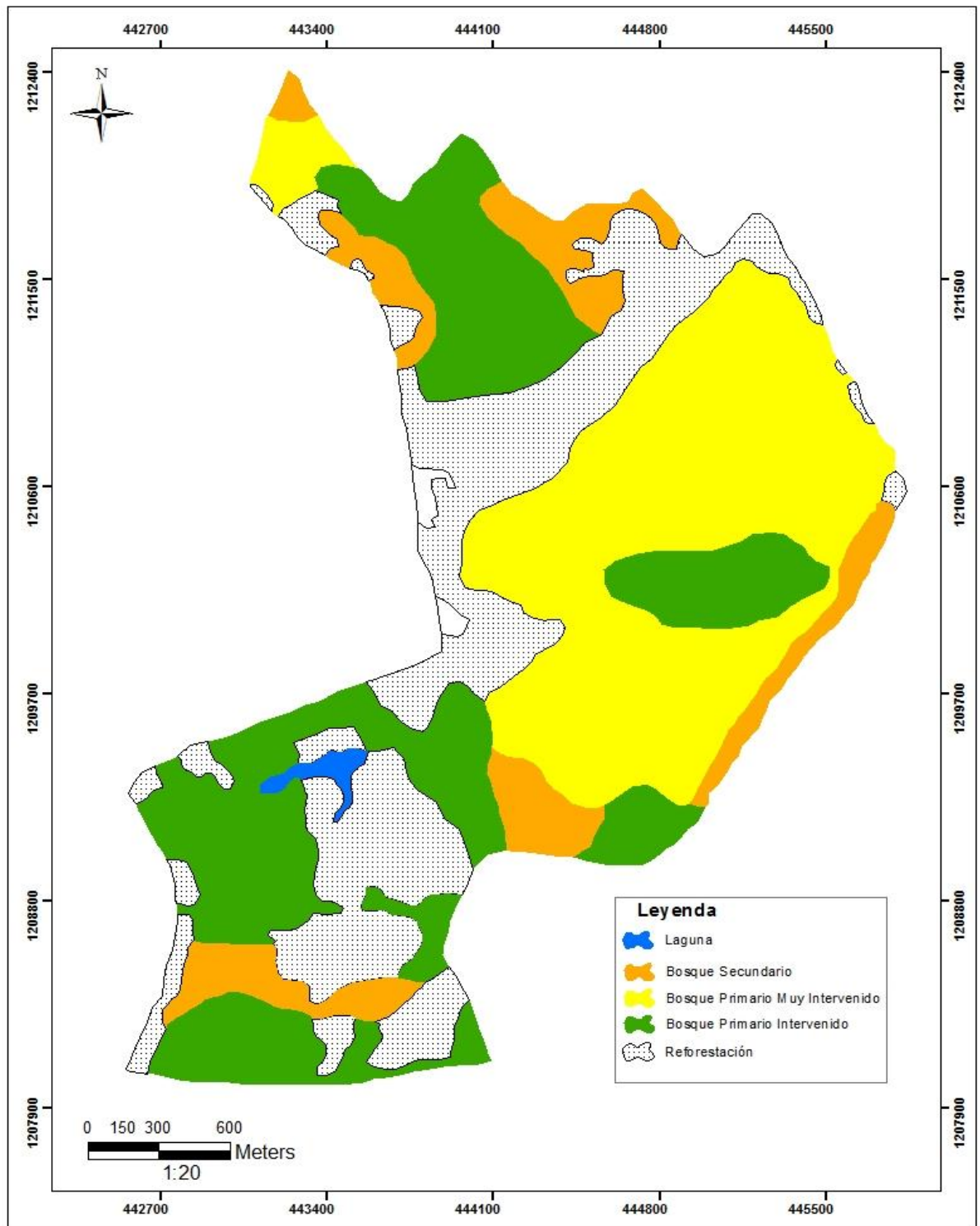


Figura 9. Mapeo de puntos y definición de estratos en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

4.3. Caracterización de los estratos identificados

Al identificar dentro del bosque Elia María la existencia de tres estratos, era necesario hacer el análisis de la estructura y composición de especies por estrato para establecer posibles acciones de manejo con miras a potencializar los servicios que este tipo de bosques proporciona, además de poder establecer inferencias entre ellos.

4.3.1. Estructura horizontal

En el Cuadro 4 se muestra el resumen referente a las variables número de árboles y área basal por hectárea en cada estrato. El estrato BS refleja una densidad promedio de 487.14 árboles/ha, de los cuales el 73.5% de esta se concentra en la primera clase diamétrica siendo la mayor de los tres estratos. El estrato BPMI tiene la mayor densidad de árboles (491 árboles/ha), con una concentración del 72.4% en la primera clase diamétrica. El estrato BPI presenta la menor densidad (417.95 árboles/ha) reducción que se refleja en la primera clase diamétrica con 67.2%, inferior a la encontrada en los estratos BS y BPMI en esta misma categoría. Sin embargo, gana densidad en las categorías mayores o iguales a 50 cm de dap; lo que refleja la condición de un estrato muy completo en cuanto a su estructura y composición. La densidad promedio entre los estratos (465 árboles/ha) es mayor que la encontrada por Sabogal *et al.* (2001) en un bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan Nicaragua, el cual fue de 421 árboles/ha.

Cuadro 4. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea, por cada estrato identificado en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Variable N° Ind/ha	Clase diamétrica (cm)								Total
	10-19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	
BS	358.10	80.00	31.43	8.10	5.71	2.38	0.95	0.48	487.14
BPMI	355.74	82.27	23.48	13.76	8.01	3.90	2.20	1.63	490.99
BPI	281.03	77.95	25.64	12.82	9.74	5.13	3.08	2.56	417.95
N/Promedio	331.62	80.07	26.85	11.56	7.82	3.80	2.07	1.55	465.36
Variable G m ² /ha									
BS	5.21	3.48	2.83	1.27	1.30	0.72	0.37	0.25	15.44
BPMI	5.45	3.73	2.15	2.16	1.82	1.23	0.90	1.26	18.70
BPI	4.27	3.60	2.30	2.02	2.19	1.58	1.28	1.80	19.04
G m ² /Promedio	4.97	3.60	2.42	1.81	1.77	1.17	0.85	1.10	17.72

Las Figuras 10 (a) y 10 (b) que muestran el comportamiento de las variables analizadas en cada estrato, también reflejan la distribución en forma de “J” invertida, tal como se presentó en el análisis general y que es la particularidad de los bosques tropicales (Louman *et al.* 2001). Este comportamiento lo que muestra es la concentración del mayor número de individuos en las primeras clases diamétricas y en este caso, también del área basal.

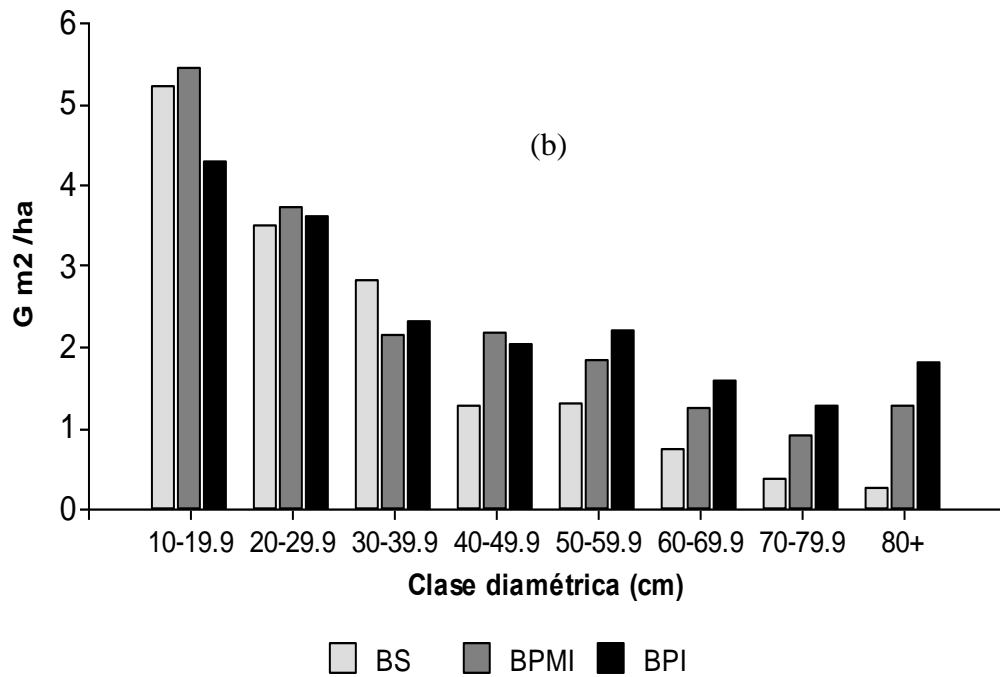
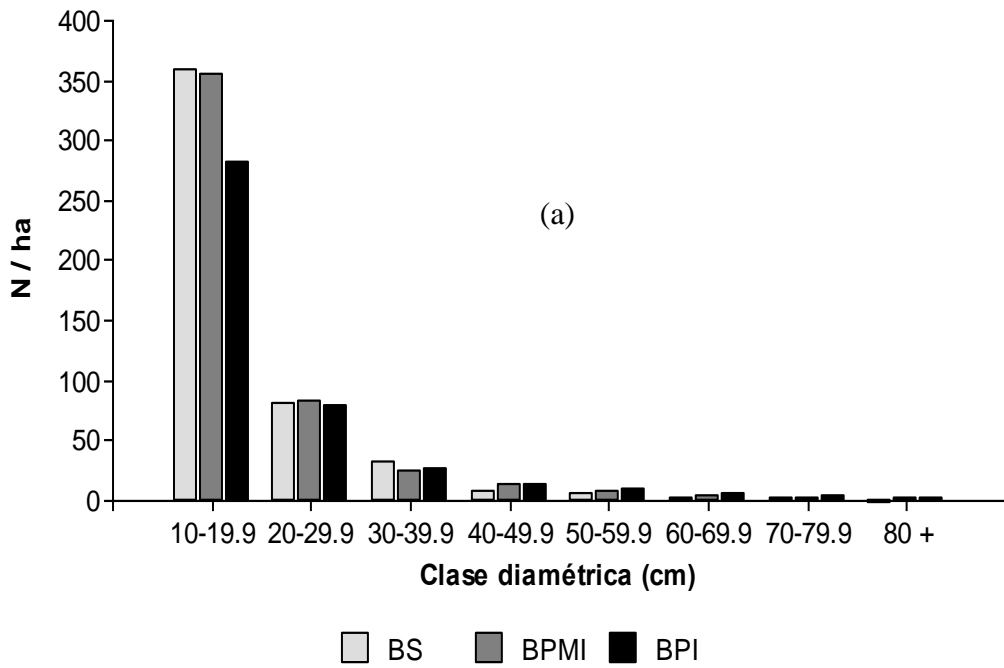


Figura 10. Distribución por hectárea del número de árboles (fig. 10 a) y del área basal (fig.10 b) por clase diamétrica en los tres estratos identificados en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Respecto a la variable área basal, existe mucha similitud entre los estratos. El estrato BS tiene el menor valor con 15.44 m²/ha de área basal. El estrato BPMI a pesar de tener la mayor densidad de árboles, su área basal (18.7 m²/ha) es muy similar a la del estrato BPI que tiene la menor densidad de árboles. El estrato BPI tiene un valor de área basal ligeramente superior al de los estratos BS y BPMI (19.04 m²/ha), a pesar de ser el estrato menos denso, esto debido a la existencia de más individuos en las clases diamétricas mayores. Caso contrario, los estratos BS y BPMI, a pesar de ser los estratos con mayor densidad, la misma estaba concentrada en diámetros menores. De acuerdo a la distribución por clase diamétrica del área basal (Fig. 10 b), se nota claramente la superioridad del estrato BPI en las clases diamétricas mayores o igual a 50 cm de dap a pesar que la densidad en esas mismas clases sea baja. El área basal promedio entre los estratos (17.7 m²/ha) es muy similar a la encontrada por Sabogal *et al.* (2001) en el bosque aprovechado de La Lupe, Río San Juan Nicaragua la cual fue de 23.6 m²/ha; pero el 13% de este valor correspondía a palmas.

La misma tendencia se observa respecto al número de especies por clase diamétrica (Figura 11), en donde la máxima acumulación por estrato está en la primera categoría diamétrica (10 - 19.9 cm); siendo las especies con mayor presencia en esta categoría aquellas consideradas de rápido crecimiento, pertenecientes al gremio de las heliófitas efímeras como es el caso de *Cecropia insignis*, *Croton smithianus*, *Croton sp* y *Ochroma pyramidale*. Otras especies como *Goethalsia meiantha*, *Cordia bicolor* e *Inga sp*, pertenecientes al gremio de las heliófitas durables, también sobresalen en estas clases diamétricas.

En las categorías diamétricas superiores (50-59.9, 60-69.9, 70-79.9 y 80+ cm) las especies que marcaron fueron *Dialium guianense*, *Apeiba membranaceae*, *Brosimum alicastrum*, *Dipteryx panamensis* y las del género *Protium*.

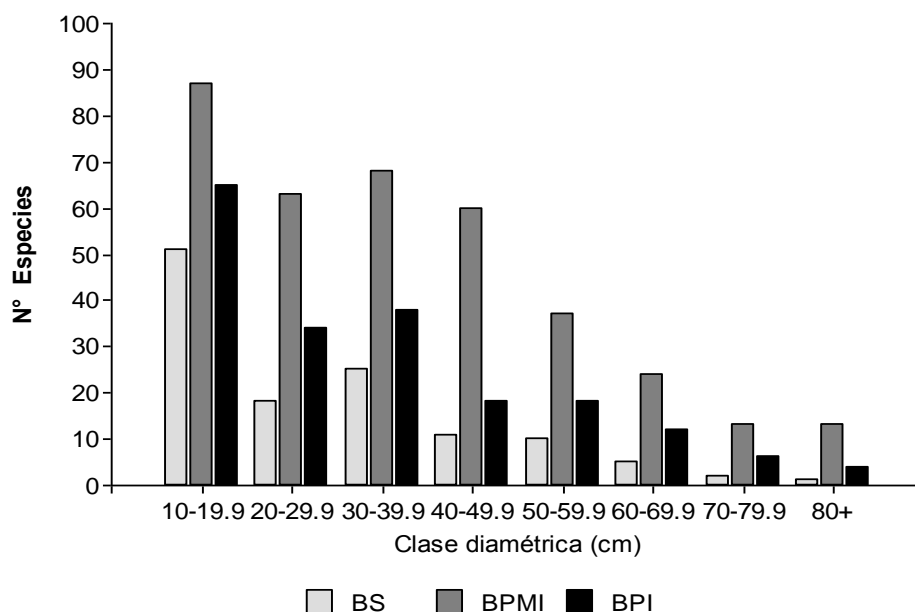


Figura 11. Distribución del número de especies por estrato y clase diamétrica en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

4.3.2. Composición florística

Se generó un índice de valor de importancia simplificado (IVIs), es decir se calculó en basa a la abundancia y la dominancia de especies. El mismo se determinó por especie, por parcela y por cada estrato, tomando en cuenta sólo las parcelas del inventario que quedaron dentro o muy cerca de cada estrato identificado. Los resultados se presentan en el Cuadro 5, haciendo énfasis en las 10 primeras especies con mayor IVIs.

Cuadro 5. Abundancia (A), dominancia (D), e índice de valor de importancia simplificado (IVIs) de las principales diez especies por estrato en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Espece	A	D	IVIs	% IVIs
Estrato A				
<i>Ochroma pyramidale</i>	3.95	5.15	9.10	4.55
<i>Croton smithianus</i>	4.65	2.14	6.79	3.40
<i>Goethalsia meiantha</i>	3.51	3.11	6.62	3.31
<i>Inga sp</i>	3.67	2.76	6.43	3.22
<i>Croton smithianus</i>	3.85	1.88	5.73	2.89
<i>Dialium guianense</i>	1.25	4.34	5.60	2.80
<i>Dialium guianense</i>	1.10	3.69	4.78	2.39
<i>Croton smithianus</i>	2.76	1.79	4.55	2.28
<i>Ochroma pyramidale</i>	1.39	2.82	4.21	2.11
<i>Protium sp</i>	1.25	2.57	3.83	1.92
Primeras 10 especies	27.39	30.25	57.64	28.82
Otras (59 especies)	72.61	69.75	142.36	71.18
Total 69 especies	100	100	200	100
Estrato B				
<i>Goethalsia meiantha</i>	1.36	0.83	2.20	1.10
<i>Goethalsia meiantha</i>	0.76	0.73	1.49	0.75
<i>Goethalsia meiantha</i>	0.94	0.53	1.46	0.73
<i>Croton smithianus</i>	0.89	0.48	1.37	0.69
<i>Croton smithianus</i>	0.68	0.65	1.33	0.67
<i>Dialium guianense</i>	0.33	0.93	1.26	0.63
<i>Dialium guianense</i>	0.34	0.87	1.21	0.61
<i>Croton smithianus</i>	0.63	0.56	1.19	0.60
<i>Croton smithianus</i>	0.62	0.43	1.05	0.53
<i>Croton smithianus</i>	0.77	0.26	1.02	0.51
Primeras 10 especies	7.32	6.27	13.59	6.80
Otras (115 especies)	92.68	93.73	186.41	93.21
Total 125 especies	100	100	200	100
Estrato C				
<i>Dialium guianense</i>	1.50	3.96	5.46	2.73
<i>Protium sp</i>	1.79	3.66	5.45	2.73
<i>Dialium guianense</i>	1.35	3.78	5.12	2.56
<i>Croton smithianus</i>	2.56	1.61	4.17	2.09
<i>Dialium guianense</i>	0.94	2.83	3.77	1.89
<i>Apeiba membranaceae</i>	0.54	2.98	3.52	1.76
<i>Dialium guianense</i>	0.89	2.58	3.48	1.74
<i>Dialium guianense</i>	1.20	2.28	3.47	1.74
<i>Protium sp</i>	1.41	1.89	3.30	1.65
<i>Dialium guianense</i>	0.94	2.23	3.17	1.59
Primeras 10 especies	13.12	27.79	40.92	20.46
Otras (76 especies)	86.88	72.21	159.08	79.54
Total 86 especies	100	100	200	100

La especie *Ochroma pyramidale* es la que posee el mayor peso ecológico dentro del estrato BS (4.55% de IVIs), mientras que en el estrato BPMI la especie *Goethalsia meiantha* es la dominante con un 1.1% de IVIs. Aunque la especie *Croton smithianus* no figura como la número uno en los estratos BS y BPMI, sí mantiene alta presencia en ellos. Así, en el estrato BS se mantiene con un 30% de presencia entre los diez primeros IVIs y en el estrato BPMI lo hace en un 50%.

Desde el punto de vista de composición florística, ambos estratos (BS y BPMI) son muy similares entre ellos al compartir dominancia con las mismas especies, muchas de ellas del gremio heliófitas efímeras. Las especies *Dialium guianense* y *Protium sp* comparten el mayor peso ecológico en el estrato BPI con 2.73% de IVIs. De los diez IVIs más altos en este estrato, seis corresponden a la especie *Dialium guianense* y dos a la especie *Protium sp*. Otras especies como *Apeiba membranaceae*, *Brosimum alicastrum* y *Carapa guianensis* presentes en este estrato, hacen la diferencia con los estratos BS y BPMI respecto a la composición florística.

Aunque la cantidad de parcelas por estrato no son iguales, se realizó curvas de acumulación de especies por estrato para ver el comportamiento y la tendencia de las especies en función del mayor o menor esfuerzo de muestreo. (Figura 12)

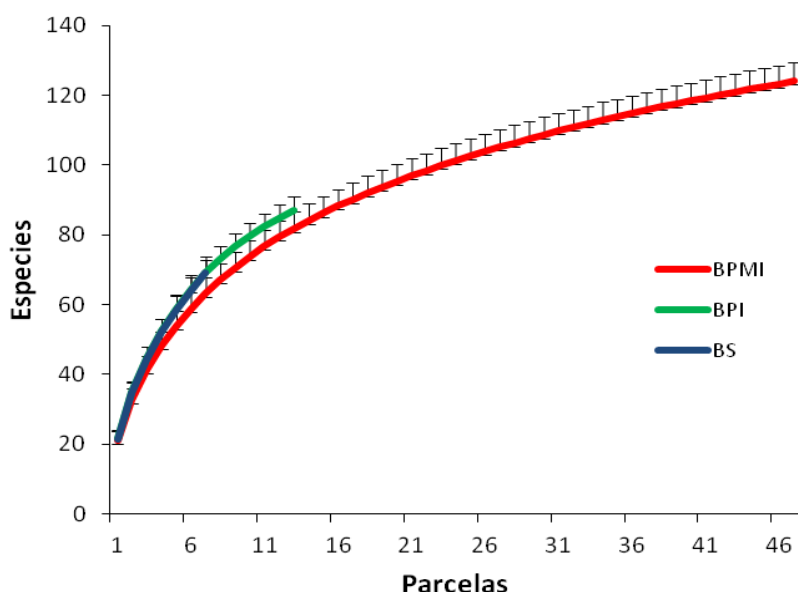


Figura 12. Curvas de acumulación de especies por estrato identificado en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

El Estrato BPMI dado el mayor esfuerzo de muestreo es el que presenta la mayor acumulación de especies. Las curvas de acumulación de los estratos BS y BPI se encuentran ligeramente por encima de la del estrato BPMI, a pesar de tener el menor esfuerzo de muestreo. Este comportamiento es de esperarse, sobre todo en el estrato BPI que por su madurez y menor intensidad de intervención se espera una mayor diversidad de especies.

A pesar que la tendencia de las curvas en los estratos BS y BPMI indica una mayor riqueza de especies, en términos generales sigue existiendo mucha similitud entre los estratos respecto a su composición florística.

4.4. Muestreo diagnóstico y prescripciones silviculturales

Tal como se describió en la metodología, el muestreo diagnóstico busca conocer el potencial presente y futuro del bosque, mediante la escogencia del mejor individuo deseable sobresaliente (DS) por unidad de muestreo; así como las condiciones de iluminación que presenta. Los resultados de este muestreo se presentan por cada estrato identificado.

4.4.1. Estrato bosque secundario (BS)

En este estrato la ocupación es de 78.7 DS/ha y el resto (21.3%) corresponden a parcelas a las cuales no se les encontró DS, es decir las parcelas estaban vacías. El mayor potencial lo constituye la clase brinzal con un 66%, la clase fustal con 8.5% y la latizal es la clase menos representada con 4.3%, tal como se muestra en el Cuadro 6.

La condición de los DS, indica que casi el 45% de ellos está en una condición de iluminación deficiente (clase 4 y 5), y en su mayoría la clase brinzal. Un 13% tiene iluminación regular (clase 3) y un 42.5% tiene iluminación buena (clase 1 y 2).

Cuadro 6. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BS (47 unidades de muestreo de 10 x 10 metros).

Clase de DS	Clase de iluminación de copa					Total	Total/ha %*
	1	2	3	4	5		
Fustal	4	0	0	0	0	4	8.5
Latizal	0	1	1	0	0	2	4.3
Brinzal	1	7	5	6	12	31	66.0
Vacía	3	4	0	3	0	10	21.3
Total	8	12	6	9	12	47	-----
%	17.0	25.5	12.8	19.1	25.5	-----	100.0

%* = El % es equivalente a densidad por hectárea ya que se tienen cien unidades de muestreo por hectárea. Clase de iluminación de copa: 1 =Vertical y lateral plena, 2 =Vertical plena, 3 =Vertical parcial, 4 =Sólo oblicua, 5 =Sin iluminación

Del total de parcelas vacías muestreadas (10), el 70% tiene buena iluminación o sitios con mucha apertura y suficiente entrada de luz, lo que las convierte en espacios con potencial para actividades de enriquecimiento forestal.

La cantidad de fustales por hectárea (8.5) es muy baja, además su distribución por clase diamétrica es irregular (no hay en todas las clases diamétricas). Sin embargo, estos DS tienen muy buena iluminación de copa lo que les permite un crecimiento y desarrollo adecuado sin tener que hacer intervenciones silvícolas para mejorar sus condiciones (Cuadro 6).

No existen problemas de infestación de lianas, así que la condición de los DS en este aspecto es muy favorable. El 84% de ellos no tiene lianas y sólo el 16% tiene lianas a nivel del fuste, lo cual no representa una amenaza de potencial daño al árbol (Cuadro 7).

Cuadro 7. Grado de infestación de lianas en el estrato BS.

Clase de D.S.	Grado de Infestación de Lianas				Total	%
	1	2	3	4		
Fustal	3	1	0	0	4	10.8
Latizal	1	1	0	0	2	5.4
Brinzal	27	4	0	0	31	83.8
Total	31	6	0	0	37	----
%	84	16	0	0	----	100

Grado de infestación de lianas: 1= Sin lianas, 2= Lianas en fuste, 3= Lianas en fuste y copa sin afectar crecimiento, 4= Liana en fuste y copa que afecta el crecimiento

De las 17 especies identificadas en el muestreo diagnóstico en este estrato, *Simarouba amara* y *Vochisia guatemalensis* son las que dominan como DS con 17 árboles/ha cada una, aunque reflejan una iluminación de regular a deficiente debido a que en su mayoría pertenecen a la clase brinzal que es la menos iluminada debido a que se encuentran en estratos inferiores.

El potencial de árboles remanentes (vegetación mayor o iguales a 50 cm de dap) en este estrato es de 10.6 individuos por hectárea, los cuales se encuentran distribuidos en las clases diamétricas 50 y 60 cm y representados sólo en cinco especies comerciales (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BS.

Especie	Clase diamétrica (cm)					%	Ind/ha
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	total		
<i>Apeiba membranacea</i>	0	1	0	0	1	20.0	2.1
<i>Dialium guianense</i>	0	1	0	0	1	20.0	2.1
<i>Luhea semannii</i>	1	0	0	0	1	20.0	2.1
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	0	0	0	1	20.0	2.1
<i>Virola sebifera</i>	1	0	0	0	1	20.0	2.1
Total	3.0	2.0	0	0	5.0	100.0	10.6
Total Ind/ha	6.4	4.3	0.0	0.0	10.6	----	----

En términos generales la remanencia es muy baja y revela la presencia de pocos árboles grandes, lo que coincide con los resultados del muestreo silvicultural obtenido del inventario preliminar. Al ser el potencial remanente muy pobre, es de esperar que el área basal sea baja (3 m²/ha), tal como se puede ver en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Distribución diamétrica del área basal de los árboles remanentes por especie en el estrato BS.

Especie	Clase diamétrica (cm)				
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	total
<i>Apeiba membranacea</i>	0	0.796	0	0	0.796
<i>Dialium guianense</i>	0	0.706	0	0	0.706
<i>Luhea semannii</i>	0.505	0	0	0	0.505
<i>Tetragastris panamensis</i>	0.552	0	0	0	0.552
<i>Virola sebifera</i>	0.435	0	0	0	0.435
Total	1.5	1.5	0.0	0.0	3.0

La causal de remanencia se debe en un 40% a mala forma del fuste (torcidos) que lo hace económicamente no aprovechable; otra razón de remanencia (40%) se debe a consideraciones técnicas y biológicas que motivaron dejarlos catalogados como de reserva. Un 20% de la remanencia se debe a consideraciones fitosanitarias (Cuadro 10).

Cuadro 10. Distribución de árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BS.

Especie	Causa de la remanencia					Total	%	Ind/ha
	1	2	3	4	5			
<i>Apeiba membranacea</i>	0	0	1	0	0	1.0	20.0	2.1
<i>Dialium guianense</i>	1	0	0	0	0	1.0	20.0	2.1
<i>Luhea semannii</i>	1	0	0	0	0	1.0	20.0	2.1
<i>Tetragastris panamensis</i>	0	1	0	0	0	1.0	20.0	2.1
<i>Virola sebifera</i>	0	0	1	0	0	1.0	20.0	2.1
Total	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0	5.0	100.0	-----
Total Ind/ha	4.3	2.1	4.3	0.0	0.0	10.6	-----	-----

Causa de remanencia: 1= Mala forma, 2=Fitosanitario, 3=Reserva, 4=Potencial comercial, 5= No comercial

De acuerdo al muestreo silvicultural (vegetación mayor o igual a 10 cm de dap), el potencial en este estrato es de 487 árboles/ha y un área basal de 15.44 m²/ha. Se determinaron 69 especies entre las cuales el 49% fueron consideradas comerciales (ver lista de especies consideradas comerciales en Anexo 10), mientras que el resto (51%) fueron consideradas como no comerciales. A pesar que existen muchas especies comerciales, sólo tres figuran como las de mayor área basal, entre ellas *Goethalsia meiantha* (1.40 m²/ha), *Dialium guianense* (1.26 m²/ha) y *Ochroma pyramidale* (0.88 m²/ha).

4.4.1.1. Prescripción silvicultural para el estrato BS

Los pocos DS de la clase fustal (8.5/ha) se encuentran bien iluminados y no tienen problemas de lianas, por lo que no amerita en estos momentos hacer ningún tratamiento dirigido a esa clase para favorecer las condiciones de iluminación. La presencia de latizales es igualmente pobre y los presentes no requieren de una intervención para mejorar sus condiciones. La clase

brinjal es la de mayor presencia en este estrato (66 árboles/ha), y aunque se observe la necesidad de mejorar su iluminación pues la mayoría está en clase de iluminación deficiente (4 y 5), no se recomienda ningún tipo de intervención silvícola debido a que es considerada una población no establecida por lo cual sería un riesgo pensar en un tratamiento silvicultural dirigido a esta clase.

Con respecto a la remanencia y al igual que en el muestreo silvicultural, se determina un estrato con pocos árboles mayores a 50 cm lo cual no proporciona mayor interés en una corta o cosecha de salvamento; además que un posible aprovechamiento afectaría la estructura en formación, la regeneración y la remanencia; lo que provocaría mayor disminución del área basal y número de árboles existentes.

Los valores referentes al número de árboles y área basal por hectárea (Cuadro 4), revelan que este bosque fue fuertemente intervenido ya que en el bosque original o levemente intervenido, en esta zona, los valores son aproximadamente de 485 árboles/ha y 25 m²/ha de área basal. Con esta información se asume que este estrato a recuperado su densidad, pero no así su área basal, la cual ha sido disminuida en un 38% con respecto al estado original estimada para esa zona (25 m²/ha). Con esta disminución en el área basal, no se recomienda ninguna intervención que baje aún más los valores de esta variable, pues se corre el riesgo de hacer mayores aperturas lo que hace que el estrato se vuelva vulnerable en los procesos de regeneración natural. Por lo analizado consideramos que las propuestas de tratamientos para favorecer este estrato son:

1-La propuesta general es no aplicar tratamientos silviculturales, si no esperar avances en la sucesión o regeneración existente.

2-No obstante, el 21.3% de espacios sin DS (Cuadro 6) y con mucha iluminación indica que hay una buena proporción de área (superficie) donde se puede realizar una propuesta de enriquecimiento, sin embargo es necesario contemplar los altos costos que esto acarrea por la adquisición de semilla o plántulas, manejo de viveros, siembra, limpiezas de mantenimiento y además la inseguridad o riesgo en el establecimiento de las plantas ya que no todas lograrán sobrevivir. Además es importante considerar entre hacer un enriquecimiento versus la gran cantidad de especies comerciales que ya existen en el sitio y aunque tienen tamaño y diámetros pequeños ya se tienen sin ninguna inversión económica, además que en su mayoría son del gremio ecológico heliófitas durables por lo que allí, en este sitio, tienen las condiciones ideales de luminosidad para establecerse.

Dependiendo de los recursos y objetivos de la empresa en plantar o hacer enriquecimiento con una o varias especies de interés comercial, se podría aventurar con este tipo de tratamientos para lo cual se recomendaría lo siguiente:

- Ubicar mediante mapeo, los sitios abiertos o con escasa regeneración natural comercial.
- Seleccionar la (s) especie (s) a utilizar en el tratamiento, atendiendo a las condiciones de adaptabilidad a la zona.

- Elegir el sistema y forma de siembra. Aunque pueden existir diversas formas y sistemas de siembra (en línea, bosque, fajas o trochas), se sugiere la siembra en fajas de 5 metros de ancho las cuales deben estar abiertas con una orientación este-oeste de tal manera que permita la mayor penetración de luz posible. Al momento de abrir las fajas se recomienda no cortar especies brinzales y latizales de valor comercial. La línea de siembra debe hacerse al centro de la faja a una distancia de 5 metros entre cada árbol plantado y la distancia entre líneas de siembra debe ser de 10 metros. Estos valores pueden ser modificados dependiendo de la especie que se utilice para enriquecer y de la altura de la vegetación en el sitio.
- Elegir establecimiento y mantenimiento de las plantas
- Durante este manejo se recomienda hacer un inventario de regeneración para cuantificar brinzales y latizales que a futuro serían los árboles idealizables en su forma de fuste y copa que ocuparían los espacios vacíos y así llevar un monitoreo del estado del bosque en este aspecto.

3-Liberación selectiva de latizales y fustales así como de aquellos brinzales que no teniendo el diámetro requerido para ser clasificado como latizal, sí tienen buen crecimiento vertical que lo convertirían en un candidato a aplicarles este tratamiento. Se busca con este tratamiento de manera selectiva (no al 100%) mejorar las condiciones de luminosidad de los árboles elegidos, pero con la menor alteración posible de la masa vegetal. Se recomienda llevar un registro de los individuos tratados por lote o hectárea.

4.4.2. Estrato de bosque primario muy intervenido (BPMI)

El potencial que presenta el muestreo diagnóstico en este estrato es bueno, debido a que el 84% del total de parcelas muestreadas están ocupadas con DS (84 DS/ha) y sólo el 16% están vacías (sin DS). Comparativamente con el estrato BS, encontramos que en el estrato BPMI hay ligeramente un ascenso en DS encontrados, pues en el estrato BS se tienen 79 DS/ha y 21 unidades vacías (sin DS/ha). Existe una alta presencia de brinzales (69 brinzales/ha), 13 fustales/ha y sólo 2 latizales/ha, tal como se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BPMI (155 unidades de muestreo de 10 x 10 metros).

Clase de DS	Clase de iluminación de copa					Total	Total/ha %*
	1	2	3	4	5		
Fustal	11	5	2	2	0	20	13
Latizal	0	0	2	1	0	3	2
Brinzal	0	11	29	31	36	107	69
Vacía	2	8	3	1	11	25	16
Total	13	24	36	35	47	155	-----
%	8.0	15	23	23	30		100.0

% * = El % es equivalente a densidad por hectárea ya que se tienen cien unidades de muestreo por hectárea. Clase de iluminación de copa: 1 =Vertical y lateral plena, 2 =Vertical plena, 3 =Vertical parcial, 4 =Sólo oblicua, 5 =Sin iluminación

En este estrato los DS fustales están bien iluminados ya que el 80% se encuentran en la clase de iluminación de copa 1 y 2; mientras que el resto (brinzales y latizales) se mantiene en una iluminación de regular a deficiente (luz 3, 4 y 5) debido a que esta vegetación se encuentra en los estratos inferiores o bajo dosel. En el caso de las parcelas vacías, la iluminación es de regular a buena, debido a que el 40% de estas parcelas tienen iluminación 1 y 2, lo que indica que están fuertemente iluminadas y ello conlleva a sitios muy abiertos; no obstante se tiene un 60% de estas parcelas con iluminación de regular a deficientes (iluminación 3, 4 y 5) lo que indican que están total o ligeramente sombreadas (Cuadro 11).

Los resultados en este estrato muestran que no hay problemas de infestación de lianas. El 73% de los DS aparecen sin lianas, un 18% con lianas a nivel del fuste sin problemas para el árbol, un 6% con presencia de lianas en fuste y copa y solamente un 3% con lianas que evidencian competencia seria para el individuo, presentándose esta condición principalmente en los DS brinzales (Cuadro 12).

Cuadro 12. Grado de infestación de lianas en el estrato BPMI.

Clase de DS	Grado de infestación de lianas				Total	%
	1	2	3	4		
Fustal	16	3	0	1	20	15.4
Latizal	2	1	0	0	3	2.3
Brinzal	77	19	8	3	107	82.3
Total	95	23	8	4	130	-----
%	73	18	6	3	-----	100

Grado de infestación de lianas: 1= Sin lianas, 2= Lianas en fuste, 3= Lianas en fuste y copa sin afectar crecimiento, 4= Liana en fuste y copa que afecta el crecimiento

Cuatro son las especies con mayor presencia en cuanto a DS en este estrato, entre las cuales están *Brosimum guianensis* con 11% de presencia, *Simarouba amara* (9.7%), *Dialium guianense* (9%) y *Terminalia amazonia* con (7.1%) como las más importantes. Se tiene un grupo de 19 especies pero con menor presencia de DS (0.6 a 5.8 DS/ha).

Los Cuadros 13 y 14 presentan el potencial de remanencia con respecto al número de individuos y área basal en este estrato.

Cuadro 13. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BPMI.

Especie	Clase diamétrica (cm)						Ind/ha
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	total	%	
<i>Dialium guianense</i>	3	1	0	2	6	23.1	3.9
<i>Tetragastris panamensis</i>	3	0	0	0	3	11.5	1.9
<i>Apeiba membranacea</i>	0	0	1	1	2	7.7	1.3
<i>Dipteryx panamensis</i>	0	1	1	0	2	7.7	1.3
<i>Terminalia bucidoides</i>	2	0	0	0	2	7.7	1.3
<i>Brosimum sp</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Croton smithianus</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Lacmellea panamensis</i>	0	1	0	0	1	3.8	0.6
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	1	0	0	1	3.8	0.6
<i>Otoa novo granatense</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Samanea saman</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Sin identificar</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Spondia mombis</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Sterculia costaricana</i>	0	0	1	0	1	3.8	0.6
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
<i>Vochisia ferruginia</i>	1	0	0	0	1	3.8	0.6
Total	16	4	3	3	26	100.0	16.8
Total Ind/ha	10.3	2.6	1.9	1.9	16.8	----	----

El potencial de remanencia (árboles mayores o igual a 50 cm de dap) en este estrato es de 16.8 árboles/ha y de 5 m²/ha de área basal, donde la especie predominante es *Dialium guianense* con 23.1% de presencia (3.9 árboles/ha). Las cinco primeras especies remanentes dominantes en este estrato son las de mayor importancia comercial. Existe una mayoritaria presencia (61%) de árboles en la clase diamétrica de 50 a 59.9 cm y pocos en las clases superiores, condición que se refleje en una reducida área basal tal como se aprecia en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Distribución diamétrica del área basal de árboles remanentes por especie en el estrato BPML.

Especie	Clase diamétrica (cm)				Total G/ha
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	
<i>Dialium guianense</i>	0.465	0.182	0	0.69	1.337
<i>Apeiba membranacea</i>	0	0	0.248	0.358	0.606
<i>Dipteryx panamensis</i>	0	0.182	0.304	0	0.486
<i>Tetragastris panamensis</i>	0.457	0	0	0	0.457
<i>Terminalia bucidoides</i>	0.28	0	0	0	0.28
<i>Sterculia costaricana</i>	0	0	0.248	0	0.248
<i>Lacmellea panamensis</i>	0	0.227	0	0	0.227
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0.182	0	0	0.182
<i>Otoa novo granatense</i>	0.179	0	0	0	0.179
<i>Spondia mombis</i>	0.159	0	0	0	0.159
<i>Samanea saman</i>	0.153	0	0	0	0.153
<i>Swartzia cubensis</i>	0.153	0	0	0	0.153
<i>Vochisia ferruginia</i>	0.137	0	0	0	0.137
<i>Brosimum sp</i>	0.132	0	0	0	0.132
<i>Croton smithianus</i>	0.127	0	0	0	0.127
<i>Sin identificar</i>	0.127	0	0	0	0.127
Total m²/ha	2.369	0.773	0.8	1.048	4.99

El 46% (7.7 árboles/ha) de la remanencia se debe a mala forma del fuste, un 31% a consideraciones técnicas que permitió clasificarlos como de reserva, 4% a estado fitosanitario, 4% son especies potenciales y 16% a árboles de especies no comerciales (Cuadro 15).

El muestreo silvicultural (vegetación mayor o igual a 10 cm de dap) presenta un potencial de 491 árboles/ha y 18.7 m²/ha de área basal (Cuadro 4). El área basal de las cuatro últimas clases diamétricas (50 cm en adelante) es de 5.21 m²/ha según el muestreo silvicultural obtenido del inventario preliminar (Cuadro 4); valor que es muy similar al encontrado en el muestreo de remanencia (4.99 m²/ha) en esas mismas clases diamétricas.

De las 125 especies identificadas en este estrato, el 47% están siendo consideradas como comerciales (Ver Anexo 10 sobre especies comerciales) y el resto (53%) como no comerciales. Las especies comerciales con mayor presencia y área basal son *Dialium guianense* (2.08m²/ha), *Goethalsia meiantha* (2.02m²/ha), *Protium sp* (1.01m²/ha) y *Apeiba membranaceae*. Del total de área basal en este estrato (18.7 m²/ha), 10.13 m²/ha corresponden a especies de valor comercial. Comparativamente con el estrato BS, este tiene mayores valores en cuanto al número de árboles (similar a los bosques originales de la zona y con la tendencia de mantener una alta densidad) y también de área basal, sin embargo aún no alcanza su umbral de crecimiento pero si muestra que está en plena recuperación.

Cuadro 15. Distribución de los árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BPMI.

Especie	Causa de la remanencia					Total	%	Ind/ha
	1	2	3	4	5			
<i>Dialium guianense</i>	5	0	1	0	0	6.0	23.1	3.9
<i>Brosimum sp</i>	0	0	1	0	0	1.0	3.8	0.6
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	0	2	0	0	3.0	11.5	1.9
<i>Dipteryx panamensis</i>	0	0	2	0	0	2.0	7.7	1.3
<i>Terminalia bucidoides</i>	0	0	2	0	0	2.0	7.7	1.3
<i>Apeiba membranacea</i>	2	0	0	0	0	2.0	7.7	1.3
<i>Croton smithianus</i>	0	0	0	0	1	1.0	3.8	0.6
<i>Lacmellea panamensis</i>	1	0	0	0	0	1.0	3.8	0.6
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0	0	0	1	1.0	3.8	0.6
<i>Otoa novo granatense</i>	0	0	0	0	1	1.0	3.8	0.6
<i>Samanea saman</i>	0	1	0	0	0	1.0	3.8	0.6
<i>Sin identificar</i>	0	0	0	1	0	1.0	3.8	0.6
<i>Spondia mombis</i>	0	0	0	0	1	1.0	3.8	0.6
<i>Sterculia costaricana</i>	1	0	0	0	0	1.0	3.8	0.6
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0	0	0	0	1.0	3.8	0.6
<i>Vochisia ferruginia</i>	1	0	0	0	0	1.0	3.8	0.6
Total	12	1	8	1	4	26.0	100.0	16.8
Total Ind/ha	7.7	0.6	5.2	0.6	2.6	16.8	----	-----

Causa de remanencia: 1= Mala forma, 2=Fitosanitario, 3=Reserva, 4=Potencial comercial, 5= No comercial

4.4.2.1. Prescripción Silvicultural para el estrato BPMI

El 84% del área muestreada está ocupada con DS, lo que en principio indica un alto potencial de individuos idealizados para futuras cosechas (Cuadro 11). La clase fustal presente tiene 13 árboles/ha y con buena iluminación de copa, además de no tener problemas de lianas por lo cual no amerita hacer un tratamiento dirigido a esta clase. Se da prioridad en el análisis a los fustales por ser la regeneración establecida y sobre esa será la respuesta de los tratamientos silvícolas a aplicar. La clase latizal es muy insignificante su presencia (2 árboles/ha), razón por la que tampoco se justificaría un tratamiento dirigido hacia esta clase de DS, además de que cualquier tratamiento es incierto en su respuesta y de altos costos debido a que la regeneración no establecida así lo demanda.

La clase brinzal es la mayormente representada en este estrato (69 árboles/ha), pero también es la que está en las peores condiciones de iluminación, lo que dificulta su crecimiento y potencial desarrollo (Cuadro 11). En principio pareciera que un tratamiento de liberación dirigido a esta clase de DS, sería lo más conveniente sin embargo, por lo ya comentado (lo incierto en la respuesta y altos costos, mayor apertura del estrato, se disminuiría el área basal que está en franca recuperación y se afectaría la estructura general del bosque) no es saludable aplicar un tratamiento dirigido a esta clase de DS. En resumen, el muestreo diagnóstico indica prematuramente la no necesidad de tratar el rodal.

La remanencia a pesar de tener una aceptable densidad (16.8 árboles/ha), la mayoría se concentra en la clase diamétrica más baja (50 a 59.9 cm), es decir, tiene pocos árboles con

diámetros mayores razón por la cual el área basal es baja (4.99 m²/ha), lo que indica que es un estrato que está en crecimiento de su área basal. El hecho de existir pocos árboles mayores a 50 cm de dap es una razón por la que encontramos en adecuadas condiciones de iluminación a los DS fustales.

Es importante destacar que un 65% de la remanencia se debe a mala forma, problemas fitosanitarios y árboles de especies no comerciales (en total 11 individuos en condiciones no deseadas), mientras que encontramos 5.8 árboles/ha (34%) en condiciones de potencialidad para futuras cosechas, como lo son los individuos de reserva y de especies con potencial para la industria maderera (Cuadro 15).

Prescripción:

En atención a este análisis consideramos que las propuestas más viables para este estrato son:

1-Se recomienda un tratamiento de saneamiento y refinamiento muy puntual y dirigido, eliminando un porcentaje de los árboles remanentes no deseados (mala forma, mal estado fitosanitario y los no comerciales). El porcentaje a eliminar es de hasta un 15% del área basal existente, es decir 2.8 m²/ha como máximo. Con esta reducción aseguramos no sobrepasar un 40% de reducción total, considerando como referencia la cifra de 25 m²/ha en el bosque original en esa zona. Se busca con este tratamiento mejorar de manera directa las condiciones de espacio e iluminación en árboles fustales de futura cosecha (especies comerciales); e indirectamente favorecer a la clase brinzal y latizal que se encuentra pobremente iluminada, permitiéndoles mejorar las condiciones de iluminación que requieren para su desarrollo.

Este tratamiento se puede hacer de manera puntual en base al siguiente procedimiento:

- Donde se evidencia competencia y concentración de árboles no deseados en afectación de aquellos árboles fustales de futura cosecha con tamaño mayor a 10 cm de dap (regeneración establecida).
- No eliminar palmas ni el 100% de los árboles dañados por su importancia en la ecología (alimento de aves, nicho de especies de fauna, etc.).
- Donde no hay competencia y en claros no eliminar vegetación
- El área basal a reducir puede ser menor a la indicada (15% del área basal).
- Antes de ejecutar el tratamiento en un 100%, hacer un ensayo para calibrar y dar fe de una adecuada prescripción silvicultural.

En cualquiera de los casos el tratamiento (saneamiento: eliminando árboles dañados y de mala forma; y refinamiento: eliminando árboles de especies no comerciales) debe hacerse bajo la técnica de anillamiento o perforación, sin la aplicación de arboricidas, para provocar una muerte lenta (1 a 2 años) de los árboles tratados y no afectar de manera drástica la vegetación circundante.

2-Aunque técnicamente no lo amerita por el alto porcentaje de regeneración existente y el alto porcentaje de parcelas ya ocupadas con DS; quedaría a criterio de la empresa en función de sus recursos y objetivos específicos, hacer enriquecimiento en aquellos espacios o claros donde no hay especies comerciales en regeneración, siguiendo las recomendaciones hechas para este tratamiento en el estrato BS.

3-No se recomienda aprovechamiento en este estrato por las siguientes razones:

- El volumen de madera remanente comercial no es suficiente para ofrecer una rentabilidad y menos cuando el mayor volumen está concentrado en árboles de mala forma (48% del volumen).
- De hacerse una cosecha, esto reduce aún más el área basal y con ello los riesgos de perder estructura y retrocesos en la sucesión del estrato.
- Sería muy difícil, con los datos silvícolas actuales y el historial del bosque, que la legislación vigente pueda permitir un aprovechamiento en este estrato.

4.4.3. Estrato de bosque primario intervenido (BPI)

El potencial encontrado en este estrato respecto a DS es de 14.9 fustales/ha, 7.9 latizal/ha y 57 brinzal/ha. El 80% de las parcelas muestreadas están ocupadas con DS y sólo el 20% corresponde a parcelas sin DS (Cuadro 16). Al igual que en los estratos anteriores, la clase fustal presenta muy buena iluminación de copa, ya que el 70.6% de ellos tienen clase de iluminación 1 y 2. La clase latizal y brinzal presentan iluminación de regular a deficiente, aunque es marcada la deficiencia en la clase brinzal en donde el 72% de sus individuos tienen iluminación 4 y 5. (Cuadro 16)

Cuadro 16. Distribución de árboles deseables sobresalientes (DS) por clase de deseable y clase de iluminación de copa en el estrato BPI (114 unidades de muestreo de 10 x 10 metros).

Clase de DS	Clase de iluminación de copa					Total	% *
	1	2	3	4	5		
Fustal	9	3	3	1	1	17	14.9
Latizal	0	3	1	4	1	9	7.9
Brinzal	2	2	14	16	31	65	57.0
Vacía	6	1	3	2	11	23	20.2
Total	17	9	21	23	44	114	---
% de ilum. de copa	14.9	7.9	18.4	20.2	38.6	---	100

% * = El % es equivalente a densidad por hectárea ya que se tienen cien unidades de muestreo por hectárea. Clase de iluminación de copa: 1 =Vertical y lateral plena, 2 =Vertical plena, 3 =Vertical parcial, 4 =Sólo oblicua, 5 =Sin iluminación

La distribución de los fustales por clase diamétrica es homogénea y el 70.5% de los árboles de esta clase de DS tienen buena iluminación de copa (Cuadro 16). No se refleja problemas de lianas en este estrato ya que el 65% de los DS marcaron libre de lianas, el 24% presentó lianas a nivel del fuste pero sin potencial daño al árbol, un 8% presentó lianas a nivel de fuste y copa pero sin daños y sólo un 3% de los DS presentaban evidencia de daños por la presencia de lianas en fuste y copa (Cuadro 17).

Cuadro 17. Grado de infestación de lianas en el estrato BPI.

Clase de DS	Grado de infestación de lianas				Total	%
	1	2	3	4		
Fustal	8	6	3	0	17	18.7
Latizal	5	3	1	0	9	9.9
Brinzal	46	13	3	3	65	71.4
Total	59	22	7	3	91	---
%	65	24	8	3	---	100.0

Grado de infestación de lianas: 1= Sin lianas, 2= Lianas en fuste, 3= Lianas en fuste y copa sin afectar crecimiento, 4= Liana en fuste y copa que afecta el crecimiento

De las 21 especies DS identificadas en este estrato, las de mayor presencia son *Brosimum guianensis* (9.6%), *Simarouba amara*, *Tetragastris panamensis* y *Virola sebifera* con 8.8%, *Dialium guianense* y *Vochisia guatemalensis* con 7% de presencia cada una. El resto de especies mantienen una presencia baja (Anexo 8).

El potencial remanente que presenta este estrato es de 13.16 árboles/ha y 4 m²/ha de área basal, existiendo una concentración de individuos en la clase diamétrica de 50 a 59.9 cm y muy pocos árboles en las clases mayores subsiguientes (Cuadro 18 y 19).

Cuadro 18. Distribución diamétrica del número de árboles remanentes por especie en el estrato BPI.

Especie	Clase diamétrica (cm)					total	%	Ind/ha
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +				
<i>Dialium guianense</i>	1	1	2	1		5	33.3	4.4
<i>Sideroxylum capiri</i>	1	0	0	1		2	13.3	1.8
<i>Carapa guianensis</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Goethalsia meiantha</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Lacmellea panamensis</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Luhea seemannii</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Simarouba amara</i>	0	1	0	0		1	6.7	0.9
<i>Terminalia bucidoides</i>	1	0	0	0		1	6.7	0.9
<i>Tetragastris panamensis</i>	0	1	0	0		1	6.7	0.9
Total	8	3	2	2		15	100.0	13.2
Total Ind/ha	7.0	2.6	1.8	1.8		13.2		

De las 10 especies identificadas como remanentes (árboles mayores o iguales a 50 cm dap), dos presentan mayor dominancia en este estrato, *Dialium guianense* (4.4 árboles/ha y 1.68 m²/ha de área basal) y la especie *Sideroxylum capiri* (0.61 m²/ha de área basal y 1.8 árboles/ha). El resto de especies refleja una presencia baja pero muy homogénea. Esta condición se presenta igual a nivel de área basal, lo que indica un estrato mucho más maduro, homogéneo en cuanto a su estructura o quizás un estrato que fue menos intervenido (Cuadro 18 y 19).

Cuadro 19. Distribución diamétrica del área basal de árboles remanentes por especie en el estrato BPI.

Especie	Clase diamétrica (cm)				Total m ² /ha
	50-59.9	60-69.9	70-79.9	80 +	
<i>Dialium guianense</i>	0.172	0.291	0.726	0.498	1.687
<i>Sideroxilum capiri</i>	0.172	0	0	0.441	0.613
<i>Tetragastris panamensis</i>	0	0.261	0	0	0.261
<i>Simarouba amara</i>	0	0.256	0	0	0.256
<i>Lacmellea panamensis</i>	0.244	0	0	0	0.244
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	0.201	0	0	0	0.201
<i>Carapa guianensis</i>	0.19	0	0	0	0.19
<i>Luhea seemannii</i>	0.186	0	0	0	0.186
<i>Terminalia bucidoides</i>	0.186	0	0	0	0.186
<i>Goethalsia meiantha</i>	0.172	0	0	0	0.172
Total m²/ha	1.523	0.808	0.726	0.939	3.996

El 59.8% (7.9 árbol/ha) de la remanencia se clasificó como árboles de reserva, lo que indica que eran árboles con buenas características fenotípicas y que en el pasado cuando el bosque fue intervenido, estas especies probablemente no tenían mayor valor comercial y por eso fueron dejadas. La causal de remanencia por problemas fitosanitarios y por árboles de mala forma se clasificaron en 1.8 y 2.6 árboles/ha, respectivamente. No se reportó árboles con potencial comercial y sólo 0.9 árboles/ha fueron reportados como no comerciales, como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Distribución de los árboles remanentes por especie y causa de remanencia en el estrato BPI.

Especie	Causa de la remanencia					Total	%	Ind/ha
	1	2	3	4	5			
<i>Dialium guianense</i>	1	2	2	0	0	5.0	33.3	4.4
<i>Sideroxilum capiri</i>	1	0	1	0	0	2.0	13.3	1.8
<i>Carapa guianensis</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Goethalsia meiantha</i>	1	0	0	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Lacmellea panamensis</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Luhea seemannii</i>	0	0	0	0	1	1.0	6.7	0.9
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Simarouba amara</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Terminalia bucidoides</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
<i>Tetragastris panamensis</i>	0	0	1	0	0	1.0	6.7	0.9
Total	3	2	9		1	15.0	100.0	13.2
Total Ind/ha	2.6	1.8	7.9	0.0	0.9	13.2	-----	-----

Causa de remanencia: 1= Mala forma, 2=Fitosanitario, 3=Reserva, 4=Potencial comercial, 5= No comercial

El muestreo silvicultural (vegetación mayor o igual a 10 cm de dap) muestra un potencial para este estrato de 417.9 árboles/ha y 19.0 m²/ha de área basal (Cuadro 4). De forma general en este estrato se identificaron 86 especies de las cuales el 45.3% (39 especies) fueron consideradas como de tipo comercial (Ver Anexo 10 sobre especies comerciales) y el resto 54.7% (47 especies) fueron consideradas como no comercial.

Las especies comerciales suman en promedio 10.96 m²/ha de área basal, siendo las especies con mayor dominancia *Dialium guianense* (3.25 m²/ha), *Protium sp* (1.95 m²/ha) y *Apeiba membranaceae* (0.67 m²/ha). Las no comerciales suman en promedio 8.07 m²/ha de área basal, siendo la especie más dominante en este grupo *Croton smithianus* con 2.14 m²/ha de área basal.

4.4.3.1. Prescripción silvícola para el estrato BPI

El 80% del área muestreada está ocupada con DS y el resto (20%) corresponde a parcelas vacías (sin DS). La clase fustal se mantiene con buena iluminación de copa, ya que el 70.6% de ellos están en la clase de iluminación 1 y 2; lo cual indica que no es necesario aplicar ningún tratamiento dirigido a esta clase.

La clase latizal, a diferencia de los estratos anteriores, tienen mayor presencia (7.9%) aunque el grado de iluminación es deficiente. La clase brinzal es la que mayor presencia tiene y de igual manera es la clase con la peor iluminación de copa (el 72% está con iluminación 4 y 5). Se encontró que el 65% de los DS están libres de lianas y sólo el 24% mantenían lianas en el fuste pero sin potencial problemas para el árbol. Existe un potencial remanente de 13 árbol/ha y 4 m²/ha de área basal, el cual se considera aceptable para este tipo de bosques. El 59.8% de la remanencia fue clasificada como de reserva, indicando una madurez y homogeneidad estructural de este estrato. De acuerdo al análisis de los resultados se propone las siguientes opciones de tratamientos:

1-De la remanencia clasificada como reserva (7.9 árbol/ha) o 2.568 m²/ha, se puede hacer un aprovechamiento siempre apegados a los principios de sostenibilidad establecidos de acuerdo a criterios técnicos y de conformidad con lo que indica la legislación del país MINAET, *et al.* (2008). Para ello es necesario hacer un plan de aprovechamiento y evaluar la rentabilidad y factibilidad de la operación para la empresa.

Estimando un área basal original para los bosques no intervenidos en esta zona de 25 m²/ha y al tener en este estrato un área basal actual de 19 m²/ha, se estima que hubo una reducción promedio de 6 m²/ha (24%). Si técnicamente se considera que se puede aprovechar y afectar hasta un 40% del área basal sin que esto altere significativamente la estructura y composición del bosque y se crean las condiciones para fomentar el dinamismo y crecimiento de los árboles deseables sobresalientes; es factible entonces un aprovechamiento del 16% del área basal actual que equivale a 4 m²/ha. En el cuadro 21 se muestran los parámetros que permiten técnicamente hacer un aprovechamiento.

Cuadro 21. Área basal y volumen comercial remanente en el estrato BPI.

Especie	DAP (cm)	G m ² /ha	Vol. m ³ /ha	Causa de Remanencia
<i>Dialium guianense</i>	65	0.291	1.853	3
<i>Dialium guianense</i>	85	0.498	3.811	3
<i>Sideroxylum capiri</i>	80	0.441	3.368	3
<i>Simarouba amara</i>	61	0.256	1.937	3
<i>Tetragastris panamensis</i>	61.5	0.261	1.492	3
Total		1.747	12.46	

Causa de remanencia 3= árboles de reserva

Se estarían aprovechando aquellas especies comerciales remanentes cuyo diámetro sea mayor o igual a 60 cm de dap (Cuadro 21) y que la causal de remanencia sea tres (3), es decir, árboles de reserva o portadores que en su momento quedaron por restricciones técnicas o de mercado. De acuerdo al muestreo de remanencia, el área basal aprovechada sería de 1.747 m²/ha que equivale a 12.46 m³/ha (Cuadro 21).

El área basal para la causal de remanencia (3) es de 2.568 m²/ha, con un volumen de 18.611 m³/ha, sin embargo no se puede aprovechar esta cantidad ya que la normativa nacional establece aprovechar sólo individuos mayores o iguales a 60 cm de dap MINAET, *et al.* (2008). Koppelman (1990) citado por Louman *et al.* (2001), encontró que en un aprovechamiento inicial de impacto reducido en el bosque La Tirimbina en Costa Rica, el daño al área basal original por efecto del aprovechamiento fue de 12.7%. Si aplicáramos este parámetro al área basal remanente en el estrato BPI (4 m²/ha), la afectación por aprovechamiento sería de 0.508 m²/ha que sumado al aprovechamiento efectivo (1.747 m²/ha) daría un total de 2.255 m²/ha de área basal que se estaría disminuyendo del total actual que tiene el estrato (19 m²/ha). Si se hace un aprovechamiento, no se recomienda hacer ningún otro tratamiento de inmediato ya que la labor de aprovechamiento es suficiente para lograr una apertura del dosel en beneficio de las clases fustal, latizal y brinzal que están en los estratos bajos.

2-Si no se hace un aprovechamiento, se recomienda un tratamiento de saneamiento y refinamiento, es decir, eliminar todos los árboles remanentes (árboles con dap igual o mayor a 50 cm de dap) en las categorías de mala forma (1), con problemas fitosanitarios (2) y los considerados no comerciales. En este caso la reducción en área basal sería de 1.4 m²/ha (Cuadro 20). En el caso del tratamiento de saneamiento (eliminar árboles de mala forma y con problemas fitosanitarios) este debe hacerse de acuerdo a Quirós (1998) bajo la técnica de anillamiento o perforación, sin la aplicación de arboricidas, para provocar una muerte lenta (1 a 2 años) de los árboles tratados y no afectar de manera drástica la vegetación circundante. La apertura del dosel por efecto de este tratamiento no será de inmediato ya que los árboles quedan en pie por mucho tiempo.

En el tratamiento de refinamiento (eliminar árboles de especies no comerciales a partir de un diámetro determinado) el efecto de apertura del dosel es de inmediato ya que se recomienda la

tala de todos aquellos árboles no comerciales mayores o iguales a 50 cm de diámetro, que de acuerdo al muestreo en este estrato son pocos, 0.9 árboles/ha (Cuadro 20). En ambos tratamientos (saneamiento y refinamiento) es importante no eliminar árboles que no representan competencia para DS, ni tampoco aquellos que evidencien importancia ecológica como de anidación y alimentación de aves y otros animales silvestres.

3-Técnicamente no se recomienda un tratamiento de liberación en este estrato. No es factible para la clase fustal, tampoco para la clase latizal y brinzal aún cuando esta última tenga problemas de iluminación; la razón es que hacer una liberación en la clase brinzal (árboles muy pequeños) implicaría demasiados costos y mucha apertura del dosel lo que afectaría en gran medida la estructura y composición del bosque.

5. MONITOREO SILVICULTURAL

El objetivo de la aplicación de un tratamiento silvicultural, es la de mejorar y potencializar su producción en términos de mayor crecimiento de área basal y calidad de fuste de los árboles que serán a futuro cosechados para la utilización de su madera. Es muy importante entonces, que el tratamiento que se aplique esté acompañado de un proceso de monitoreo desde su aplicación hasta que, de acuerdo a criterios técnicos se considere que el mismo ha terminado.

5.1-Qué es el monitoreo y su importancia

Ordóñez *et al.* (2003) definen el monitoreo como el proceso de recolección de información usada para mejorar el manejo del bosque y que a su vez hace posible el aprendizaje por medio de la determinación de la ocurrencia, tamaño, dirección e importancia de los cambios que ocurren en el bosque como resultado de la ejecución de acciones de manejo.

Finegan *et al.* (2004) considera que uno de los aspectos más importantes por los cuales el monitoreo debe ser pieza fundamental en el manejo de bosques, es la pérdida de biodiversidad ya sea por la aplicación de prácticas inadecuadas de manejo que impactan negativamente las funciones ecológicas del bosque o por la extracción de productos que sin un adecuado ordenamiento, afectan la producción de bienes y servicios imprescindibles para la vida.

Se puede considerar que un monitoreo bien ejecutado, se convierte en una herramienta útil (tanto para técnico y/o silvicultor) para saber si el tratamiento silvicultural aplicado rindió los beneficios esperados dentro del marco de un manejo sostenible. Si no fue así, también se podrá saber las razones probables por las cuales no se logró el objetivo y poder hacer las correcciones pertinentes. Orozco *et al.* (2006) identifican en el marco de un aprovechamiento de impacto reducido tres formas o tipos de monitoreo; el monitoreo estatal referido al cumplimiento de leyes y normas, el monitoreo de la sostenibilidad enfocado al impacto de la actividad propiamente del aprovechamiento y un monitoreo interno, que busca mejorar las actividades dentro de una empresa.

Para el presente estudio y monitoreo de los tratamientos recomendados por cada estrato, estamos proponiendo la implementación de los protocolos establecidos en la guía de monitoreo elaborado por el Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA) en unión con la Universidad Estatal de Oregon (OSU) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); el cual propone herramientas prácticas, fáciles de evaluar y relevantes, con las que se pueden detectar cambios por las acciones de manejo y saber si estos pueden ser considerados aceptables o no aceptables (Finegan *et al.* 2004).

La guía metodológica “*Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo*” aunque en su concepción está enfocada a bosques de Alto Valor para la Conservación, la esencia básica del monitoreo no cambia y puede ser aplicada a nuestra área de estudio.

La guía establece como estrategia de monitoreo dos enfoques: un enfoque de filtro grueso basado en indicadores de estructura y composición del rodal como medidas indirectas de la biodiversidad y un enfoque de filtro fino que consiste en el monitoreo de la respuesta de grupos de especies o especies individuales indicadoras de perturbación (Ordóñez, *et al.* 2003).

5.2. Indicadores a muestrear

Se propone el monitoreo con base al enfoque de filtro grueso el cual está basado en características de estructura y composición (densidad, área basal, apertura del dosel en el sotobosque, estructura vertical del bosque y la composición y abundancia de palmas), debido a que son elementos que además de definir la condición de la vegetación, se encuentran estrechamente relacionados con la diversidad y composición de la fauna del bosque (Finegan *et al.* 2004). En nuestro caso sugerimos el monitoreo con base a los indicadores de densidad (N/ha) y área basal (m²/ha), ya que se cuenta con la información base para establecer los umbrales de cambio para el monitoreo.

La metodología de campo para la recopilación de datos sobre apertura del dosel y estructura vertical, no permitió hacer una estimación adecuada de los umbrales de cambio para estos indicadores, razón por la cual no se contemplan para el monitoreo; tampoco para el indicador de composición y abundancia de palmas ya que fue un parámetro no considerado en la fase de campo.

Indicador 1. El área basal del rodal

Metodología:

Para la evaluación de este indicador la metodología propone utilizar o adaptar la información del rodal que se genera a partir de las operaciones normales de manejo como la ejecución de inventarios, censos o toma de datos de parcelas permanentes de medición (ppm).

- Parcela de medición: puede ser permanente o temporal. El tamaño de las parcelas de medición puede ser de 20 m x 50 m; también podría considerarse la posibilidad de utilizar fajas delimitadas a partir de carriles (p.e. 10 m a cada lado de un carril). Se pueden utilizar las parcelas de inventario que quedaron dentro de cada estrato (ya georeferenciadas) para disminuir costos.
- El muestreo debe ser estratificado de acuerdo a los tipos de bosque o de estratos según sea el caso.
- Si se considera necesario tomar información adicional, la metodología propone registrar cada uno de los individuos ≥ 10 cm de dap (incluyendo palmas) así como el

- dap que presentan, en parcelas temporales de inventarios ya existentes o dentro de ppm.
- Análisis de datos: con los datos existentes se calcula el área basal en metros cuadrados por hectárea de todo el rodal y se compara con el encontrado en los bosques de referencia.
 - Frecuencia del muestreo: cada 3 – 5 años
 - Tiempo de recuperación: para rodales ≥ 10 cm dap de medio – tardío (20 – 30 años)
 - Integrar el muestreo con: inventarios forestales, estudios de crecimiento y rendimiento, monitoreo de otros indicadores de estructura y composición, y de respuesta de especies vegetales.
 - Intensidad de muestreo: en este punto consideramos prudente el apego a la normativa existente en el país para muestreos silviculturales, el cual considera trabajar con un error máximo de muestreo de 20%. Es decir, que para el muestreo de monitoreo recomendamos seguir este parámetro o mantener la misma intensidad de muestreo del inventario realizado en este bosque (2.3%). Zea (2003) en su investigación reportó una intensidad de muestreo de 2.1%, estableciendo para el monitoreo de estructura 62 parcelas temporales de 20 x 50 metros en una superficie de bosque de 300 ha.

Indicador 2. La densidad de árboles, total y por clases de tamaños

Metodología:

Se propone utilizar la misma metodología y criterios para la obtención de datos en gabinete o campo recomendados en el indicador 1.

El análisis de datos se puede hacer mediante la elaboración de cuadros resumen o gráficas donde se muestre por tipo de estrato (tratados silviculturalmente y no tratados) el número de individuos total y por clases de dap de 10 cm. También se pueden calcular los valores porcentuales de abundancia de individuos por clase de tamaño (Finegan *et al.* 2004)

5.3. Umbrales y activadores de cambio

El monitoreo por sí solo no dice mucho si no se tienen niveles de comparación que permitan definir cuando un cambio en un indicador es considerado aceptable o inaceptable. En este sentido Ordóñez (2003) considera que los umbrales de cambio establecidos en la guía, convierten el monitoreo en una herramienta útil en el manejo de bosques.

Un umbral se refiere al valor de una variable de monitoreo que indica que un cierto cambio ha ocurrido, o es probable que ocurra de acuerdo a la información que se tiene. El activador por lo tanto es el valor del umbral que indica que es necesario introducir modificaciones en el manejo como respuesta al cambio provocado por la intervención (Finegan *et al.* 2004).

Para determinar los umbrales de cambio en el presente estudio, se utilizó los datos silviculturales de cada indicador (densidad y área basal), así como la desviación estándar como medida de variación mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$T = x \pm y(s)$$

Donde: **T** es el valor del umbral, **x** es el valor promedio del indicador en el área manejada antes de la intervención, o en su defecto en el área de referencia, **y** es la constante del umbral de cambio y **s** es la desviación estándar de los estimados de los valores de los indicadores en los estratos o sitios de referencia.

Siguiendo este procedimiento se calcularon tres umbrales de cambio, umbral de cambio bajo, moderado y alto.

Un umbral de cambio bajo (UCB) se alcanza cuando el aumento o disminución en un valor del indicador en un área manejada, en un momento en el tiempo y en relación con los niveles registrados antes que iniciara el manejo en el mismo sitio, excede una cantidad equivalente a una vez la desviación estándar del valor promedio del indicador en los sitios de referencia; cuando excede dos veces la desviación estándar se considera **umbral de cambio moderado (UCM)** y cuando excede en tres veces la desviación estándar, se considera que es **umbral de cambio alto (UCA)** (Finegan *et al.* 2004).

En el siguiente cuadro se presentan los umbrales de cambio calculados por estrato en finca Elia María, con base al inventario silvicultural.

Cuadro 22. Umbrales de cambio definidos por estrato e indicador en el bosque Elia María, Los Chiles, Costa Rica.

Estrato	Indicador	Promedio	DST	CV (%)	Constante Y			V. R.	UCB	UCM	UCA
					1	2	3				
BS	Densidad	487	94	19.30	1	2	3	487	393	299	205
	Área Basal	15.4	0.35	2.27	1	2	3	15.4	15.05	14.7	14.35
BPMI	Densidad	491	118	24.03	1	2	3	491	373	255	137
	Área Basal	18.6	0.37	1.99	1	2	3	18.6	18.23	17.86	17.49
BPI	Densidad	418	54	12.92	1	2	3	418	364	310	256
	Área Basal	19.04	0.46	2.42	1	2	3	19.04	18.58	18.12	17.66

DST: desviación estándar, UCB: umbral de cambio bajo, UCM: umbral de cambio moderado, UCA: umbral de cambio alto, VR: valor de referencia, CV: coeficiente de variación

Los valores de umbrales de cambio obtenidos por indicador (Cuadro 22), orientan al silvicultor en las operaciones de manejo. Por ejemplo, el cambio provocado por un tratamiento aplicado al estrato BPMI, para que sea considerado aceptable debe estar entre el UCB y el UCM. Si el cambio se ubica en el UCA, es una señal que indica la probabilidad de que el tratamiento no fue aplicado de acuerdo a principios de sostenibilidad, y por lo tanto podría considerarse inaceptable si pasa de este umbral.

5.4. Costos de monitoreo

Finegan *et al.* (2004) consideran que no existe suficiente información que permita una discusión a plenitud sobre los costos y beneficios en el manejo forestal. Afirman que el costo del monitoreo que incluye la evaluación de la fauna es mucho más costoso que aquel que sólo evalúe indicadores de filtro grueso como el que planteamos en el presente estudio.

La razón es que el monitoreo de la estructura del bosque no requiere de personal calificado ya que el proceso es bien sencillo (un trabajador de campo con pocas horas de entrenamiento puede hacer el trabajo), tampoco se necesita de equipos costosos y el proceso es menos complicado. Mientras que para el monitoreo de fauna se requiere de personal técnico capacitado y entrenado, la utilización de equipo adecuado (redes de niebla, trampas de huellas, cámaras, etc), el proceso es mucho más largo y requiere de mayor cuidado al momento de la toma de datos; aspectos que encarecen el costo de este tipo de monitoreo. Esto fue confirmado

por Zea (2003) al realizar un análisis de rentabilidad en la aplicación del monitoreo ecológico en el manejo de bosques de alto valor para la conservación en la RAAN, Nicaragua. El análisis mostro que el monitoreo ecológico de estructura y comunidades de mariposas tuvo un costo de U\$ 9.02 ha, mientras que el monitoreo sólo de la estructura tuvo un costo de U\$ 6.66 ha.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El análisis de conglomerados con los datos del inventario silvicultural de Finca Elia María, indica la existencia de un solo tipo de bosque, pero la distribución de parcelas de inventario fue aleatoria conforme a la práctica común, no tomó en cuenta la definición de estratos, que se realizó con base en apreciación visual después del inventario. Es probable que un inventario con parcelas aleatorizadas a lo interno de estratos predefinidos si hubiese permitido encontrar diferencias significativas entre grupos de conglomerados. La identificación de estratos con base en la estructura, composición y apreciación fisonómica del bosque, resultó pertinente para definir prácticas de manejo adecuadas a las condiciones de cada estrato definido, y evidencia la conveniencia de definir estratos de manera previa al inventario.

La metodología aplicada en el desarrollo de esta investigación, en particular si se realiza como primer paso la estratificación, para orientar el inventario, resulta práctica para superficies pequeñas como las comunes en Centroamérica. Para fincas de gran tamaño es probable que la estratificación deba basarse en técnicas como las fotografías aéreas u otras. La metodología permitió definir criterios silviculturales claros y específicos para plantear alternativas de prescripciones silvícolas por estrato.

El alto porcentaje de regeneración de especies comerciales plantea la disyuntiva entre no tocar el bosque y esperar el avance de la sucesión, o intervenirlo mediante tratamientos silviculturales que aceleren su crecimiento productivo. A priori, parece aconsejable lo segundo, pero amerita un monitoreo futuro y análisis de costos y beneficios.

Bosques fuertemente intervenidos y deforestados por sectores como el de Finca Elia María, pueden no ser aprovechables en el corto plazo pero contribuyen a la generación de servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad; poseen una regeneración de valor comercial que amerita manejo y eventualmente constituye una opción interesante por su costo relativamente bajo, en particular en un contexto donde no se permite el cambio de uso de suelo.

6.2. Recomendaciones

Hacer un inventario de la regeneración natural existente (latizal y brinzal) sobre todo en los estratos BS y BPMI, con la finalidad de tener una proyección a futuro del potencial productivo del bosque.

Aplicar un tratamiento por estrato y de manera experimental antes de extenderse a la totalidad del estrato. Con esto se busca la menor alteración posible de la masa arbórea así como la racionalización de los costos de ejecución.

Antes de la aplicación de un tratamiento se debe hacer una evaluación del recurso disponible para su implementación (personal, equipo, económico, otros), con la finalidad de tener la certeza que se pueda iniciar y terminar de manera satisfactoria.

Importante antes de la implementación de un tratamiento silvicultural conocer y aplicar la normativa que rigen la actividad, para no caer en incumplimientos que al final resultan onerosos y pueden poner en riesgo la ejecución del mismo.

Cualquiera sea el manejo silvicultural aplicado al bosque, es fundamental que se realice un monitoreo y/o seguimiento el cual debe ser fácil, práctico pero muy efectivo. Este debe brindar la información o las herramientas necesarias que permita conocer el nivel de ejecución y los posibles ajustes en intervenciones futuras si son necesarias.

Referente a la metodología empleada en campo para la estratificación es válida ya que se pueden ver los cambios de la vegetación en cuanto a estructura y composición del bosque, sin embargo la recomendación para investigaciones futuras es apoyarse en la determinación de variables cuantitativas (como área basal, altura u otros) que disminuya el factor de error por apreciación visual.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arce, H.; Barrantes, A. 2004.** La madera en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. ONF/FONAFIFO, San José, C.R. 26 p.
- Arce, H.; Barrantes, A. 2006.** La madera en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. ONF/FONAFIFO, San José, C.R. 23 p.
- Berti, G. 2001.** Estado actual de los bosques secundarios en Costa Rica: Perspectivas para su manejo productivo. Revista Forestal Centroamericana (35):29-34
- Budowski, G. 2000.** Análisis y diseño de políticas forestales y de recursos naturales. Revista forestal centroamericana (37): 60-64
- Castro, S.; Treviño, M. 2006.** Sistema de Información Regional (SIR-ZEE). Módulos validados. 44p. Consultado: 20 nov 2011. Disponible en:
<http://www.sirzee.itcr.ac.cr/modules/INDICADORES/documentos/MODULOS%20VA LID ADOS.pdf>
- CCT(Centro Científico Tropical); EOSL(Laboratorio de Sistemas de Observación Terrestre, US). 2002.** Estudio de cobertura forestal de Costa Rica con imágenes LANDSAT TM7 para el año 2000. San José, C.R. 12p. (Estudio elaborado por los equipos de trabajo de la Universidad de Alberta EOSL, del CCT y FONAFIFO).
- COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero). 1998.** Bosque secundario: Una reforestación natural. ITCR/GTZ-CCF. 8 p.
- Chaves, P.; Castillo, M.; Solano, G. 2007.** Análisis del proceso de manejo Forestal Policíclico: Estudio de caso Tecnoforest del Norte S.A. San José C.R. Revista Forestal Kurú 4(10): 1-12
- Chokkalingam, U.; Smith, J.; Jong, W. de; Sabogal, C. 2001.** A conceptual framework for the assessment of tropical secondary forest dynamics and sustainable development potential in Asia. Journal of tropical forest science. 13 (4): 577-600
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).2005.** Evaluación de los recursos forestales mundiales: Informe nacional de Panamá. Roma, 346 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).2010.** Evaluación de los recursos forestales mundiales: Principales resultados, Roma, 346 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2011.** Situación de los bosques del mundo: Informe, Roma, 346 p.
- Finegan, B.; Hayes, JP.; Delgado, D.; Gretzinger, S. 2004.** Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: una guía para operadores forestales y certificadores con énfasis en bosques de alto valor para la conservación. WWFCENTROAMÉRICA/PROARCA/CATIE/OSU. 116 p.
- Gordón, J.; Finegan, B. 2003.** El manejo del bosque natural: Una opción atractiva para el productor de recursos limitados. Cap. 5. Árboles de Centroamérica. Ed. Cordero y Boshier, OFI/CATIE. 1079 p.

- Guías Costa Rica. Atlas Cantonal de Costa Rica.** Provincia de Alajuela. Consultado 2 sep 2011. Disponible en:
http://www.mapasdecostarica.info/atlascantonal/atlas_cantonal.htm
- Holdridge, L.; Poveda, L.; Jiménez, Q. 1997.** Árboles de Costa Rica. Vol. 1, 2ª Ed.: Palmas, otras monocotiledoneas arbóreas con hojas compuestas o lobuladas. Centro Científico Tropical (CCT). San José, C. Rica. 544p.
- Hutchinson, I. 1993.** Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Trad. R. Luján. Informe técnico N° 204. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales. Publicación N°7 CATIE/COSUDE, 33p.
- Lamprecht, H. 1990.** Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Antonio Carrillo. Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335p.
- La Gaceta Oficial N°115. 2008.** Decreto N° 34559 sobre Estándares de sostenibilidad para el manejo de bosques naturales: Principios, criterios e indicadores, código de prácticas y manual de procedimientos.
- Louman, B.; Quirós, D.; Nilsson, M. 2001.** Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie técnica, Manual técnico N° 46. Cartago, C.R. CATIE. 265 p.
- Manzanero, M.; Pinelo, G. 2004.** Plan silvicultural en unidades de manejo forestal: Reserva de Biósfera Maya. PROARCA, Serie Técnica N°3. USAID-BM-WWF. 48 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales). 2003.** Ley forestal N°462, decreto N° 73-2003. Reglamento forestal. Gaceta oficial 208. Managua Nicaragua. Consultado 20 jul 2011.
 Disponible en:
[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/BA58507A747A5A94062572370068596F?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/BA58507A747A5A94062572370068596F?OpenDocument)
- Melgar, M. 2001.** Potencial para el desarrollo y manejo de bosques secundarios latifoliados dentro del programa MAG-PAES, El Salvador. Consultado 7 ag 2011.
 Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/recursos6/Docs/Ger/sostenibilidad-ambiental-manejo-y-desarrollo.htm>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 1998.** Decreto Ejecutivo N° 27388-MINAE. Gaceta oficial N° 212: Principios, criterios e indicadores para manejo forestal y la certificación en Costa Rica. Consultado 20 jul 2011. Disponible en:
http://www.sirefor.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=67
- MINAET (Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones, CR); SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR); CNSF (Comisión Nacional de Sostenibilidad Forestal, CR). 2008.** Estándares de Sostenibilidad para el Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Práctica y Manual de Procedimientos. Decreto Ejecutivo N°34559-MINAE. San José, C.R. 107p.

- MINAET (Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones, CR); SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2011.** Censo Nacional de la Industria Forestal Primaria de Costa Rica. San José. CR. 122p.
- Obando, G. 2009.** Décimosexto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible: Bosque, cobertura y recursos forestales, CONARE San José, C.R. 21 p.
- OET (Organización para Estudios Tropicales). 2008.** El abastecimiento sostenible de madera en Costa Rica. CRUSA, CATIE. San José, C.R. 120 p.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 2002.** Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. CIFOR/FAO/UICN/WWF. Serie políticas forestales N°13. 89 p.
- Ordóñez, YO. 2003.** Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de sostenibilidad en bosques bajo manejo forestal en el trópico húmedo, con énfasis en bosques de alto valor para la conservación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.
- _____.; **Delgado, D.; Finegan, B. 2003.** Monitoreo ecológico en bosques húmedos tropicales certificados en la RAN, Nicaragua. Evaluación del impacto ecológico del manejo forestal. Recursos Naturales y Ambiente/no 46-47:66-78
- Orozco, L. 2004.** Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales . Turrialba. CATIE. Manual Técnico N°56. 315p
- _____.; **Brumer, C.; Quirós, D. 2006.** Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, C.R.: CATIE. Manual Técnico N°63. 442p.
- Ortiz, R. 1996.** Bosque secundario por abandono de pastizales en la Región Huetar Norte de Costa Rica: Análisis de algunos criterios económicos y ambientales. Universidad Nacional. Heredia, San José C.R. 112p.
- Quesada, R. 2001.** Recuperación de áreas degradadas a través de un proceso natural: El bosque secundario. 10 p. Consultado 29 jul 2011. Disponible en:
<http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/personal/sburneo/cursos/ecologiaII/Bibliografia/2-2%20Bosque%20secundario.pdf>
- Quesada, R. (s/f).** Criterios para establecer estratos para evaluar bosque intervenido en Finca La Elia-Maderas Cultivadas de Costa Rica: Borrador propuesta de estratificación. 16 p.
- Quirós, D. 1998.** Ejecución del muestreo diagnóstico en bosques naturales húmedos latifoliados: Guía de campo. Manejo Forestal Tropical. Unidad de Manejo de Bosque Natural N° 3. CATIE. 5p.
- _____. **1998.** Muestreos para la prescripción de tratamientos silviculturales en bosques naturales latifoliados: Guía de campo. Manejo Forestal Tropical. Unidad de Manejo de Bosque Natural N° 4. CATIE. 8 p.
- _____. **1998.** Prescripción de un tratamiento silvicultural en un bosque primario intervenido de la zona atlántica de Costa Rica. Manejo Forestal Tropical. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. N°5. CATIE. 10p.
- Quirós, K.; Quesada, M. (s/f).** Composición florística y estructura de un bosque primario. Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 15p.
- Rojas, F.; Canessa, R.; Ramirez, J. 2004.** Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del valle central de Costa Rica. Cartago. ICAFE/ITCR. 151 p.

- Sabogal, C.; Castillo, A.; Mejía, A.; Castañeda, A. 2001.** Aplicación de un tratamiento silvicultural experimental en un bosque de La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Turrialba, C.R. CATIE. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Informe Técnico N°324. 37p.
- Santillán, J. 1986.** Elementos de dasonomía. Chapingo, Universidad autónoma. División de Ciencias Forestales. México, D.F. 346 p.
- SIREFOR (Sistema de Información de los Recursos Forestales, CR). 2010.** Lista estandarizada de especies arbóreas: Género y especie, nombre común, familia y gremio ecológico. 20p. Consultado 24 jul 2011. Disponible en: http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies/especies_mayo_2010.pdf
- Wadsworth, F. 2000.** Producción forestal para América Tropical. Servicio Forestal. Manual de agricultura 710 S. USDA-CATIE/IUFRO
- Werger, M. 2011.** Sustainable Management of Tropical Rainforest: The CELOS Management System. Tropenbos International, Paramaribo, Suriname. 282p.
- Zamora, N.; Jiménez, Q.; Poveda, L. 2000.** Árboles de Costa Rica. Vol. 2. 1ª ed. Centro Científico Tropical. Santo Domingo de Heredia, C.R. 374p.
- Zea, Y. 2003.** Análisis económico del manejo forestal sostenible: implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo en bosques de alto valor de conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 97 p.

ANEXOS

FORMULARIO DE CAMPO

Anexo 3. Formulario para el Muestreo Diagnóstico y Muestreo de Remanencia

Fecha: _____

Lugar: _____

Número de picada o carril: _____

Anotador: _____

Tipo de bosque: _____

Intensidad de muestreo: _____ %

MUESTREO DIAGNOSTICO									MUESTREO DE REMANENCIA					
# de parc	Especie (Nombre común)	Clase de D.S. (fustal, latizal, brinzal)	Dimensión del DS (dap ó tamaño)	Clase de iluminación de copa del D.S. (de 1 a 5)	Grado de infestación Lianas del D.S. (de 1 a 4)	Forma del fuste del D.S. (1 a 5)	Forma de copa del D.S. (1 a 5)	Observaciones	# de árbol	Especie (Nombre común)	Causa de remanencia (de 1 a 5)	Dap (cm)	Altura comercial (m)	Obsv

Fuente: Quirós, D. 1998. Ejecución del muestreo diagnóstico en bosques naturales húmedos latifoliados. Guía de campo.

Anexo 4. Listado de especies identificadas en el bosque Elia María Los Chiles C. Rica (nombre científico, nombre común, familia y grupo ecológico al que pertenecen)

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia	Gremio ecológico
1	<i>Abarema adenophora</i>	Nene	Fabaceae	ESC
2	<i>Abarema macradenia</i>	Ajillo	Fabaceae	ESC
3	<i>Acacia collinsii</i>	Cornizuelo	Fabaceae	IND
4	<i>Albizia adinocephala</i>	Gavilancillo	Fabaceae	HD
5	<i>Amirys pinnata</i>	Manzana	Fabaceae	ESC
6	<i>Apeiba membranacea</i>	Botijo	Tiliaceae	HD
7	<i>Ardisia sp</i>	Uva	Myrcinaceae	IND
8	<i>Banara guianensis</i>	Canfinillo	Flacourtiaceae	IND
9	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	Moraceae	ESC
10	<i>Brosimum sp</i>	Ojoche	Moraceae	ESC
11	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cedro María	Clusiaceae	HD
12	<i>Carapa guianensis</i>	Caobilla	Meliaceae	ESC
13	<i>Casearia commersoniana</i>	Plomillo	Flacourtiaceae	HD
14	<i>Casearia sp</i>	Plomillo	Flacourtiaceae	HD
15	<i>Casearia tacanensis</i>	Plomo	Flacourtiaceae	ESC
16	<i>Castilla elastica</i>	Palo de hule	Moraceae	HD
17	<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae	HE
18	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	Meliaceae	HD
19	<i>Celtis schippii</i>	Cerda Zaino	Ulmaceae	HD
20	<i>Christiana africana</i>	Piedra	Tiliaceae	IND
21	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Caimito de montaña	Sapotaceae	ESC
22	<i>Chrysophyllum sp</i>	Zapotillo	Sapotaceae	ESC
23	<i>Clarisia biflora</i>	Ojochillo	Moraceae	EP
24	<i>Coccoloba guanacastensis</i>	Papaturro	Polygonaceae	IND
25	<i>Coccoloba sp</i>	Papaturro	Polygonaceae	HD
26	<i>Coccoloba tuerckheimii</i>	Papaturro	Polygonaceae	HD
27	<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	Mimosaceae	IND
28	<i>Colubrina spinosa</i>	Piche Pan	Rhamnaceae	HE
29	<i>Conostegia sp</i>	Lengua de vaca	Melastomataceae	IND
30	<i>Copaifera camibar</i>	Camibar	Papilionaceae	IND
31	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	HD
32	<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco	Boraginaceae	HD
33	<i>Cordia cymosa</i>	Muñeco	Boraginaceae	HD
34	<i>Cordia megalantha</i>	Laurel mastante	Boraginaceae	HD

Continuación anexo 4

35	<i>Croton schiedeanus</i>	Colpachi	Euphorbiaceae	HE
36	<i>Croton smithianus</i>	Algodón	Euphorbiaceae	HE
37	<i>Crotón sp</i>	Alcotán	Euphorbiaceae	IND
38	<i>Cupania cinerea</i>	Casquil	Sapindaceae	IND
39	<i>Dendropanax arboreus</i>	Fosforillo	Araliaceae	HD
40	<i>Dendropanax sp</i>	S/N	Araliaceae	IND
41	<i>Dialium guianense</i>	Tamarindo	Caesalpiniaceae	IND
42	<i>Dipteryx panamensis</i>	Almendro	Fabaceae	HD
43	<i>Dussia macropophyllata</i>	Paleta	Fabaceae	HD
44	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Guanacastillo	Mimosaceae	HD
45	<i>Erythroxylum macrophyllum</i>	Palo de piedra	Erythroxylaceae	HD
46	<i>Eugenia sp</i>	Murta	Myrtaceae	IND
47	<i>Faramea occidentalis</i>	Guayaba de mono	Rubiaceae	HD
48	<i>Ficus costaricana</i>	Chilamate	Moraceae	IND
49	<i>Ficus sp</i>	Higuerón	Moraceae	HD
50	<i>Garcinia madruno</i>	Jorco	Clusiaceae	ESC
51	<i>Genipa americana</i>	Jagua	Rubiaceae	HD
52	<i>Gmelina arborea</i>	Melina	Verbenaceae	HD
53	<i>Goethalsia meiantha</i>	Guácimo blanco	Tiliaceae	HD
54	<i>Guarea rhopalocarpa</i>	Cocora	Meliaceae	ESC
55	<i>Guarea sp</i>	Caobilla	Meliaceae	HD
56	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo ternera	Sterculiaceae	HD
57	<i>Guettarda sp</i>	S/N	Rubiaceae	HD
58	<i>Guettarda turrialbana</i>	Plátano	Rubiaceae	IND
59	<i>Hamelia patens</i>	Añilito	Rubiaceae	IND
60	<i>Hasseltia floribunda</i>	Canfinillo	Flacourtiaceae	HD
61	<i>Hirtella americana</i>	Arenillo	Chrysobalanaceae	ESC
62	<i>Hirtella guatemalensis</i>	Arenillo	Chrysobalanaceae	IND
63	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae	HD
64	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	Cola de pavo	Fabaceae	HD
65	<i>Inga sp</i>	Guaba	Mimosaceae	HD
66	<i>Lacistema aggregatum</i>	Cafecillo	Flacourtiaceae	HD
67	<i>Lacmellea panamensis</i>	Leche de vaca	Apocynaceae	HD
68	<i>Laetia procera</i>	Manga larga	Flacourtiaceae	HD
69	<i>Lecointea amazonica</i>	Costilla de danto	Fabaceae	ESC
70	<i>Lecythis ampla</i>	Olla de mono	Lecythidaceae	ESC
71	<i>Licania sp</i>	Canilla de mula	Chrysobalanaceae	ESC
72	<i>Lonchocarpus costarricensis</i>	Chaperno	Fabaceae	IND
73	<i>Lonchocarpus sp</i>	Chaperno	Fabaceae	HD

Continuación anexo 4

74	<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae	HD
75	<i>Manilkara chicle</i>	Níspero	Sapotaceae	ESC
76	<i>Matayba oppositifolia</i>	Arenillo	Sapindaceae	ESC
77	<i>Miconia argentea</i>	Santa maría	Melastomataceae	HE
78	<i>Miconia sp</i>	S/N	Melastomataceae	IND
79	<i>Miconia trinervia</i>	S/N	Melastomataceae	IND
80	<i>Minquartia gianensis</i>	Manú	Olacaceae	ESC
81	<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Cirrí	Anacardiaceae	IND
82	<i>Myroxylum balsamun</i>	Bálsamo	Fabaceae	IND
83	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	Bombacaceae	HE
84	<i>Ocotea hartshorniana</i>	Quizarra	Lauraceae	HD
85	<i>Ocotea sp</i>	Aguacatillo	Lauraceae	IND
86	<i>Ocotea veraguensis</i>	Sigua	Lauraceae	IND
87	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Cristobal	Fabaceae	IND
88	<i>Posoqueria latifolia</i>	Plomillo	Rubiaceae	HD
89	<i>Pourouma bicolor</i>	Pásica	Moraceae	ESC
90	<i>Pouteria sp</i>	Zapotillo	Sapotaceae	ESC
91	<i>Povedadaphne quqdriporata</i>	Ira rosa	Lauraceae	IND
92	<i>Protium panamense</i>	Canfín	Burseraceae	HD
93	<i>Protium sp</i>	Canfín	Burseraceae	HD
94	<i>Quiina amazonica</i>	S/N	Quiinaceae	IND
95	<i>Randia aculata</i>	Espino negro	Rubiaceae	IND
96	<i>Rinorera sp</i>	Canilla de mula	Violaceae	IND
97	<i>Rollinia pittieri</i>	Anonillo	Annonaceae	HD
98	<i>Rollinia sp</i>	Anonillo	Annonaceae	HD
99	<i>Roupala sp</i>	Danto	Proteaceae	IND
100	<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Titor	Humiriaceae	ESC
101	<i>Sclerolobium costaricense</i>	Tostado	Fabaceae	HD
102	<i>Senna papillosa</i>	Fabaceae	Fabaceae	IND
103	<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	Simaroubiaceae	HD
104	<i>Sin identificar</i>	S/N	S/N	S/N
105	<i>Sloanea sp</i>	Abrojo	Elaeocarpaceae	HD
106	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	HD
107	<i>Stemmadenia Donnell-smithii</i>	Huevo de caballo	Apocynaceae	HD
108	<i>Stephanopodium costaricense</i>	Costilla de danto	Dichapetalaceae	ESC
109	<i>Sterculia costaricana</i>	Papa	Sterculiaceae	HD
110	<i>Sterculia recordiana</i>	Panamá	Sterculiaceae	HD
111	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	Vainillo	Mimosaceae	HD
112	<i>Swartzia cubensis</i>	Costilla de danto	Fabaceae	HD

Continuación anexo 4

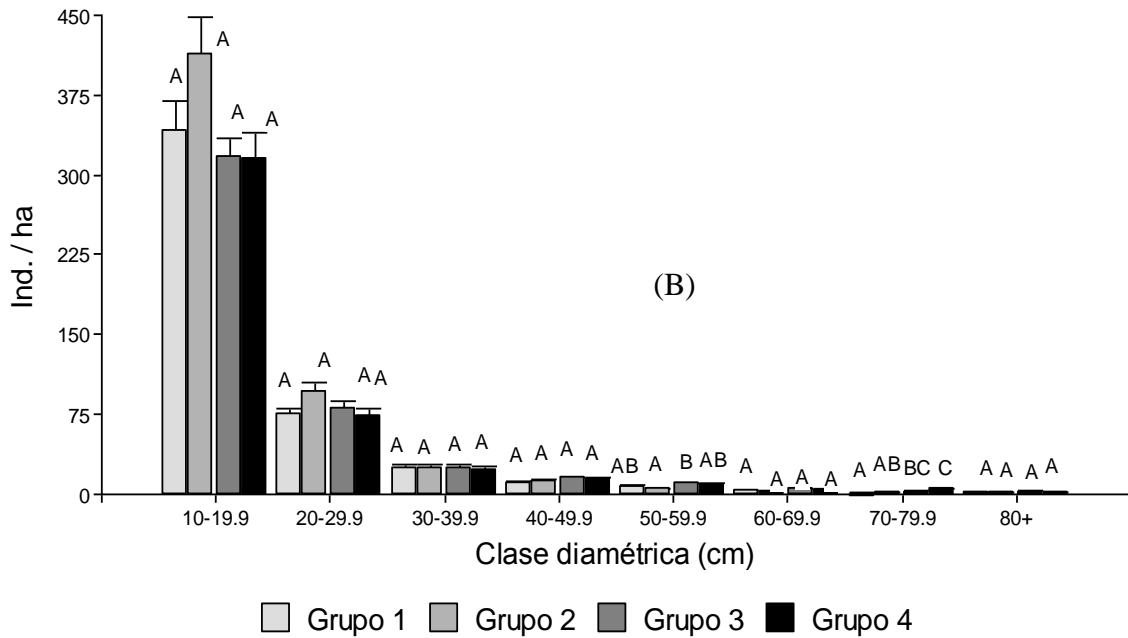
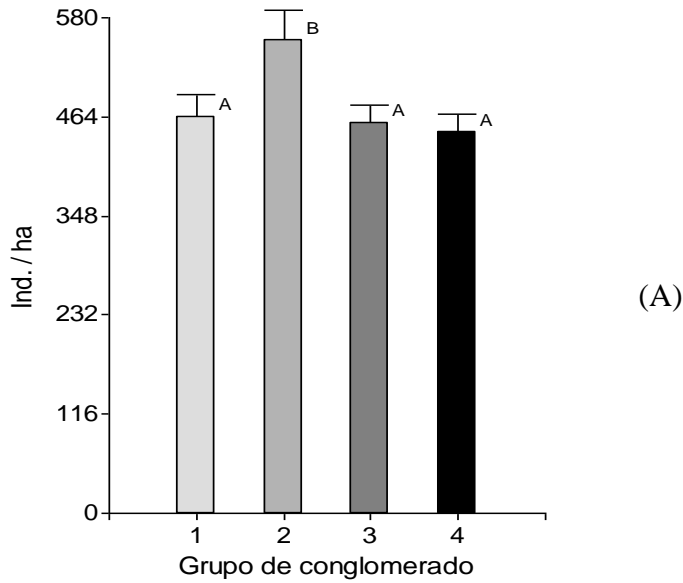
113	<i>Swartzia simplex</i>	Naranjito	Fabaceae	HD
114	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Meliaceae	HD
115	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Corteza	Bignonaceae	HD
116	<i>Tabebuia guayacan</i>	Guayacán	Bignonaceae	HD
117	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble de sabana	Bignonaceae	HD
118	<i>Tabernaemontana alba</i>	Cachito	Apocynaceae	IND
119	<i>Talisia nervosa</i>	Abejón	Sapindaceae	HD
120	<i>Tapirira myriantha</i>	Manteco	Anacardiaceae	HD
121	<i>Terminalia amazonia</i>	Roble coral	Combretaceae	HD
122	<i>Terminalia bucidoides</i>	Roble charco	Combretaceae	HD
123	<i>Tetragastris panamensis</i>	Canfín	Burseraceae	ESC
124	<i>Tetragastris sp</i>	Canfín	Burseraceae	IND
125	<i>Trichilia septentrionalis</i>	Coloradito	Meliaceae	HD
126	<i>Trichilia sp</i>	Coloradito	Meliaceae	HD
127	<i>Turpinia occidentalis</i>	Falso cristobal	Sthaphyllaceae	HD
128	<i>Unonopsis sp</i>	Yayo	Annonaceae	HD
129	<i>Vatairea lundelii</i>	Amarguillo	Fabaceae	HD
130	<i>Virola guatemalensis</i>	Bogamani	Myristicaceae	HD
131	<i>Virola koschnyi</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	HD
132	<i>Virola sp</i>	Fruta dorada	Myristicaceae	HD
133	<i>Vismia baccifera</i>	Achiotillo	Clusiaceae	HE
134	<i>Vochysia alleni</i>	Mayo	Vochysiaceae	HD
135	<i>Vochysia ferruginea</i>	Botarrama	Vochysiaceae	HD
136	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Mayo blanco	Vochysiaceae	HD
137	<i>Williamodendron glaucophyllum</i>	Melón	Lauraceae	IND
138	<i>Winmannia sp</i>	Lorito	Cunoniaceae	HD
139	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Lagartillo	Rutaceae	IND

Gremio ecológico (GE): HE= Heliófita efímera, HD= Heliófita durable, ESC= Esciófita, IND= Indeterminada, S/N= Sin nombre

Fuente: SIREFOR (Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica)

Árboles de Costa Rica Vol. 1 y Vol. 2.

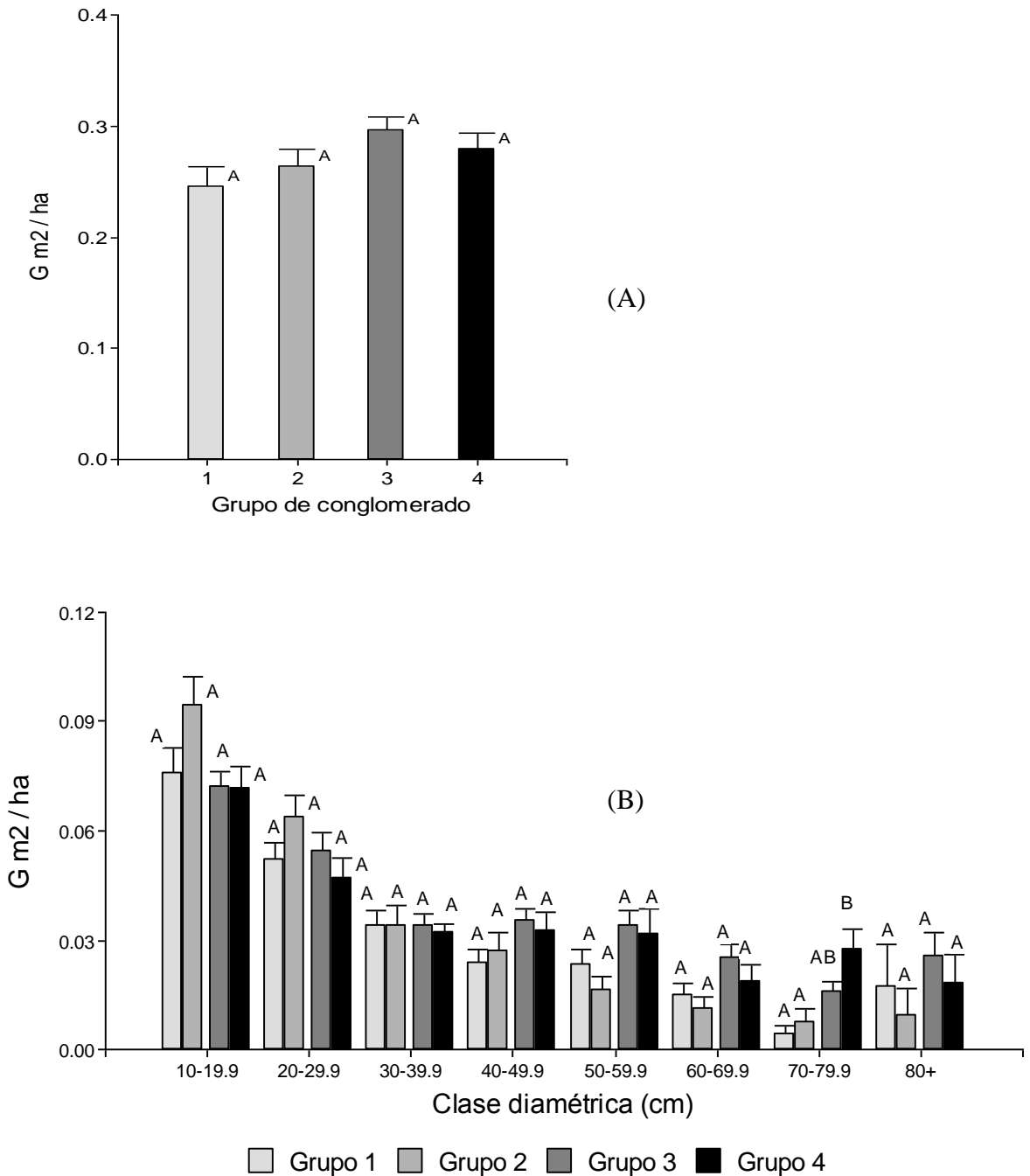
Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis aplicada a los grupos de conglomerados para establecer diferencias en cuanto a número de individuos por hectárea.



Distribución por hectárea del número de individuos totales (A) y por clase diamétrica (B) de los cuatro grupos identificados en el análisis de conglomerado. Letras en común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En las dos primeras clases diamétricas (10 y 20), los cálculos se ajustaron a parcelas de medición de 0.075ha.

Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis aplicada a los grupos de conglomerados para establecer diferencias en cuanto a área basal por hectárea.



Distribución por hectárea del área basal promedio (A) y por clase diamétrica (B) de los cuatro grupos identificados en el análisis de conglomerado. Letras en común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En las dos primeras clases diamétricas (10 y 20), los cálculos se ajustaron a parcelas de medición de 0.075ha.

Anexo 7. Mayor índice de valor de importancia simplificado (IVIs) por parcela y especie en los grupos de conglomerado identificados.

Grupo 1

Parcela	IVIs	Especie
1	27.55	<i>Croton smithianus</i>
2	42.63	<i>Croton smithianus</i>
3	31.31	<i>Tetragastris sp</i>
4	22.59	<i>Apeiba membranaceae</i>
5	45.02	<i>Inga sp</i>
16	47.53	<i>Croton smithianus</i>
20	55.97	<i>Croton smithianus</i>
43	63.72	<i>Ochroma pyramidale</i>
46	40.09	<i>Croton smithianus</i>
50	49.26	<i>Croton smithianus</i>
52	37.45	<i>Croton smithianus</i>
53	34.78	<i>Dipteryx panamensis</i>
57	41.09	<i>Croton smithianus</i>
60	54.23	<i>Croton smithianus</i>
67	29.48	<i>Ochroma pyramidale</i>

Grupo 2

Parcela	IVIs	Especie
12	64.18	<i>Croton smithianus</i>
17	34.11	<i>Goethalsia meiantha</i>
18	39.23	<i>Goethalsia meiantha</i>
21	41.9	<i>Croton smithianus</i>
22	68.79	<i>Goethalsia meiantha</i>
24	36.42	<i>Goethalsia meiantha</i>
27	70.09	<i>Goethalsia meiantha</i>
29	41.82	<i>Goethalsia meiantha</i>
30	45.27	<i>Croton smithianus</i>
47	34.55	<i>Protium sp</i>
49	48.14	<i>Croton smithianus</i>
54	103.25	<i>Goethalsia meiantha</i>
64	33.02	<i>Croton smithianus</i>
66	46.31	<i>Goethalsia meiantha</i>

El IVIs más alto en el grupo 1 lo tiene la especie *Ochroma pyramidale* (63.72%) en la parcela 43. Sin embargo del total de parcelas de ese grupo (15) en nueve de ellas (60%) domina la especie *Croton smithianus*. Sólo en dos parcelas (13%) domina la especie *Ochroma pyramidale*. En el resto de las parcelas (27%) predominan otras especies como *Tetragastris sp*, *Apeiba membranaceae*, *Inga sp* y *Dipteryx panamensis*.

En el grupo 2 el mayor IVIs lo tiene la especie *Goethalsia meiantha* (103.25 %) en la parcela 54. Esta especie domina en ocho de las 14 parcelas de este grupo. La especie *Croton smithianus* domina en cinco parcelas, mientras que *Protium sp* lo hace en una parcela. Es un grupo dominado, de acuerdo al IVIs, por dos especies *Goethalsia meiantha* y *Croton smithianus*.

Continuación Anexo 7.

Grupo 3

Parcela	IVIs	Especie
6	27.06	<i>Protium panamensis</i>
7	27.63	<i>Croton smithianus</i>
9	28.05	<i>Protium sp</i>
10	34.76	<i>Apeiba membranacea</i>
11	25.8	<i>Dialium guianense</i>
14	31.75	<i>Croton smithianus</i>
15	44.92	<i>Croton smithianus</i>
19	45.39	<i>Croton smithianus</i>
25	42.47	<i>Dialium guianense</i>
26	34.75	<i>Apeiba membranacea</i>
32	34.78	<i>Terminalia amazonia</i>
33	37.93	<i>Dialium guianense</i>
34	34.6	<i>Dialium guianense</i>
36	28.97	<i>Brosimum alicastrum</i>
39	42.93	<i>Protium sp</i>
40	70.81	<i>Protium sp</i>
42	32.45	<i>Croton smithianus</i>
48	27.94	<i>Protium sp</i>
51	33.14	<i>Dialium guianense</i>
56	36.2	<i>Protium sp</i>
58	25.52	<i>Dialium guianense</i>
59	25.07	<i>Protium sp</i>
61	35.24	<i>Dipteryx panamensis</i>
62	36.43	<i>Protium sp</i>
65	39.19	<i>Dialium guianense</i>

Grupo 4

Parcela	IVIs	Especie
8	42.24	<i>Dialium guianense</i>
13	37.74	<i>Dialium guianense</i>
23	32.8	<i>Dialium guianense</i>
28	45.16	<i>Dialium guianense</i>
31	40.12	<i>Dialium guianense</i>
35	45.71	<i>Apeiba membranacea</i>
37	66.6	<i>Dialium guianense</i>
38	70.99	<i>Dialium guianense</i>
41	49.04	<i>Dialium guianense</i>
44	57.08	<i>Dialium guianense</i>
45	59.36	<i>Dialium guianense</i>
55	38.28	<i>Dialium guianense</i>
63	31.24	<i>Dialium guianense</i>

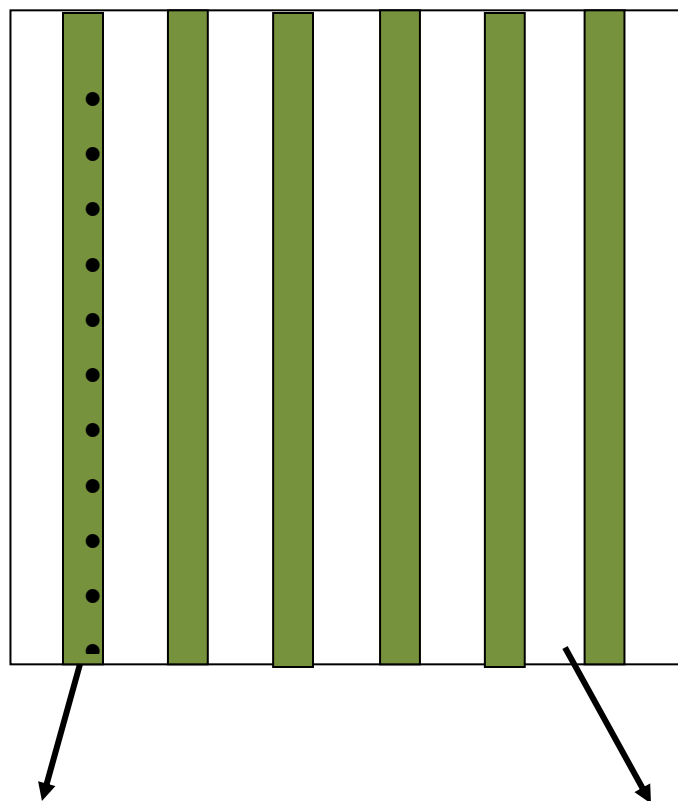
En el grupo 3 el mayor IVIs lo tiene la especie *Protium sp* (70.41%) de la parcela 40. Esta misma especie domina en ocho de las 25 parcelas que conforman este grupo. *Dialium guianense* domina en siete parcelas, *Croton smithianus* en cinco y *Apeiba membranacea* en dos parcelas. El resto de parcelas está dominado por otras especies.

De las 13 parcelas que conforman el grupo 4, en 12 (92%) domina la especie *Dialium guianense* y es la que tiene el IVIs más alto del grupo (parcela 38). Sólo en una parcela predomina otra especie, *Apeiba membranacea*.

Anexo 8. Distribución de DS por especie y clase diamétrica en el estrato BPI

Especie	Clase diamétrica (en centímetros)								Total Fustal	Fustal /ha	Total Ind.	% *
	0.3 m a 4.9 cm		5.0 a 9.9 cm		10 -19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9				
	Brinzal	Sub/ha	Latizal	Sub/ha	Fustal							
Vacía (sin DS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	23	20.2
<i>Dialium guianense</i>	3	2.6	0	0.0	1	1	1	2	5	4.4	8	7.0
<i>Simarouba amara</i>	7	6.1	1	0.9	0	1	0	1	2	1.8	10	8.8
<i>Tetragastris panamensis</i>	7	6.1	1	0.9	0	0	1	1	2	1.8	10	8.8
<i>Carapa guianensis</i>	2	1.8	1	0.9	0	0	2	0	2	1.8	5	4.4
<i>Virola sebifera</i>	8	7.0	1	0.9	1	0	0	0	1	0.9	10	8.8
<i>Vochisia guatemalensis</i>	7	6.1	0	0.0	0	1	0	0	1	0.9	8	7.0
<i>Apeiba membranacea</i>	1	0.9	0	0.0	1	0	0	0	1	0.9	2	1.8
<i>Dipteryx panamensis</i>	1	0.9	0	0.0	1	0	0	0	1	0.9	2	1.8
<i>Cordia alliodora</i>	0	0.0	1	0.9	0	0	1	0	1	0.9	2	1.8
<i>Minquartia guianensis</i>	0	0.0	0	0.0	1	0	0	0	1	0.9	1	0.9
<i>Brosimum guianensis</i>	9	7.9	2	1.8	0	0	0	0	0	0.0	11	9.6
<i>Protium sp</i>	5	4.4	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	5	4.4
<i>Protium panamense</i>	4	3.5	1	0.9	0	0	0	0	0	0.0	5	4.4
<i>Lacmellea panamensis</i>	2	1.8	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	2	1.8
<i>Tabebuia guayacan</i>	2	1.8	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	2	1.8
<i>Terminalia bucidoides</i>	2	1.8	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	2	1.8
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	0.9	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	1	0.9
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.9	1	0.9	0	0	0	0	0	0.0	2	1.8
<i>Copaifera aromatica</i>	1	0.9	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	1	0.9
<i>Guarea Sp</i>	1	0.9	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	1	0.9
<i>Zanthoxylum equemanii</i>	1	0.9	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0	1	0.9
Total	65	57.0	9	7.9	5	3	5	4	17	14.9	114	100.0

Anexo 9. Esquema de una parcela de enriquecimiento



Fajas de siembra: El ancho dependerá de la especie a sembrar y de la altura y densidad de la vegetación donde se hará el enriquecimiento. Para este ejemplo el ancho de la faja es de 5 metros.

Franja de bosque o vegetación natural propia del sitio del ensayo. El ancho también es variable y para el ejemplo hemos tomado 10 metros.

Anexo 10. Lista de especies consideradas de tipo comercial.

Nombre científico	Nombre común	Comercial	Tipo de madera
<i>Abarema adenophora</i>	Nene	c3	Duro
<i>Abarema macradenia</i>	Ajillo	c1	Duro
<i>Acacia collinsii</i>	Cornizuelo	c3	Duro
<i>Albizia adinocephala</i>	Gavilancillo	c3	Semiduro
<i>Amirys pinnata</i>	Manzana	c3	Semiduro
<i>Apeiba membranacea</i>	Botijo	c3	Blando
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	c1	Semiduro
<i>Brosimum sp</i>	Ojoche	c3	Semiduro
<i>Brosimum guianensi</i> ●	Ojoche	c3	Semiduro
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cedro María	c1	Semiduro
<i>Carapa guianensis</i> * ●	Caobilla	c1	Semiduro
<i>Cedrela odorata</i> *	Cedro amargo	c1	Semiduro
<i>Clarisia biflora</i>	ojochillo	c3	Semiduro
<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	c3	Semiduro
<i>Copaifera camibar</i>	Camibar	c3	Semiduro
<i>Cordia alliodora</i> *	Laurel	c1	Semiduro
<i>Cordia cymosa</i>	Muñeco	c1	Blando
<i>Dialium guianense</i> ●	Tamarindo	c2	Duro
<i>Dipteryx panamensis</i> ●	Almendro	c1	Duro
<i>Dussia macroprophyllata</i>	Paleta	c2	Semiduro
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Guanacastillo	c2	Semiduro
<i>Goethalsia meiantha</i> *	Guácimo blanco	c2	Blando
<i>Guarea rhopalocarpa</i>	Cocora	c2	Semiduro
<i>Guarea sp</i>	Caobilla	c2	Semiduro
<i>Hirtella americana</i>	Arenillo	c3	Duro
<i>Hirtella guatemalensis</i>	Arenillo	c3	Duro
<i>Hyeronima alchorneoides</i> * ●	Pilón	c1	Semiduro
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	Cola de pavo	c1	Duro
<i>Laetia procera</i>	Manga larga	c1	Semiduro
<i>Lacmellea panamensi</i> ●	Leche de vaca	c3	Semiduro
<i>Lecointea amazonica</i>	Costilla de danto	c3	Duro
<i>Lecythis ampla</i>	Olla de mono	c1	Duro
<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado	c3	Blando
<i>Manilkara chicle</i> *	Níspero	c3	Duro
<i>Minquartia gianensis</i>	Manú	c1	Duro
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Cirrí	c3	Blando
<i>Myroxylum balsamun</i> *	Bálsamo	c1	Duro
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	c2	Blando

Continuación anexo 10

<i>Ocotea hartshorniana</i>	Quizarra	c2	Semiduro
<i>Ocotea sp</i>	Aguacatillo	c3	Semiduro
<i>Ocotea veraguensis</i>	Canelo	c3	Semiduro
<i>Pentaclelea macroloba</i>	Gavilán	c1	Semiduro
<i>Platymiscium parviflorum</i> *	Cristobal	c1	Duro
<i>Protium sp</i> ●	Canfín	c3	Duro
<i>Protium panamense</i> ●	Canfín	c3	Duro
<i>Rollinia pittieri</i> *	Anonillo	c2	Blando
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Titor	c1	Duro
<i>Sclerolobium costaricense</i>	Tostado	c2	Semiduro
<i>Sideroxylum capiri</i>	Caracolillo	c3	Duro
<i>Simarouba amara</i> ●	Aceituno	c3	Semiduro
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	Vainillo	c3	Semiduro
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	c1	Semiduro
<i>Tabebuia chrysantha</i> *	Corteza	c1	Duro
<i>Tabebuia guayacan</i> ●	Corteza, guayacán	c1	Duro
<i>Tabebuia rosea</i> *	Roble de sabana	c1	Semiduro
<i>Tapirira myriantha</i>	Manteco	c3	Semiduro
<i>Terminalia amazonia</i> * ●	Roble coral	c1	Duro
<i>Terminalia bucidoides</i>	Roble de Charco	c1	Duro
<i>Tetragastris panamensis</i> * ●	Canfín	c3	Semiduro
<i>Tetragastris sp</i>	Canfín	c3	Semiduro
<i>Vatairea lundelii</i>	Cocobolo S. Carlos	c2	Semiduro
<i>Virola koschnyi</i> *	Fruta dorada	c1	Semiduro
<i>Virola sebifera</i> ●	Fruta dorada	c3	Semiduro
<i>Vochysia alleni</i> *	Mayo	c2	Semiduro
<i>Vochysia ferruginea</i> * ●	Botarrama	c1	Semiduro
<i>Vochysia guatemalensis</i> * ●	Cebo	c1	Blando
<i>Williamodendron glaucophyllum</i>	Melón	c3	Semiduro
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> *	Lagartillo	c2	Blando

*Especies mencionadas como de mayor uso en la industria de aserrío primario, en el Censo de la Industria Forestal Primaria de Costa Rica 2011.

●Especies comerciales con mayor frecuencia en el muestreo diagnóstico.

Fuentes: Censo Nacional Forestal 2011 y baquianos del área.

Árboles de Costa Rica, Vol. 1 y Vol. 2

SIREFOR (Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica)

