

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADUACIÓN

**DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA HORIZONTAL DE SEIS
ESPECIES DE ÁRBOLES MADERABLES EN LOS BOSQUES
DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA**

MARVIN VINICIO LIZANO LÓPEZ

CARTAGO, COSTA RICA

2016



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADUACIÓN

**DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA HORIZONTAL DE SEIS
ESPECIES DE ÁRBOLES MADERABLES EN LOS BOSQUES
DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA**

MARVIN VINICIO LIZANO LÓPEZ

CARTAGO, COSTA RICA

2016

DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA HORIZONTAL DE SEIS ESPECIES DE ÁRBOLES MADERABLES EN LOS BOSQUES DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA

Marvin Vinicio Lizano López¹

RESUMEN

Se recopiló información basada en muestreos de planes de manejo forestal, inventarios preliminares y censos, para conocer la distribución óptima y el comportamiento de la estructura horizontal mediante resultados de abundancia y dominancia absoluta de seis especies de árboles maderables en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica. Se eligieron 30 Unidades de Manejo Forestal (UMF), con un área efectiva de bosque intervenido ≥ 30 ha, definido en un solo fragmento; se dividieron en dos sectores. Se consideraron datos de 434 parcelas (0,15 y 0,3 ha), en el inventario preliminar (dap ≥ 10 cm y 30 cm). Se obtuvieron datos del censo con dap ≥ 60 cm; para un total de área efectiva de 3284,8 ha. Los resultados demostraron que el *Dipteryx panamensis*, especie con restricciones de corta en el país, es sumamente abundante en las áreas muestreadas en el sector 2. Se obtuvieron resultados $> 4,22$ individuos por hectárea con dap ≥ 10 cm. Las comparaciones de las variables físicas, bióticas y estructurales entre las diferentes UMF, para definir la distribución óptima, demostró que las especies *Tachigali costaricensis* y *Lecythis ampla*, son más abundantes en sitios con mayores temperaturas, menos días lluviosos y meses secos (sector 2); *Sacoglottis thichogyna*, prefiere sitios con menores temperaturas y más días lluviosos (sector 1); *Dipteryx panamensis* y *Polychroma paraensis*, se distribuyeron en todas las áreas muestreadas, sin relacionarse con variables físicas; en *Hymenolobium mesoamericanum* no se pudo asociar su distribución, debido a sus bajos valores de abundancia y poca frecuencia.

Palabras claves: Abundancia, dominancia, análisis estructural, manejo forestal, especies vedadas.

¹Lizano López, M. 2016. Distribución y estructura horizontal de seis especies de árboles maderables en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 127 p.



DISTRIBUTION AND HORIZONTAL STRUCTURE OF SIX SPECIES OF TIMBER TREES IN FORESTS OF THE NORTHERN ZONE OF COSTA RICA

Marvin Vinicio Lizano López¹

ABSTRACT

It was collected information based on sampling of forest management plans, preliminary inventories and censuses, to know the optimal distribution and behavior of the horizontal structure with results of the abundance and absolute dominance of six species of timber trees in forests of the Northern Zone of Costa Rica. A total of 30 Forest Management Units (FMU) were chosen, they have an effective area of forest intervened ≥ 30 hectares, defined in a single fragment. Were divided into two sectors. It was considered data from 434 plots (0.15 and 0.3 ha) in the preliminary inventory (dbh ≥ 10 cm and 30 cm). Census data were obtained with dbh ≥ 60 cm; in a total effective area of 3284.8 ha. The results showed that the *Dipteryx panamensis*, specie with restricted timber in the country, it is abundant in the sampled areas in sector 2. Results obtained > 1.78 individuals per hectare with dbh ≥ 10 cm. Comparisons of physical, biotic and structural variables between different FMU to define the optimal distribution, showed that species *Tachigali costaricensis* and *Lecythis ampla*, are more abundant at sites with higher temperatures, fewer days of rain and dry months (Sector 2). *Sacoglottis thichogyna* prefers sites with lower temperatures and rainy days (Sector 1). *Dipteryx panamensis* and *Polychroma paraensis* were distributed throughout the sampled area, without relating to environmental variables. In *Hymenolobium mesoamericanum*, it could not be associated its distribution, because of to its low values of abundance and frequency.

Keywords: Abundance, dominance, structural analysis, forest management, species logging ban.



ACREDITACIÓN

Esta tesis fue aceptada por el Tribunal Evaluador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y aprobada por el mismo como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.

DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA HORIZONTAL DE SEIS ESPECIES DE ÁRBOLES MADERABLES EN LOS BOSQUES DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA

Miembros del Tribunal Evaluador



Braulio Vílchez Alvarado, M.Sc.

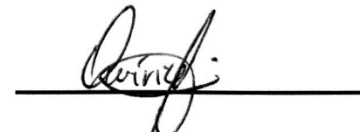
Director de Tesis



Jhonny Méndez Gamboa, M.Sc.

Representante de la Empresa

CODEFORSA



Quirico Jiménez Madrigal, M.Sc.

Empresa de Servicios

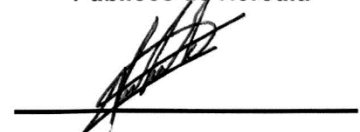
Públicos de Heredia



Dorian Carvajal Vanega, Lic.

Coordinador de trabajo final

de graduación



Marvin Lizano López

Estudiante

DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen de los Ángeles, a mi madre, padre y hermanos, por el apoyo y la oportunidad de enriquecerme como persona por medio del estudio universitario.

Al bosque, mi amigo, por habernos enlazado de esta manera, relación que mantendremos de por vida.

A todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron a mi lado en este largo proceso, y a todas aquellas personas que logre conocer en el camino que de alguna u otra forma fueron parte de mi formación.



AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de los Ángeles, por darme la salud y las fuerzas necesarias para afrontar el tema de esta investigación.

Al personal de la asociación CODEFORSA, por todo el apoyo brindado.

A todos los profesores de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica por favorecer mi educación; especialmente a Braulio Vílchez Alvarado, por inculcar en mí un poco de conocimiento en el área de la botánica y ecología, también por estrecharme su amistad a lo largo de la carrera; a Alexander Rodríguez González por haberme despertado ese gusto por la dendrología tropical; asimismo a los profesores Marvin Castillo Ugalde, Alejandro Meza Montoya y Ruperto Quesada Monge, por haberme enseñarme argumentos sobre silvicultura, ordenación, manejo y aprovechamiento sostenible de bosques; todos los temas mencionados fueron esenciales para haber afrontado el presente trabajo.

A la profesora Marlen Camacho Calvo por toda la ayuda brindada, especialmente en el área estadística, también por sus consejos y sugerencias, antes del comienzo y en el avance de esta tesis.

Al señor Quirico Jiménez Madrigal, uno de los grandes referentes en estudios de bosques naturales en nuestro país, especialmente en temas relacionados a la protección de especies arbóreas y conservación del ambiente; por formar parte del tribunal evaluador, también por sus sugerencias e interés en el tema.

Al señor Jhonny Méndez Gamboa por haberme aliado con la asociación CODEFORSA para afrontar este tema, también por su ayuda brindada y sugerencias a lo largo del presente trabajo.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
ACREDITACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
INTRODUCCIÓN	16
Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos.....	18
HIPÓTESIS.....	19
REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
Dinámica de los bosques	20
Gremios ecológicos	21
• <i>No tolerantes a la sombra:</i>	21
• <i>Tolerantes a la sombra</i>	21
Distribución de las especies.....	22
Estructura horizontal.....	25
<i>Abundancia absoluta</i>	25
<i>Dominancia absoluta.....</i>	25
<i>La estructura coetánea.....</i>	26
<i>La estructura discetánea</i>	26
Manejo forestal de bosques en Costa Rica	27



<i>Un inventario preliminar (IP)</i>	28
<i>Un censo forestal comercial (CC)</i>	29
• Manejo forestal sostenible	29
Especies maderables o comerciales	32
Veda y protección de especies arbóreas	33
<i>Especies en peligro de extinción</i>	34
<i>Especie amenazada (vulnerable)</i>	34
Restricción de corta del <i>Dipteryx panamensis</i> en Costa Rica y su relación con el <i>Ara ambigua</i>	39
<i>Antecedentes</i>	39
<i>Ara ambigua - lapa verde</i>	39
<i>Restricciones para el aprovechamiento de <i>Dipteryx panamensis</i></i>	40
Especies estudiadas	41
• <i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell. (Fabaceae).....	41
• <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H.C. Lima (Fabaceae).....	42
• <i>Lecythis ampla</i> Miers (Lecythidaceae).....	42
• <i>Polychroma paraensis</i> Ducke (Vochysiaceae).....	43
• <i>Sacoglottis thichogyna</i> Cuatrec. (Humiriaceae).....	43
• <i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff (Fabaceae).....	43
MATERIALES Y MÉTODOS	44
Descripción de la zona de estudio	44
<i>Sector uno</i>	44
<i>Sector dos</i>	44
Recolección de datos	47
Diseño de muestreo de los Planes de Manejo	48



Distribución óptima	50
Estructura horizontal	52
<i>Abundancia absoluta</i>	52
<i>Dominancia absoluta</i>	52
Análisis estadístico de información	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
❖ Estructura Horizontal	54
• <i>Abundancia absoluta con datos provenientes del IP con dap ≥ 10 cm</i> .	54
• <i>Abundancia absoluta para cada sector evaluado</i>	56
• <i>Abundancia absoluta por especie para cada sector evaluado</i>	58
• <i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell - Almendro.....	58
• <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H.C. Lima - Cola de pavo	59
• <i>Lecythis ampla</i> Miers - Jícaro.....	60
• <i>Polychroma paraensis</i> Ducke - Areno	62
• <i>Sacoglottis thichogyna</i> Cuatrec. - Titor.....	63
• <i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado	64
• <i>Abundancia absoluta con datos provenientes del IP con dap ≥ 30 cm</i> .	65
• <i>Abundancia absoluta con datos provenientes del CC con dap ≥ 60 cm</i>	67
• <i>Análisis por sector mediante datos del censo comercial en N/ha</i>	71
• <i>Dominancia absoluta</i>	73
• <i>Dominancia absoluta para cada sector evaluado</i>	75
• <i>Dominancia absoluta por especie para cada sector evaluado</i>	77
Análisis estructural y de composición florística para las diferentes UMF evaluadas	80

❖ Distribución óptima de cada especie evaluada	83
• <i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell - Almendro.....	83
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H.C. Lima - Cola de pavo.....	87
• <i>Lecythis ampla</i> Miers – Jícaro.....	89
• <i>Polychroma paraensis</i> Ducke - Areno	92
• <i>Sacoglottis thichogyna</i> Cuatrec. - Titor.....	95
• <i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado	97
CONCLUSIONES	101
• <i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell – Almendro	101
• <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> H.C. Lima - Cola de pavo	101
• <i>Lecythis ampla</i> Miers - Jícaro.....	102
• <i>Sacoglottis thichogyna</i> Cuatrec. - Titor.....	103
• <i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado	104
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	122



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de especies forestales amenazadas, en peligro de extinción y vedadas bajo Decreto Ejecutivo N° 25 700 en Costa Rica.	36
Cuadro 2. Ubicación y área de 30 Unidades de Manejo Forestal, evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	49
Cuadro 3. Características físicas de 30 UMF ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente Atlas Digital de CR (Ortiz 2008), CODEFORSA y MINAE).	51
Cuadro 4. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	54
Cuadro 5. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha), evaluados en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	56
Cuadro 6. Número de árboles de interés por hectárea (N/ha) con un dap \geq 30 cm presentes en los distintos inventarios preliminares evaluados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	65
Cuadro 7. Número de árboles de interés censados a partir de un dap \geq 60 cm en las diferentes Unidad de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	68
Cuadro 8. Número de árboles de interés por hectárea censados a partir de un dap \geq 60 cm en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	71
Cuadro 9. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m ² /ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	73
Cuadro 10. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m ² /ha) evaluada en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	75

Cuadro 11. Variables bióticas utilizadas para caracterizar los bosques de 30 Unidades de Manejo Forestal (UMF) ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	81
Cuadro 12. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Dipteryx panamensis</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	85
Cuadro 13. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	88
Cuadro 14. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Lecythis ampla</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	90
Cuadro 15. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Polychroma paraensis</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	93
Cuadro 16. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Sacoglottis thichogyna</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	96
Cuadro 17. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie <i>Tachigali costaricensis</i> , en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).....	99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de 30 Unidades de Manejo forestal evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. (Fuente, CODEFORSA y MINAE, 2007-2016).	45
Figura 2. Zonas de vida ubicadas dentro de las distintas Unidades de Manejo Forestal evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. (Fuente, CODEFORSA y MINAE, 2007-2016).	46
Figura 3. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	55
Figura 4. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos - río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 - río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	57
Figura 5. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Dipteryx panamensis</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	58
Figura 6. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	60
Figura 7. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Lecythis ampla</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	61
Figura 8. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Polychroma paraensis</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	62
Figura 9. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Sacoglottis thichogyna</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	63



Figura 10. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Tachigali costaricensis</i> en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	64
Figura 11. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m ² /ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	74
Figura 12. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m ² /ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos - río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 - río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	76
Figura 13. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m ² /ha) para seis especies evaluadas en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	78
Figura 14. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Dipteryx panamensis</i> en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	84
Figura 15. Distribución óptima de la especie <i>Dipteryx panamensis</i> en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	86
Figura 16. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Hymenolobium mesoamericanum</i> en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	87
Figura 17. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Lecythis ampla</i> en dos conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	89
Figura 18. Distribución óptima de la especie <i>Lecythis ampla</i> en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	91
Figura 19. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie <i>Polychroma paraensis</i> en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).	92



Figura 20. Distribución óptima de la especie *Polychroma paraensis* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).94

Figura 21. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Sacoglottis thichogyna* en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).95

Figura 22. Distribución óptima de la especie *Sacoglottis thichogyna* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).97

Figura 23. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Tachigali costaricensis* en dos conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).98

Figura 24. Distribución óptima de la especie *Tachigali costaricensis* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 100



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Dipteryx panamensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 122
- Anexo 2.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Hymenolobium mesoamericanum* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 123
- Anexo 3.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Lecythis ampla* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 124
- Anexo 4.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Polychroma panamensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 125
- Anexo 5.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Sacoglathis thichogyna* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 126
- Anexo 6.** Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Tachigali costaricensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE). 127



INTRODUCCIÓN

En el trópico las especies vegetales no se distribuyen al azar, sino bajo cuantiosas exigencias fisiológicas y ecológicas (Clark, Clark y Read, 1998). Algunos autores como Mateucci y Colma (1982); Gentry (1988); Clark et al. (1995), citados por Vidal (2004) sugieren que la distribución de las especies varía conforme cambian los factores ambientales y de acuerdo a las preferencias de hábitat de estas. Por consiguiente, relacionar diferentes variables físicas, bióticas y estructurales facilitan la descripción de una manera precisa los sitios donde se establecen las especies. La distribución y abundancia de las especies varían con el tiempo, por lo que es más factible utilizar modelos dinámicos en este tipo de análisis (Gotelli y Simberloff, 1987).

La distribución de los árboles en el espacio tiene gran influencia sobre la densidad y estructura de los bosques, además está condicionada por las relaciones entre individuos y la estrategia de regeneración de las diferentes especies (Moeur 1997 y Corredor 1981) citados por Moret et al. (2008). El análisis de la estructura diamétrica revela información importante sobre la estabilidad y permanencia de una especie y de una comunidad estudiada, además de servir de herramienta para la toma de decisiones de aprovechamiento y manejo forestal (Corredor, 1981), citado por Moret, Valera, Mora, Garay, Jerez, Plonczak, Ramírez y Hernández (2008).

El comportamiento de un bosque tropical sometido al manejo forestal se ve reflejado en la distribución del número de individuos por clase diamétrica; ordinariamente una forma de “J” invertida, graficada para el total de las especies es el reflejo de que las masas forestales llevan un rol de regeneración adecuado (Rollet 1978, Lamprecht 1990; Louman, Quirós y Nilsson 2001; Garro 2011). Krebs (1989), citado por Gordo (2009) menciona que la estructura horizontal puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies y así su importancia ecológica en el

ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias. La distribución diamétrica está relacionada con la interacción de las especies en un bosque (Quirós, 2002). Según Valerio (1999) conocer el comportamiento de las especies que habitan en los bosques tropicales es de suma importancia, con el fin de establecer parámetros de manejo adecuado a sus requerimientos, asegurando así la permanencia futura.

La Zona Norte de Costa Rica contiene gran variedad de árboles maderables importantes en sus bosques, por diversos motivos algunos de estos se encuentran con restricciones de corta, tal es el caso de *Dipteryx panamensis*, *Hymenolobium mesoamericanum*, *Tachigali costaricensis*, *Platymiscium pinnatum* y *Podocarpus guatemalensis*. Años atrás, al no existir criterios e indicadores que regularan la extracción de bienes y servicios provenientes de los bosques (MINAE, 2008 y 2016), las malas prácticas de aprovechamiento forestal conllevaron hacia la disminución de algunas poblaciones de árboles maderables, en sus hábitats naturales. Las especies más afectadas son las menos abundantes debido a la variabilidad de sus distribuciones y la baja ocurrencia que tienen en el bosque (Shaffer 1981; Stacey y Taper 1992; García 2002) citados por Vidal (2004). Lo ideal en el tema de distribución y abundancia de las especies es sectorizar el país a través de los diferentes sitios donde estas se encuentran, relacionándolos con las variables físicas, bióticas y estructurales para evitar que el manejo forestal sostenible cause impacto en especies con poblaciones reducidas.

Para esta investigación se plantearon como objetivos, conocer distribución óptima e interpretar el comportamiento de la estructura horizontal mediante resultados de abundancia y dominancia absoluta, para seis especies maderables en distintos bosques de la Zona Norte de Costa Rica.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el estado de la abundancia y dominancia absoluta de seis especies de árboles maderables en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica.

Objetivos específicos

- Brindar información acerca de la estructura poblacional de seis especies de árboles maderables, para facilitar la planificación del Manejo Forestal Sostenible.
- Cuantificar la abundancia absoluta y medir la dominancia absoluta de seis especies de árboles maderables.
- Sectorizar sitios óptimos de distribución, utilizando variables físicas, bióticas y estructurales.

HIPÓTESIS

En el año 1997 se publica el decreto Decreto Ejecutivo N° 25700 (MINAE, 1997a) el cual prohíbe el aprovechamiento de 18 especies de árboles en Costa Rica, basado en estudios realizados por Jiménez (1993). Según la UICN estas listas deben ser actualizadas cada cierto periodo, sin embargo, hasta la fecha no se ha ejecutado ninguna actualización. Por consiguiente, la hipótesis planteada en este estudio es conocer la distribución óptima y el comportamiento de la estructura horizontal mediante resultados de abundancia y dominancia absoluta de seis especies de árboles maderables en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica (tres de estas vedadas), para reforzar mediante los resultados obtenidos, la importancia de actualizar la lista de veda vigente (MINAE, 1997a).

REVISIÓN DE LITERATURA

Dinámica de los bosques

Los bosques húmedos y muy húmedos tropicales son sistemas muy complejos y dinámicos, en ellos interaccionan gran variedad de flora y fauna silvestre. La germinación de nuevas plantas, diseminación y polinización de flores interactúan diariamente, del mismo modo la caída y muerte de grandes árboles del dosel (Guariguata y Kattan 2002). Melo y Vargas (2003), mencionan que conocer la mortalidad arbórea en los ecosistemas boscosos, es parte fundamental para crear modelos y estrategias relacionadas al manejo forestal sostenible. La caída de árboles o ramas, ya sean de forma natural o planificada mediante el manejo forestal, van a provocar la apertura de los diferentes doseles del bosque, esta apertura, permite el ingreso de luz en las partes bajas del bosque (Garro, 2011). Las entradas lumínicas a los doseles bajos fortalecen la germinación de semillas, regeneración de plantas y el crecimiento de los árboles jóvenes o suprimidos a causa de la competencia. Según Guariguata y Kattan (2002), la formación de claros se puede relacionar con la diversidad de especies, los mismos permiten la entrada de nuevas especies en sitios que no iban sido habitados por una especie en común. La mortalidad y el reclutamiento de especies arbóreas constituyen uno de los aspectos más significativos en la dinámica de los bosques (Londoño y Jiménez 1999), citado por Garro (2011).

Por consiguiente, conocer con exactitud los gremios ecológicos de las distintas especies que habitan en los bosques, se ha convertido en una herramienta clave para planificar las prácticas de manejo en bosques ricos en diversidad florística (Panayotou y Ashton 1992), citado por Garro (2011).



Gremios ecológicos

Las especies vegetales se diferencian debido a su respuesta a la presencia de claros (Manta, 1988). Estas son clasificadas en dos grupos según la cantidad de luz que reciben (Lamprecht 1990; Finegan 1993):

- *No tolerantes a la sombra:*

Heliófitas efímeras (HE): Estas especies requieren altos niveles de luz para su germinación, regeneración, crecimiento y desarrollo (Sabogal, Hutchinson, Reiche, y Finegan 1993). Por lo general son especies que no representan valor comercial maderable, su vida es relativamente corta (Sanchún y González 2006).

Heliófitas durables (HD): Especies intolerantes a la sombra con ciclos de vida largos. Colonizan espacios abiertos, y se pueden regenerar en claros pequeños del bosque, sin embargo, van a requerir altos niveles de luz para lograr establecerse y subsistir (Sabogal et al., 1993).

- *Tolerantes a la sombra:*

Esciófitas parciales (EP): Especies tolerantes a la sombra en sus etapas tempranas de su desarrollo, sin embargo, van a requerir de un grado elevado de iluminación para alcanzar el dosel y lograr su madurez (Valerio y Salas, 1998).

Esciófitas totales (ET): Este grupo de especies son tolerantes a la sombra y pueden alcanzar su madurez sin tener acceso a la luz (Valerio y Salas, 1998). Se cree que las especies esciófitas tanto parciales como totales se regeneran en etapas sucesionales dominadas por heliófitas (Sanchún y González 2006).

Distribución de las especies

Levins (1969) y Hanski (1982), citado por Gotelli y Simberloff (1987) presentan distintos modelos dinámicos para representar la fracción de núcleos de población ocupados por las especies. El modelo de Levins predice una distribución unimodal de especies en los diferentes sitios, por lo contrario, Hanski en su modelo produce una distribución bimodal (Williams, 1964), donde describe un modo de especies con una amplia distribución llamada "núcleo", y un modo de especies con escasa distribución, especies raras nombrada como "satélites. Este último modelo también predice una correlación positiva entre la fracción de sitios ocupados por una especie (distribución) y la porción promedio de la población dentro de esos sitios ocupados (abundancia) (Hanski, 1982).

Gotelli y Simberloff (1987) explica dos tipos de modelos relacionados con la distribución y abundancia de las especies: estáticos y dinámicos. En los modelos estáticos, la distribución y abundancia no varían con el tiempo, excepto cuando se efectúan importantes cambios climáticos o de hábitat; por consiguiente, los modelos dinámicos relacionan que la distribución y abundancia de una especie va a variar con el tiempo.

Brown (1984), describe que las relaciones entre una abundancia local de las especies y las características geográficas de la distribución se relacionan con la amplitud de nicho. Relacionar la distribución y la abundancia de las especies tiene importantes impedimentos para la comprensión de la estructura de una comunidad, sin embargo, ayudan a describir distintos patrones de biodiversidad (Hanski, Kouki, Halkka 1993, Brown Mehlman, Stevens 1995).

Gajardo (1993) describe que los diversos estudios que se han realizado sobre la distribución de las especies, están relacionados con reacciones fisiológicas y con fenómenos ecológico-geográficos, tal y como lo indican Gotelli y Simberloff (1987). Clark et al. (1998), mencionan que las especies vegetales no se distribuyen al azar en la superficie terrestre, sino bajo numerosas exigencias ecológicas y fisiológicas.

En la Zona Norte de Costa Rica ya se han realizado diversos estudios para comprender como se relacionan las variables físicas con la distribución de las especies arbóreas en los bosques, utilizando modelos tanto locales como especiales. Clark et al. (1998) mediante un estudio elaborado en la estación biológica La Selva, Costa Rica, abarcando un área de 216 ha bosque, con el propósito de conocer si los factores edáficos locales a lo largo de cortos gradientes ambientales afectan la distribución y abundancia de las especies arbóreas en el trópico húmedo, examinando la respuesta de nueve especies con factores físicos como tipo de suelo, posición geográfica y ángulo de pendiente; en sus resultados encontraron que las especies generalmente no se distribuyen aleatoriamente sobre cortos gradientes edáficos sino más bien con el tipo de suelo y la posición geográfica. Por otra parte, en la misma zona de estudio Clark, Palmer y Clark (1999), profundizan que la distribución de las especies arbóreas está influenciada con los factores edáficos; evaluando un área de 573 ha de bosque, demostraron que alrededor de un 30% de las especies tanto de palmas como de árboles está estrechamente relacionada con el tipo de suelo y la posición topográfica.

Vidal (2004) realizó un estudio sobre distribución geográfica donde evaluó el comportamiento de seis especies arbóreas de poca abundancia y con una distribución muy restringida en esta zona del país, considerando las macro-ambientales como: precipitación, temperatura, elevación, fragmentación, tipo de suelos, distancia a ríos, ubicación geográfica y otra a nivel local como porcentaje de pendiente y acidez del suelo. Las variables que mejor distinguieron la distribución fueron la precipitación,

temperatura, elevación y la ubicación geográfica; se destacó la importancia que tienen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para facilitar los vacíos de información en este tipo de estudios.

Las especies estudiadas por Vidal (2004), fueron *Hymenolobium mesoamericanum* Lima (escasa y vedada); *Podocarpus guatemalensis* Standl. (escasa y vedada); *Lecythis ampla* Miers (escasa); *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff (vedada), estas especies fueron seleccionadas de la lista de especies en peligro de extinción para Costa Rica (Jiménez, 1999); otras como *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell (maderable) y *Couma macrocarpa* Barb.Rodr. (maderable) fueron seleccionadas de la lista de especies amenazadas para el Corredor Biológico San Juan-La Selva (Chassot y Monge 2001), citado por Vidal (2004). Las mismas se caracterizaron por tener alta susceptibilidad a la extinción de sus poblaciones. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2012), por lo que conocer con exactitud la distribución geográfica de las especies ayuda a categorizarlas según su grado de vulnerabilidad.

Relacionar diferentes variables físicas, bióticas y estructurales facilita la descripción de una manera muy precisa los sitios donde se establecen las especies. Estas relaciones son de suma importancia para conocer la distribución y abundancia. Como bien se sabe una especie puede ser abundante en su sitio específico, mientras que en otro puede ser escasa, por lo tanto, es más factible utilizar modelos binomiales en este tipo de análisis, tal y como lo describe Hanski (1982), Gotelli y Simberloff (1987) y Gajardo (1993). Por otra parte, Birks (1996) citado por Vidal (2004) señala que las barreras naturales como montañas y ríos pueden influir en la distribución de especies vegetales atenuando cambios en los patrones florísticos.



Estructura horizontal

Las características estructurales de un bosque natural son un aspecto muy importante para predecir su dinámica, estructura y composición, lo que permitirá diseñar un plan de manejo dependiendo de los resultados obtenidos (Gordo 2009). La estructura horizontal de un bosque tropical corresponde al arreglo espacial de los árboles y es determinada por la densidad de los individuos en un área específica y por su tamaño (Valerio y Salas, 1998). Louman et al. (2001) describe que la estructura horizontal de un bosque es la estrategia de las respuestas de las interacciones de plantas con el ambiente, sus limitaciones y amenazas; reflejado en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Krebs (1989), citado por Gordo (2009) menciona que la estructura horizontal puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica en el ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias. Generalmente estas distribuciones diamétricas son graficadas para la abundancia y dominancia absoluta, donde:

Abundancia absoluta: Se describe como el número de árboles por especie. Castillo et al, 2007 la define como la cantidad de individuos por unidad de superficie (en este caso número de árboles por hectárea y por UMF). Esta variable se puede determinar por especie o por grupo de especies (Valerio y Salas, 1998).

Dominancia absoluta: Es la suma de proyecciones horizontales de los árboles, determinada por el área basal (Lamprecht, 1990). Según Valerio y Salas (1998), este es un parámetro útil para el estudio de bosques, debido a que da una idea de la magnitud del ecosistema y de su capacidad de carga.

El área basal por hectárea (G , m^2/ha) se define como la suma de las áreas bisimétricas (d^2 (cm) $\cdot \pi /4$) de una especie (Valerio y Salas, 1998).

Hawley y Smith (1972) citado por Louman et al. (2001), define dos tipos de estructuras:

La estructura coetánea: Normalmente una estructura de este tipo se caracteriza, por tener rodales de individuos de una o varias especies, con una misma edad o tamaño; representándose gráficamente como una curva en forma de campana.

La estructura discetánea: En esta estructura el crecimiento de los individuos está distribuido en varias clases o categorías de tamaño; gráficamente se representa como una curva con forma de “J” invertida. Louman et al. (2001), menciona que este tipo de comportamiento es característica de bosques primarios e intervenidos.

Pérez (2002), menciona que las especies pueden ser abundantes en clases diamétricas superiores pero escasas en las inferiores, en otras su comportamiento es más variado ya no se presentan en algunas clases diamétricas, apareciendo solo en los extremos de la distribución. Lamprecht (1990) afirmó que, si las reservas de árboles pequeños son lo suficientemente abundantes, estas ayudaran a sustituir a los árboles grandes que mueren, de esta forma el rendimiento sostenido natural estará asegurado. Las características del suelo, los factores climáticos, así como la repuesta de las especies a causa de disturbios determinan la estructura horizontal del bosque (CATIE, 2001). La formación de claros en un bosque y con estos las entradas de luz, también forman parte de la estructura horizontal.

Manejo forestal de bosques en Costa Rica

Según la Ley Forestal N° 7575, en Costa Rica se 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, caracterizado por la presencia de árboles maduros de distintas edades, especies y porte, 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 diámetro medido a la altura del pecho*”. Dicha definición no fue valorada desde un punto de vista biológico, lo cual ha traído consecuencias al ambiente y al bosque, ya que se generaliza para los distintos tipos de bosques en el país y sus estados sucesionales, además de que las dos hectáreas siempre han sido motivo de discusión en diferentes foros pues producto de esta han desaparecido infinidad de pequeños parches de bosque.

La Ley Forestal N° 7575, en su actualización (1996), efectuó los siguientes cambios:

- Prohíbe los cambios del uso en el suelo donde existen áreas boscosas.
- Crea el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y establece el Programa de Pago de Servicios Ambientales (PSA) que presta el bosque.
- Crea restricciones a la explotación de algunas especies forestales.
- Prohíbe la exportación de madera rolliza o escuadrada del bosque.

Según lo mencionado anteriormente, de los bosques naturales o manejados solo se puede extraer madera en troza proveniente de un Plan de Manejo (PGM) aprobado por el SINAC y certificada por un regente forestal. Cabe mencionar que en Decreto Ejecutivo N°34559-MINAE (2008), establece que los aprovechamientos de bosques

deben cumplir con Criterios e Indicadores, definidos en el Código de Prácticas y el Manual de Procedimientos. Pokorny y Camino (2001), mencionan que los Criterios e Indicadores ayudan a entender la compleja dinámica de los sistemas boscosos. Estos estándares bien definidos y ejecutados permiten que las prácticas de manejo forestal sean amigables con el ambiente e implican una recuperación temprana del sistema alterado. En Costa Rica la AFE (Administración Forestal del Estado) es la encargada de aprobar los Planes de Manejo según los criterios de sostenibilidad certificados, fiscalización y procedimientos que se repercuten en el reglamento de la presente Ley Forestal (Aguilar, Iza, Peña y Milla 2014).

Un Plan de Manejo como documento, cuenta con dos distintos inventarios:

Un inventario preliminar (IP): Este tipo de inventario se ejecuta con el objetivo de conocer el estado actual del bosque, su composición florística y sus zonas de protección; para ello se levanta información topográfica con el fin de conocer la pendiente, también información dendrológica y dasométrica para todos aquellos individuos comerciales o no comerciales, con diámetro ≥ 10 cm medido a 1,3 m al nivel suelo. Este muestreo es establecido de forma sistemática o al azar, en un área delimitada y medida para hacer el aprovechamiento forestal, donde no se incluyen áreas de protección acuífera o terrestre.

En la mayoría de planes de manejo realizados en Costa Rica se establecen parcelas con un área de 0,3 ha, distribuidas de forma sistemática o al azar en el área efectiva del bosque (área a manejar), con un error de muestro obtenido mediante métodos estadísticos, no mayor al 20 % para la variable área basal (área en m² que ocupa un árbol en un bosque). Sin embargo, en algunos planes de manejo se han establecido parcelas de 0,15 ha.

El IP ayuda a tomar decisiones a la hora de marcar un censo comercial, debido a que da idea de la composición florística del área de manejo y así conocer cuáles especies con restricciones de corta o vedadas se puede encontrar.

Un censo forestal comercial (CC): En este muestreo se censan todos aquellos individuos con diámetro ≥ 60 medido a 1,3 m al nivel del suelo, debido a que en la mayoría de especies comerciales este va hacer el diámetro mínimo de corta (DMC). Al igual que el IP este muestreo es realizado en el área efectiva de manejo. Las especies que van hacer aprovechadas generalmente son marcadas con spray de color azul y plaqueadas en el futuro tocón (en el caso de CODEFORSA), los árboles remanentes o especies comerciales que no van hacer aprovechadas se marcas con spray de color rojo. El criterio del profesional en ciencias forestales es el que decide cuáles especies son factibles aprovechar, teniendo en cuenta factores ecológicos como árboles semilleros, poco abundantes o escasos, y factores económicos que beneficjen o reduzcan los costos de extracción.

- ***Manejo forestal sostenible***

El manejo forestal sostenible (MFS) y la silvicultura hoy en día juegan un papel relevante en la economía y en los medios de vida de las comunidades, fundamentados en el principio de multifuncionalidad de los bosques (Meza y Méndez, 2006). Jardel y Sánchez (1989) mencionan que las prácticas de auto clareo controladas ayudan a acelerar el crecimiento de las masas forestales, esta regulación de la densidad permite obtener estructuras deseables, según sea el objetivo esperado.

Según McGinley (1998), una buena planificación en el manejo forestal reduce los impactos negativos y los resultados no deseados que puedan alterar el dinamismo



futuro del bosque. Pineda (2012), afirma que el manejo aplicado a bosque intervenidos, mediante prácticas operativas que apliquen conocimientos administrativos, técnicos y científicos, acceden a conservar y utilizar de una manera sostenible los recursos que brindan. Quesada, Castillo, Lobo y Barrantes (2010), mencionan que cuantificar cuáles son las tasas de crecimiento en los bosques manejados, ayudan a proyectar los ciclos de corta, por otra parte, facilita la toma de decisiones. Por consiguiente, el manejo forestal sostenible bien planificado permite la regeneración de nuevas especies y da paso a la recuperación de los ecosistemas alterados mediante el aprovechamiento forestal, sin embargo, sigue siendo un tema mucha controversia. Barrantes, Jiménez, Lobo, Maldonado, Quesada y Quesada (1999) mencionan que el modelo de desarrollo forestal, basado en PGM de bosque natural, debe estar, ineludiblemente, avalados por los principios ecológicos y silviculturales que operan en los bosques.

Mankin (1998), citado por Barrantes et al. (1999), menciona que para obtener un manejo forestal realmente sostenible se deben de incluir los siguientes puntos:

1. Mantener el bosque, sus funciones ecológicas, procesos y estructura general, en condiciones saludables a perpetuidad.
2. No degradar el suelo y la calidad de agua.
3. No producir ninguna consecuencia irreversible o pérdida de diversidad biológica, incluyendo genes, especies, ecosistemas o tipos de bosque.
4. Debe ser aplicado al bosque como un todo y no a algún componente particular del mismo.



Barrantes et al. (1998), evaluaron 43 PMG en la península de Osa, Costa Rica, sustentando que el concepto de manejo sostenible no ha sido aplicado por los regentes forestales en esa zona. Estos mismos autores mencionan que este resultado trae consecuencias negativas a los ecosistemas naturales, ejemplificado en dos escalas:

- a- efecto de los claros sobre la regeneración del bosque y modificación de la estructura de la comunidad forestal.

- b- fragmentación del bosque lo cual trae consecuencias graves sobre la sobrevivencia de muchos organismos al aumentar el riesgo de extinción debido a cambios en la estructura genética de las poblaciones y estocasticidad demográfica (Lande 1993), citado por Barrantes et al. (1998).

En ninguno de los planes evaluados por Barrantes et al. (1998) hacen una evaluación real del posible efecto del aprovechamiento forestal sobre la biología reproductiva y la variabilidad genética de las poblaciones de árboles. Estos mismos autores mencionan que al comparar áreas que fueron sometidas a aprovechamiento forestal hace más de 30 años con áreas de bosque inalteradas (bosque 100% natural), determinan que algunas de las especies maderables habían desaparecido, además reportan un cambio en la densidad. Vílchez (1998), en un estudio realizado en esta misma región del país, sustenta que el número de individuos para la especie *Peltogyne purpurea* en cuatro hectáreas sometidas a aprovechamiento forestal, disminuyó en cada categoría diamétrica después de cuatro años. Por consiguiente, cabe destacar que el tema de manejo forestal sostenible en Costa Rica, es muy controversial. Se deben añadir más variables medibles (principios, criterios e indicadores) para interpretar la verdadera causa y el efecto que este le puede atribuir a cada especie forestal o no, que interactúa en un bosque.

Especies maderables o comerciales

Según Jiménez (1999), se estima que en Costa Rica existen cerca de 2000 especies de árboles, los que constituyen alrededor del 20% de la flora costarricense. De éstos un poco más de 300 especies se han utilizado tradicionalmente (Jiménez y Poveda, 1991), en diferentes industrias ya sea porque producen madera fina, muy densa o por tener alta cotización en los diferentes mercados. De la gran diversidad florística costarricense (3,3 % de toda la diversidad vegetal del planeta), el grupo de los árboles ha sido el más utilizado, sobre todo por el valor de su madera (Castillo, Fallas y Quesada, 2007). Sin embargo, existe poco conocimiento en el aprovechamiento de sus residuos y del valor ecológico de algunas especies.

Varela (2002), menciona que una de las principales amenazas que presenta el manejo forestal en Costa Rica, es el desconocimiento de la biología de las especies que habitan en los bosques, sabiendo que muchas de estas van a ser sometidas al aprovechamiento. Por otra parte, Quesada (2001), menciona que actualmente los bosques sometidos al manejo forestal, ya sean estos intervenidos o aprovechados por primera vez, el número de especies comerciales va a ser alto; teniendo como perjuicio el desconocimiento de la abundancia que tengan estas. Es importante conocer el comportamiento de las especies arbóreas que tradicionalmente han sido catalogadas como comerciales (Quesada et al., 2010).

Las malas prácticas forestales, ejecutadas años atrás han provocado la disminución de muchas especies arbóreas maderables de sus habitats naturales, sobre todo a causa de la explotación de aquellas consideradas como maderas finas o con rangos de distribución muy restringidos. A causa de esto mediante la intervención por parte de conservacionistas y especialistas de diferentes ramas de la biología, se lograron promover medidas de protección inmediatas tales como vedas y restricciones de corta.

Veda y protección de especies arbóreas

Según Myers (1986); citado por Jiménez (1999) más de la mitad de los bosques húmedos tropicales han desaparecido y alrededor de una cuarta parte se encuentran degradados genéticamente. Según Castillo et al. (2007), el aprovechamiento de bosques primarios, intervenidos o secundarios se debe realizar con mejores bases científicas para no disminuir más las especies forestales. Es importante destacar que muchas de estas especies escasas e importantes para la conservación se encuentran en pequeños parches de bosque y fuera de las áreas silvestres protegidas (Varela, 2002). Correa, Arnáez, Moreira, Cordero y Castillo (2014), mencionan que en el país posiblemente ya se han extinguido especies arbóreas importantes como *Cedrela fissilis*, que especie que aún existe la hipótesis si en realidad se distribuyó en país, por otra parte, la especie *Gamanthera herrerae*, presenta poblaciones muy reducidas y poco estudiadas, estos mismos autores mencionan que podría ser la próxima decadencia debido a su limitada distribución, en su estudio solo encontraron un individuo. En cualquier ecosistema la extinción de especies vegetales o animales va a causar un daño irreversible, este problema afecta otras poblaciones de individuos (dispersores y polinizadores).

En el año 1997 por medio del Decreto N° 25700-MINAE (MINAE, 1997a), se estableció una veda total para el aprovechamiento de 18 especies arbóreas consideradas en peligro de extinción, mediante estudios de Jiménez (1993). Dicha norma hace mención que cada año la lista de especies vedadas debe ser revisada, para lograr así prolongar o revocar si se procede para algunas especies (Varela, 2002). Sin embargo, hasta la fecha esa lista nunca ha sido revisada ni actualizada, por otra parte, renovar listas para la protección de especies en lapsos de un año, es muy corto tiempo para proyectar una recuperación en los ecosistemas.

Jiménez (1999) incluye otras especies forestales en diferentes categorías: especie en peligro de extinción, especie amenazada, especie poco común. Seguidamente este mismo autor sugiere que es urgente vedar el aprovechamiento de por lo menos cinco maderables adicionales: *Peltogyne purpurea*, *Sideroxylon capiri*, *Minquartia guianensis*, *Lecythis ampla* y *Dalbergia retusa*, Jiménez (2015).

Quesada y Quirós (2003); y Castillo et al. (2007), mencionan que a nivel mundial se han realizado varias categorías para cuantificar y ubicar el grado de susceptibilidad de las especies; (The Nature Conservancy (TNC), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), y (CITIES) Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) éstas son:

Especies en peligro de extinción: Se reseña al peligro crítico de desaparición que puede tener una especie, debido a su escasez o rareza (5 o menos localidades conocidas y con muy pocos individuos); podría existir otro factor que la haga propensa a desaparecer del país, y su supervivencia es poco probable si continúan los factores causales (deforestación, explotación, etc.). Además, incluyen todas las especies reducidas numéricamente hasta un nivel crítico o cuyos hábitats han experimentado una drástica disminución (UICN 1978; TNC 1985; MINAE 1992).

Especie amenazada (vulnerable): Se refiere al peligro que sufre una especie debido a su rareza (6 a 20 localidades, pocos individuos), o por algún otro factor que la haga propensa a desaparecer del país. En el futuro esta especie podría pasar a la categoría anterior, en la que se incluyen aquellas poblaciones que experimentan una disminución progresiva debido a una explotación excesiva, una extensa destrucción de su hábitat o a otras perturbaciones ambientales (UICN, 1978; TNC, 1985; CITES).

Jiménez (1993 y 1999), utilizó los siguientes parámetros biológicos para considerar el grado de amenaza de las especies arbóreas en Costa Rica:

- a. *Disminución del hábitat*: Deforestación, fragmentación de bosques, degradamiento genético.
- b. *Abundancia*: Número de individuos por cada especie.
- c. *Capacidad de regeneración*: Gremio ecológico, variabilidad genética.
- d. *Explotación actual*: Madera fina, índice de explotación.
- e. *Estado de protección*: Hábitat dentro o fuera de áreas protegidas.
- f. *Endemismo*: Distribución únicamente en el país.
- g. *Tamaño de población efectiva*: Intercambio y variabilidad genética, endogamia.
- h. *Especies dioicas o monoicas*: Una especie dioica presenta diversificación sexual, una monoica un mismo árbol produce flores femeninas y masculinas.
- i. *Polinización*: En el trópico los principales polinizadores son los insectos (abejas, abejorros, moscas y mariposas).
- j. *Dispersión*: La dispersión de semillas contribuye a uno de los mecanismos más importantes para asegurar la supervivencia de las especies.

A continuación, se presenta una lista basada en las publicaciones de Jiménez (1993 y 1999) y Quesada (2004), donde se incluyen las 18 especies vedadas según el Decreto N° 25700-MINAE (MINAE, 1997a) y las consideradas como amenazadas.



Cuadro 1. Listado de especies forestales amenazadas, en peligro de extinción y vedadas bajo Decreto Ejecutivo N° 25 700 en Costa Rica.

Familia	Especie	Nombre común	Grado de amenaza
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ron ron	Amenazada
Bignoniaceae	<i>Handroanthus guayacan</i> (Seem.) Hemsl	Corteza, guayacán	Amenazada
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Laurel negro	Vedada
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus chocoensis</i> Prance	Ajo negro	Vedada
	<i>Caryocar costaricense</i> Donn. Sm.	Ajo, ajillo, manú, plomillo	Amenazada
Fabaceae	<i>Copaifera aromatica</i> Dwyer	Camíbar	Amenazada
	<i>Copaifera camibar</i> Poveda, Zamora & P.E. Sánchez	Camíbar	Vedada
	<i>Cynometra hemitomophylla</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose	Cativo, guapinol negro	Amenazada
	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	Cocobolo, cocobola	En peligro de extinción.
	<i>Dussia macrophyllata</i> (Donn. Sm.) Harms	Sangregao, targuayugo, paleta	Amenazada
	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i> Lima	Cola de pavo	Vedada
	<i>Mora oleifera</i> (Triana) Ducke	Alcornoque de la costa pacífica, chaperno de suampo	Amenazada
	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo, chirraca, sándalo	Vedada
	<i>Paramachaerium gruberi</i> Briz.	Sangrillo, sangrillo colorado	Vedada
	<i>Parkia pendula</i> Benth.	Tamarindo, tamarindo gigante	Vedada
	<i>Peltogyne purpurea</i> Pittier	Nazareno	Amenazada
	<i>Platymiscium parviflorum</i> Benth.	Cristóbal, ñambar	Vedada
	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Cachimbo, cristóbal, quira	Vedada
<i>Prioria copaifera</i> Griseb.	Cativo	Amenazada	
<i>Tachigali costaricensis</i> (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff	Tostado	Vedada	
<i>Tachigalia versicolor</i> Standl. & L.O. Williams	Alazán, pellejo de toro, plomo, reseo	Amenazada	

Familia	Especie	Nombre común	Grado de amenaza
Humiriaceae	<i>Humiriastrum diguense</i> Cuatrec.	Chiricano, chiricano alegre, lorito, níspero	Amenazada
	<i>Vantanea barbourii</i> Standl.	Campano, caracolillo, chiricano, chiricano triste	Amenazada
Juglandaceae	<i>Oreomunnea pterocarpa</i> Oerst.	Gavilán, gavilán blanco	Amenazada
Lauraceae	<i>Caryodaphnopsis burgeri</i> Zamora & Poveda	Cocobola, quira	Vedada
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Cachimbo, copo hediondo	Amenazada
	<i>Couratari scottmorii</i> Prance	Cachimbo, copo hediondo, matasano	Vedada
	<i>Lecythis ampla</i> Miers.	Jícara, olla de mono	Amenazada
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro, cedro real	Vedada
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro, cedro amargo	Amenazada
	<i>Cedrela salvadorensis</i> Standl.	Cedro	Vedada
	<i>Cedrela tonduzii</i> C.DC.	Cedro dulce	Amenazada
	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Caoba	En peligro de extinción.
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	Vedada
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Manú, manú negro, cuajada	Amenazada
Podocarpaceae	<i>Podocarpus costaricensis</i> de Laub.	Cipresillo	Vedada
	<i>Podocarpus guatemalensis</i> Standl.	Cipresillo, pinillo	Vedada
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i> (A.DC.) Pittier	Tempisque, danto amarillo	Amenazada
Vochysiaceae	<i>Polychroma paraensis</i> Ducke	Areno, masicarán	Amenazada
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Guayacán real	Vedada

Fuente: Jiménez 1999. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica.

Nota: La especie *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff anteriormente se conoció como *Sclerolobium costarricense* Zamora & Poveda y la especie *Polychroma paraensis* Ducke como *Qualea paraensis* Ducke.



Por otra parte, organizaciones como CITES, citado por Quesada y Quirós (2003) y Castillo et al. (2007), establece tres categorías para la protección de especies en sus conocidos Apéndices I, II y III, definiéndolos como:

- Apéndice I: Especies que estén bajo un peligro de extinción mayor, en parte por su utilización en el comercio.
- Apéndice II: Especies que, si bien no están amenazadas a tal grado como las que pertenecen al Apéndice I, pueden llegar a estarlo si no se toman medidas que restrinjan y condicionen su comercio internacional. Además, podrían incluirse las llamadas *especies similares*, es decir, aquellas que, a pesar de no estar amenazadas, por sus características físicas podrían confundirse con alguna que, si lo esté, salvo que se someta al estudio de algún especialista, razón por la cual se prefiere incluirla para evitar problemas de identificación.
- Apéndice III: Especies que se encuentran bajo algún régimen especial (aprovechamiento controlado o prohibición absoluta) en algunos de los países miembros de la Convención, pero que no se consideran amenazadas globalmente. Muchas especies de este Apéndice son comercializadas a lo interno de cada país.

En Costa Rica existen tres decretos de veda: el Decreto N° 25700-MINAE (MINAE, 1997) que incluye las especies que se indicadas en el Cuadro 1 y dos decretos sobre *Dipteryx panamensis*, el Decreto N°25167-MINAE (MINAE, 1996a), relacionado a la restricción del aprovechamiento maderable y el Decreto N° 25663-MINAE (MINAE, 1996b) para mantener la restricción de corta y aprovechamiento (Quesada, 2004).



Restricción de corta del *Dipteryx panamensis* en Costa Rica y su relación con el *Ara ambigua*

Antecedentes: En el año 1994, se inició el Proyecto de Investigación y Conservación de la *Ara ambigua* (lapa verde), cuyo objetivo fue conocer mejor la historia natural de esta ave (Madriz 2004, Chassot y Monge 2006). Los resultados indicaron la importancia que tiene para el ciclo de vida de esta especie, su relación con diversos árboles propios de los ecosistemas de bosques húmedos de las tierras bajas de Costa Rica, entre ellos se destaca el árbol de *Dipteryx panamensis* (almendro), considerado como una fuente importante para su alimentación y anidamiento (Monge, Chassot, Powell, Palminteri, Alemán, Wright 2003).

Ara ambigua - lapa verde: La lapa verde es una de las dos especies de guacamayos que residen naturalmente en Costa Rica, esta ave habita en el dosel de los bosques húmedos de bajura, allí se alimenta preferentemente de los frutos de *D. panamensis* (Stiles, Skutch y Gardner 1995; Madriz 2004, Gómez 2009). Esta ave se alimenta también del follaje del árbol de titor (*Sacoglottis thichogyna*), en particular cuando el fruto de *D. panamensis* es escaso o no está disponible (Powell, Wright, Alemán, Guindon, Palminteri y Bjork 1999). Las semillas de titor, es la segunda fuente alimenticia más importante para la dieta de esta especie (Madriz, 2004).

Esta ave anida en huecos de árboles emergentes del bosque, hechos a causa de la caída de ramas. Se reporta su preferencia por los árboles con gran diámetro y tamaño de *D. panamensis*, sin embargo, al encontrarse nidos activos y no activos, en estos individuos, se deduce que esta ave no afronta problemas por falta de cavidades naturales para su anidamiento (Madriz, 2004). También se reportan nidos en otros árboles como botarrama (*Vochysia ferruginea*), guanacaste blanco (*Albizia sp*) y en el cobano o caobilla (*Carapa guianensis*) (Madriz 2004; Camacho 2015).



En la actualidad su distribución va desde el suroeste de Honduras, vertiente caribe de Nicaragua, llanuras del norte del caribe de Costa Rica, lado caribe de Panamá particularmente la zona de Darién y noreste de Colombia (Sánchez, 1995), citado por Madriz (2004).

En Costa Rica esta ave es considerada en peligro de extinción según el Decreto N°. 26435-MINAE publicado en La Gaceta No. 233 (MINAE, 1997b). También se encuentra incluida en la lista del CITES, Apéndice 1.

Restricciones para el aprovechamiento de *Dipteryx panamensis*: Con la finalidad de proteger la fuente alimenticia y de anidamiento de la lapa verde, en 1996 se publicó en La Gaceta 111 el Decreto N°. 25167-MINAE (MINAE, 1996a), el cual restringe la corta y aprovechamiento para esta especie en la zona comprendida entre el río San Carlos y el río Sarapiquí (Madriz 2004, Camacho 2015). Sin embargo, en base a esta restricción, fueron creados otros decretos (N°. 25663-MINAE y N°. 30961-MINAE) los cuales crean una serie de disposiciones técnicas para el aprovechamiento de *D. panamensis* (Madriz 2004; Camacho 2015).

El Decreto Ejecutivo N°. 25663-MINAE, creado en año 1996 (MINAE, 1996b) y publicado en La Gaceta 243, establece la restricción de corta del 50% de los árboles con diámetro entre 70 - 120 cm y se prohíbe la corta de aquellos árboles huecos o con nido, por otra parte, también se crearon restricciones de corta para cuando la especie es considerada como “escasa” (menos de 0,3 árboles/ha), basándose en resultados del inventario preliminar (Camacho, 2015).

En el año 2003, se publicó en la Gaceta 23 el Decreto Ejecutivo N°. 30961-MINAE (MINAE, 2003), mediante el cual se suspendió por un lapso de nueve meses (dilatable



a doce meses) la recepción de solicitudes para tramitar, emitir o autorizar, permisos para el aprovechamiento de árboles en pie o caídos (Camacho, 2015).

Esta misma autora describe, que debido a la Sentencia 2008-13426, se prohíbe en todo el territorio nacional cualquier forma de aprovechamiento de esta especie (árboles en pie, madera caída y residuos de anteriores aprovechamientos), a pesar que en ningún momento fuera declarada por la vía legal su veda. Esta restricción fue establecida para todo el país, sin embargo, el reglamento a la Ley Forestal N° 7575 indica que para vedar una especie “*se deberá establecer la ubicación geográfica de la veda*”. Una medida reciente que se he puesto en práctica en el país es la considerar vedas para la protección de especies arbóreas dentro de Áreas de Conservación (AC), empleando criterios de orden más regionales y locales (Jiménez, 2015).

Especies estudiadas

- *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell. (Fabaceae), árbol emergente cuya altura supera los 50 m y dap hasta de 200 cm. La madera es extremadamente dura, resistente y fuerte, utilizada en construcciones y pisos de carrocerías. Su nombre vernáculo es almendro o almendro amarillo (Flores y Obando 2003 y 2014). En Costa Rica aparece con una alta dominancia en bosques no anegables de la región Huetar Norte, de las llanuras del Caribe Norte y Sur (Camacho, 2015), y en un ámbito altitudinal entre 20 - 500 msnm (Jiménez, Rojas, Rojas y Rodríguez, 2002).

Esta especie se encuentra incluida en la lista del CITIES, Apéndice 3. Varela (2002) y Estrada, Rodríguez y Sánchez (2005), la refieren como una especie vulnerable, sin embargo, Flores y Obando (2003), describen que el *Dipteryx*

panamensis (Pittier) Record & Mell, es considerada como una especie abundante en el bosque tropical húmedo, tropical muy húmedo y premontano húmedo de Costa Rica. Estos mismos autores hacen mención que probablemente el nombre correcto de esta especie es *Dipteryx oleífera* Benth., debido a que no se ha evidenciado mediante estudios, diferencias taxonómicas significativas para separar ambas especies (Flores y Obando, 2003 y 2014). Sin embargo, el especialista de la familia Fabaceae en Costa Rica la ha reportado recientemente con el epíteto panamensis (Zamora, 2010).

- *Hymenolobium mesoamericanum* H.C. Lima (Fabaceae), árbol grande, emergente que alcanza hasta de 45 m de altura y diámetros medidos a 1,3 m (dap) entre los 100 - 120 cm. La madera es considerada como pesada y fuerte. Se le atribuyen usos en construcciones industriales y en general. Su nombre vernáculo es cola de pavo. En Costa Rica se conoce solo en las zonas norte y Atlántica, con una elevación de 30 a 400 msnm, aunque en la Cordillera de Guanacaste sube la falda norte hasta 700 msnm (Flores y Obando, 2014). Es una especie muy escasa y en peligro de extinción por lo cual el aprovechamiento de su madera está vedado (Jiménez et al., 2002).
- *Lecythis ampla* Miers (Lecythidaceae), árbol que alcanza hasta 45 m de altura y dap entre los 100 - 160 cm. La madera es extremadamente difícil de aserrar y pulir, excelente para la construcción de embarcaciones, armazones, traviesas de ferrocarril, muebles, construcción general pesada. Su nombre vernáculo es jícaro u olla de mono. En Costa Rica se encuentra en las zonas Norte y Caribe, es común en la llanura de San Carlos, Tortuguero, Santa Clara y el valle de la Estrella (Jiménez et al. 2002; Flores y Obando 2014), en un ámbito altitudinal de 0 a 400 msnm (Jiménez et al., 2002). Según Jiménez (1999), es una especie amenazada por ser muy explotada y tener poblaciones muy reducidas.

- *Polychroma paraensis* Ducke (Vochysiaceae), árbol grande, que alcanza los 50 m de altura y dap superior a los 100 cm, emergente sobre todo en la península de Osa. Su nombre vernáculo es areno o masicarán. La madera es utilizada en construcción interna, tablilla moldurada, cuadro y pisos. En Costa Rica se encuentra en la península de Osa, Zona Norte (Sarapiquí, Boca Tapada de San Carlos), y Zona Atlántica (partes bajas de Talamanca), en elevaciones entre 100 - 850 msnm (Jiménez et al., 2002).
- *Sacoglottis thichogyna* Cuatrec. (Humiriaceae), árbol grande, del dosel, que alcanza hasta 45 m de altura y dap hasta de 150 cm. La madera es moderadamente difícil de trabajar, pero se logra obtener un buen acabado. Se le atribuyen usos para la construcción de vigas, columnas, cerchas, pisos y traviesas de ferrocarril. Su nombre vernáculo es titor o campano. En Costa Rica se encuentra en la zona Norte y Caribe, en un ámbito altitudinal de 0 - 3 00 msnm (Flores y Obando, 2014).
- *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff (Fabaceae), árbol grande, que alcanza hasta 40 m de altura y 80 cm de dap. La madera es fácil de trabajar, se reportan usos en construcción general, ebanistería de baja calidad, cajas y cornisas. Su nombre vernáculo es tostado. En Costa Rica se distribuye en las zonas Norte y Caribe, pero sube en la falda norte de las cordilleras de Guanacaste, Tilarán y Volcánica Central hasta los 700 m de elevación (Flores y Obando 2003 y 2014). De acuerdo con Jiménez et al. (2002), esta especie está en peligro de extinción, por lo cual su aprovechamiento está vedado en Costa Rica. Anteriormente se reportaba como una especie endémica de la Zona Norte y Atlántica de Costa Rica, sin embargo, se ha registrado la especie en Nicaragua (Zamora, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en la Zona Norte de Costa Rica, en las provincias de Alajuela y Heredia, dentro de las coordenadas 10°94'25.84" y 10°53'57.21" Latitud Norte, y 84°50'27.54" y 83°95'42.81" Longitud Oeste. El área de estudio comprende datos de dos Áreas de Conservación (AC), el ACCVC (Área de Conservación Cordillera Volcánica Central) y ACAHN (Área de Conservación Arenal Huetar Norte). Cabe destacar que el área de estudio evaluada se encuentra en la Región Huetar Norte de Costa Rica, la cual se caracteriza por contar con una extensión territorial de 9803 km², representando el 18 % del territorio nacional. San Carlos, Upala y Los Chiles son los cantones más extensos de esta región.

Se dividió el área de estudio en dos sectores:

Sector uno: Se ubicó entre el río San Carlos y el río Sarapiquí, valorando registros de bosques ubicados en los cantones de Grecia, San Carlos y Sarapiquí, dentro de las coordenadas 10°76'18.08" y 10°53'57.21" Latitud Norte, y 84°18'27.41" y 83°95'42.81" Longitud Oeste, con un área evaluada de bosque efectiva de 1341,5 ha.

Sector dos: Se situó entre la ruta 35 y el río San Carlos, con datos de los cantones: Los Chiles y San Carlos, dentro de las coordenadas 10°94'25.84" y 10°67'09.92" Latitud Norte, y 84°50'27.54" y 84°18'29.86" Longitud Oeste, con un área estudiada de bosque efectiva de 1943,2 ha.



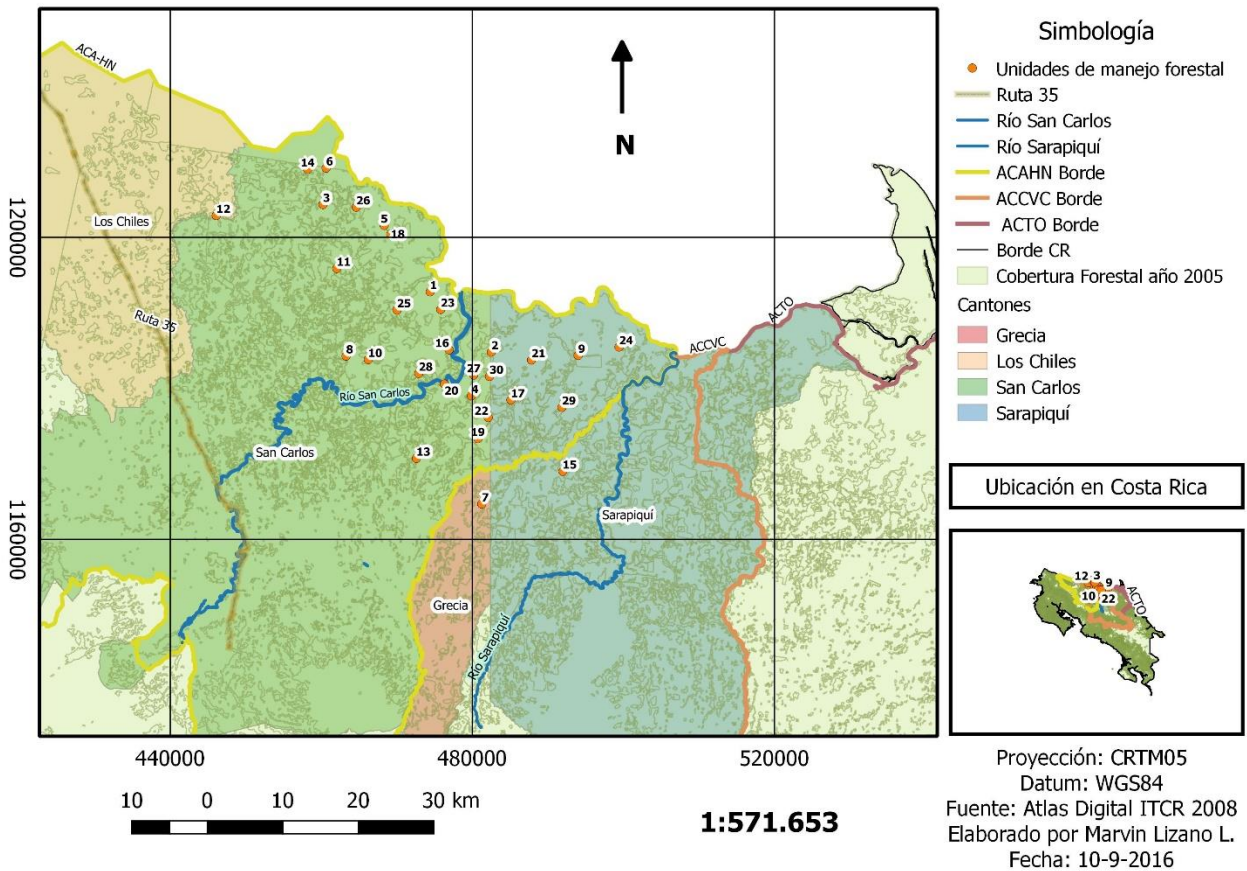


Figura 1. Ubicación geográfica de 30 Unidades de Manejo forestal evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. (Fuente, CODEFORSA y MINAE, 2007-2016).

Los bosques evaluados se caracterizan por encontrarse en las zonas de vida bosque húmedo tropical (bh - T), bosque muy húmedo tropical (bmh - T) y bosque pre montano transición a basal (bmh - P6) (Holdridge, 1987); tener elevaciones promedio de 100 m, precipitación promedio anual entre 3000 y 4000 mm/año, entre 1 y 3 meses secos, temperaturas máximas mayores a 30 °C y presentar generalmente suelos en los órdenes de ultisoles e inceptisoles (UMF 7 y 12) (Ortiz, 2008).

Los rodales estudiados presentaron una pendiente promedio de 10 %, además fueron definidos como bosques intervenidos (2ª cosecha), excepto la unidad de manejo forestal número 27 (1ª cosecha), bosque primario sin intervenir.

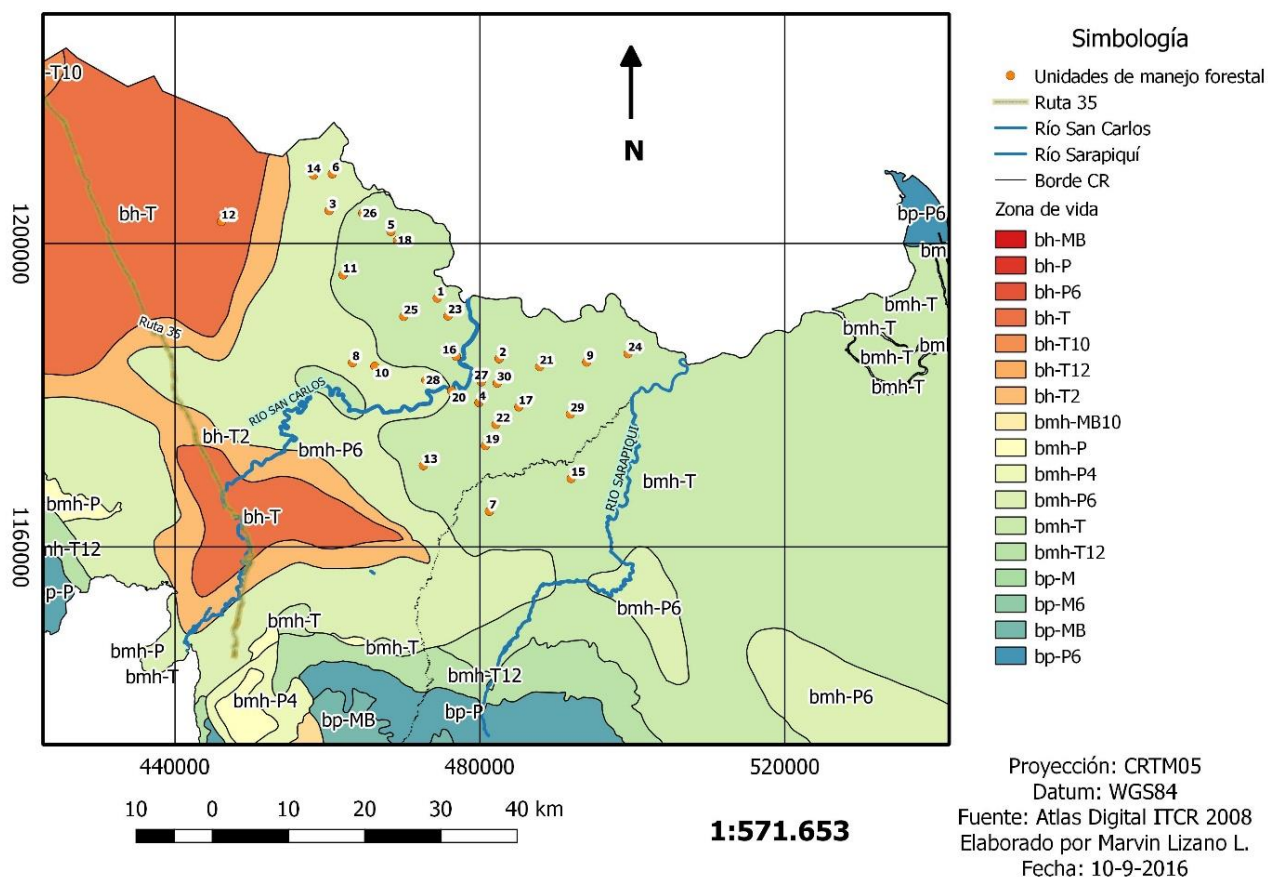


Figura 2. Zonas de vida ubicadas dentro de las distintas Unidades de Manejo Forestal evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. (Fuente, CODEFORSA y MINAE, 2007 - 2016).



Recolección de datos

Para cada sector de estudio, se eligieron 15 Unidades de Manejo Forestal con un área de bosque intervenido ≥ 30 ha, definido en un solo fragmento. Para cada bosque estudiado se contó con el documento del Plan General de Manejo (PGM), efectuados bajo la metodología del Manual de Procedimientos de La Ley Forestal N° 7575 de Costa Rica y según los estándares de sostenibilidad (MINAE, 2008 y 2016). Estos planes de manejo fueron elaborados por la asociación CODEFORSA (Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos) y otras empresas, o regentes forestales que intervienen en esta zona del país. Cada PGM se consideró como una UMF.

Se eligieron datos procedentes de la última década, del 2007 hasta año 2016, y se consideraron datos del inventario preliminar ($dap \geq 10$ cm) de 434 parcelas (0,15 y 0,3 ha) y del censo ($dap \geq 60$ cm), para un total de área de 3284,8 ha. Para la verificación de los datos de campo se eligieron dos Unidades de Manejo Forestal, en cada sector, donde sus respectivos muestreos fueran ejecutados en los últimos tres años (2014, 2015 y 2016) y sin intervenir por aprovechamiento forestal. Se identificó la especie y dap (diámetro medido a 1,3 m del suelo o diámetro medido a la altura del pecho) con cinta diamétrica. Este tamaño se calculó con base a una muestra para poblaciones infinitas, con un error de muestreo de 15 %.

Cabe mencionar que después de la ruta 35, cantones de Los Chiles, Upala y Guatuso, los PGM evaluados eran muy antiguos y en poca cantidad, por lo tanto, no se desconsidero evaluar esa región. Por otra parte, datos de UMF provenientes del cantón de Sarapiquí ubicadas después del río Sarapiquí, no fueron colectados a causa de las limitaciones de tiempo para realizar dicho estudio. Sin embargo, las UMF evaluadas se consideró que fueran lo más distribuidas posible en los distintos sectores, para así lograr una mayor variabilidad de sitios.



Diseño de muestreo de los Planes de Manejo

Para realizar cada diseño de muestreo, primero se definió una pica madre, para después proceder a abrir carriles equidistantes definidos según un rumbo establecido.

Los diseños de muestreo fueron ejecutados de forma sistemática, estableciendo la cantidad máxima de parcelas rectangulares definidas según el área efectiva de cada UFM. Todos los errores de muestreo se mantuvieron dentro de los porcentajes permitidos según el manual de procedimientos (MINAE, 2008 y 2016). Cada diseño puede cambiar según las particularidades del bosque.

Las parcelas ejecutadas con un área de 0,30 ha (100 m x 30 m) se dividieron en cuatro partes, las de 0,15 ha (50 m x 30 m) en dos partes; esto para definir una subparcela de 0,075 ha. En cada una de las parcelas se inventariaron todos los individuos con dap \geq a 30 cm y en las subparcelas todos los individuos con dap \geq a 10 cm (IP). Dentro de las parcelas, cada árbol fue identificado y numerado de manera consecutiva con su respectiva ubicación, además se midió el dap con cinta diamétrica, tanto en el IP como el censo comercial.

Para el cálculo del error de muestreo se utilizó un valor de t - student tabular con un nivel de significancia de 0.05% de probabilidad de error, para N - 1 grados de libertad. Definido según el % de área basal.

A continuación, se detalla información sobre la ubicación, el área efectiva, los tamaños y el número de parcelas que se efectuaron en cada UMF.

Cuadro 2. Ubicación y área de 30 Unidades de Manejo Forestal, evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

UMF	Sector	Latitud	Longitud	Área efectiva (ha)	Área de parcelas (ha)	Número de parcelas
1	2	474391	1192781	110,59	0,30	16
2	1	482493	1184804	70,00	0,30	12
3	2	460195	120429	219,90	0,30	14
4	1	479855	1179004	30,20	0,30	10
5	2	468308	1201569	139,11	0,30	14
6	2	460608	1209162	95,09	0,30	14
7	1	481228	1164681	55,50	0,30	11
8	2	463264	1184270	59,17	0,30	10
9	1	493997	1184352	145,00	0,30	14
10	2	466195	1183796	175,25	0,30	16
11	2	462032	1195856	80,00	0,30	15
12	2	446068	1202875	179,10	0,30	27
13	1	472569	1170718	125,80	0,30	18
14	2	458162	1208995	100,00	0,30	20
15	1	491953	1169009	90,00	0,30	13
16	2	476901	1185103	208,47	0,30	14
17	1	485087	1178452	39,30	0,30	11
18	2	469179	1200409	84,18	0,30	13
19	1	480710	1173333	87,75	0,30	10
20	1	476281	1180555	160,70	0,30	15
21	1	487819	1183749	45,00	0,15	10
22	1	482084	1176139	61,00	0,15	12
23	2	475792	1190434	254,72	0,30	18
24	1	499412	1185463	45,00	0,30	8
25	2	469997	1190369	50,00	0,30	12
26	2	464603	1203983	64,80	0,15	17
27	1	480150	1181756	295,00	0,15	28
28	2	472882	1181967	122,84	0,15	19
29	1	491845	1177485	30,00	0,30	10
30	1	482252	1181569	61,30	0,15	13
Promedio				109,49	0,27	14,5

Coordenadas con proyección CRTM05 y datum WGS84.



Distribución óptima

Para relacionar la distribución de las especies en los diferentes sectores, se utilizaron variables físicas como zonas de vida (Holdridge, 1987), días de lluvia (Atlas digital, 2014), capacidad de uso, temperatura máxima, meses secos, riesgo de inundación (Ortiz, 2008), y otras bióticas como área basal y número de individuos ($dap \geq 10 \leq 30$ cm y ≥ 30 cm para los datos del inventario preliminar, y $dap \geq 60$ cm para los del censo); coeficiente de mezcla, el cual se define como la relación unitaria del número de especies respecto al total de individuos presentes en un bosque (Lamprecht, 1990), y número de especies total inventariadas (Cuadro 4). En total se trabajó con 20 variables diferentes tanto físicas (Cuadro 3), como bióticas (Cuadro 4). Cabe mencionar que para cada especie también se obtuvieron variables como, número de individuos y área basal por hectárea, desde un $dap \geq 10$ cm hasta las categorías mayores y desde un $dap \geq 30$ cm hasta las categorías mayores (> 100 cm), esto para datos del IP; los datos provenientes del censo comercial se trabajaron desde un $dap \geq 60$ cm, sumando también sus categorías mayores (Anexos 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

En Cuadro 3 se resumen algunas características ambientales como días de lluvia (Atlas digital, 2014), zonas de vida, temperatura, meses secos, riesgo de inundación, capacidad de uso del suelo (Ortiz, 2008) y porcentaje de pendiente, esta última obtenida mediante de las curvas de nivel en cada parcela, adquiridas del mapa base de aprovechamiento y promediadas para UMF. Cabe mencionar que en el análisis de datos también se evaluaron otras variables procedentes del Atlas digital 2008 como elevación o relieve, temperatura mínima y media, orden de suelo, uso del suelo 1992 y precipitación promedio anual, pero estas no presentaron variaciones considerables en el análisis (corta magnitud en el biplot).

Cuadro 3. Características físicas de 30 UMF ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente Atlas Digital de CR (Ortiz 2008), CODEFORSA y MINAE).

UMF	Sector	Días de lluvia	T máxima(°C)	Meses secos	Z V Holdridge	Riesgo de inundación	Capacidad de uso	Pendiente (%)
1	2	210	> 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	8,4
2	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	7,8
3	2	210	> 32	3	bmh-P6	Baja	Manejo de Bosque	7,9
4	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	6,8
5	2	210	> 32	3	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	13,4
6	2	210	> 32	3	bmh-P6	Baja	Manejo de Bosque	7,9
7	1	250	30 - 32	1	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones moderadas	11,0
8	2	210	> 32	3	bmh-P6	Baja	Manejo de Bosque	9,1
9	1	290	30 - 32	1	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	5,8
10	2	210	> 32	3	bmh-P6	Baja	Cultivos permanentes	6,9
11	2	210	> 32	3	bmh-T	Baja	Cultivos permanentes	14,6
12	2	210	> 32	3	bh-T	Moderada	Agro-Limitaciones moderadas	5,8
13	1	210	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	14,2
14	2	210	> 32	3	bmh-P6	Baja	Manejo de Bosque	19,1
15	1	270	30 - 32	1	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	9,0
16	2	210	30 - 32	2	bmh-T	Alta	Agro-Limitaciones fuertes	9,2
17	1	250	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	12,6
18	2	210	> 32	3	bmh-T	Baja	Cultivos permanentes	14,2
19	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	7,1
20	1	210	30 - 32	2	bmh-T	Alta	Agro-Limitaciones leves	10,3
21	1	250	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	8,7
22	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	13,6
23	2	210	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	10,1
24	1	310	30 - 32	1	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	17,7
25	2	210	> 32	3	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	9,5
26	2	210	> 32	3	bmh-T	Baja	Manejo de Bosque	12,2
27	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	14,0
28	2	210	30 - 32	2	bmh-P6	Baja	Manejo de Bosque	11,3
29	1	270	30 - 32	1	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	4,6
30	1	230	30 - 32	2	bmh-T	Baja	Agro-Limitaciones fuertes	6,9
Promedio		228	31	2,2				10,3

Estructura horizontal

Para conocer el comportamiento estructural de los distintos bosques, se utilizaron datos únicamente para las especies de interés con dap \geq a 10 cm. Se elaboraron distribuciones diamétricas con una amplitud cada 10 cm, para el número de árboles por hectárea (N/ha) y para el área basal por hectárea (G/ha), con datos provenientes de los inventarios preliminares. También se realizó un análisis para el área total muestreada, para cada sector y específico para cada especie, de abundancia absoluta con datos provenientes del inventario preliminar (IP) y del censo comercial (CC), y otro análisis de dominancia absoluta con datos IP, ambos términos se definen como:

Abundancia absoluta: Para su evaluación se utilizaron datos provenientes del IP con dap \geq 10 cm y \geq 30 cm (N/ha) y del censo comercial (CC) \geq 60 cm dap (N/UMF y N/ha), estimando valores totales y promedios para cada especie evaluada (CC). Los resultados se representaron mediante Cuadros y Figuras para comparar los valores de abundancia mostrados en el IP y el CC, esto para el área total muestreada y para cada sector evaluado. Para determinar si existen diferencias entre sectores se utilizando una Prueba Wilcoxon para muestras pareadas, para cada especie evaluada

Dominancia absoluta: Los resultados de esta variable se representaron mediante Cuadros y Figuras utilizando datos provenientes únicamente del IP. Se realizó la distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) con el fin de conocer la capacidad de carga de cada especie para cada sector evaluado. Este tipo de estructura horizontal permite saber cuánto espacio ocupa una determinada especie dentro de un bosque, de este modo proyectar la edad que puede tener un individuo, si es joven, adulto o un árbol viejo, por lo tanto, su evaluación entre categorías diamétricas facilitan la toma de decisiones a la hora de planificar el Manejo Forestal Sostenible.

Análisis estadístico de información

Para reducir la dimensión de la base de datos, se utilizó la técnica multivariada de Análisis de Componentes Principales (ACP) y la gráfica de biplot por especie, seleccionando solo aquellas variables que alcanzaran los mayores porcentajes de variabilidad explicada. Posteriormente se aplicó la técnica de Análisis de Conglomerados (AC) por especie, para agrupar las Unidades de Manejo Forestal, según las similitudes de los vectores medios para las variables seleccionadas. Se ejecutó un Análisis de Varianza Multivariado (ANAVAM) y la prueba de comparación múltiple de Hotelling - Bonferroni, sobre los grupos formados por especie, para identificar diferencias significativas entre conglomerados. Finalmente, se realizó la comparación entre grupos para cada variable seleccionada mediante la técnica de Modelos Lineales Generales y Mixtos (MLGMix), utilizando la Prueba de Comparaciones Múltiples de Bonferroni. Mediante este modelo se evaluaron las diferentes variables físicas, bióticas y estructurales para definir la distribución óptima de cada especie estudiada. Se definió cada UMF como una unidad de muestreo.

Las comparaciones de las distribuciones diamétricas para cada UMF, tanto para el número de árboles por hectárea (abundancia) como para el área basal por hectárea (dominancia), fueron interpretadas mediante Cuadros y Figuras (Excel 2016). Para deducir en cual sector hubo mayor preferencia de sitio por parte de los rodales evaluados, se comparó la distribución diamétrica de cada especie entre sectores, para la variable número de árboles, utilizando una Prueba Wilcoxon para muestras pareadas, donde cada par de observaciones se refirió a una clase diamétrica en cada sector. Para todas las pruebas estadísticas realizadas, se utilizó un nivel de significancia de 0,05. Dicho análisis fue realizado con el programa InfoStat 2005 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, González, Tablada y Robledo, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

❖ Estructura Horizontal

- **Abundancia absoluta con datos provenientes del IP con $dap \geq 10$ cm**

Las distribuciones diamétricas (estructura horizontal) permiten interpretar el comportamiento poblacional de las especies, convirtiéndola en una herramienta útil para la toma de decisiones y el análisis silvicultural en un bosque (Quesada y Castillo, 2015). Varios autores (Lamprecht 1990; Louman *et. al* 2001; Pérez, Finegan, Delgado y Louman 2015), mencionan que una alta abundancia en diámetros pequeños asegurará el equilibrio futuro del bosque. Como bien se sabe, esta abundancia va a disminuir conforme aumentan las categorías diamétricas, a causa de la mortalidad, competencia por luz y espacio dentro del bosque.

El Cuadro 4 y en la Figura 3, se refleja la distribución por clase diamétrica del número de árboles de interés por hectárea, para el total de área muestreada (3284,8 ha), mediante datos del inventario preliminar (IP).

Cuadro 4. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Especie	Distribución diamétrica									
	10-19,9	20-29,9	30-39,9	40-49,9	50-59,9	60-69,9	70-79,9	80-89,9	90-99,9	>100
<i>D. panamensis</i>	1,25	0,19	0,29	0,25	0,40	0,33	0,22	0,21	0,15	0,23
<i>H. mesoamericanum</i>	0,23	0,00	0,02	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. ampla</i>	0,32	0,03	0,04	0,07	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00
<i>P. paraensis</i>	3,37	1,14	0,89	0,71	0,53	0,46	0,19	0,07	0,01	0,00
<i>S. thichogyna</i>	1,07	0,39	0,23	0,10	0,13	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00
<i>T. costaricensis</i>	1,15	0,35	0,19	0,15	0,15	0,13	0,10	0,07	0,01	0,02

T. costaricensis presentó individuos distribuidos en todas las clases diamétricas, obteniendo una forma de “J” invertida (Figura 3), la especie *P. paraensis* presentó este mismo comportamiento, sin embargo, no registro individuos en clases mayores a 100 cm de dap, debido a que su ciclo de vida es más corto. *P. paraensis* es la especie más abundante en todas las clases diamétricas menores a 69,9 cm.

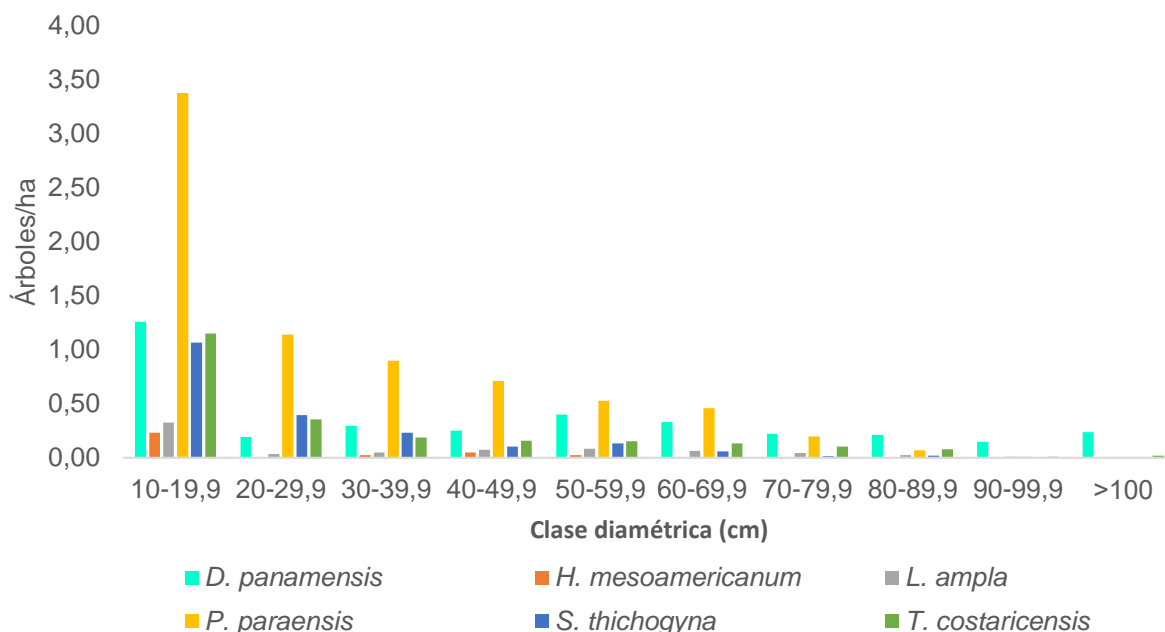


Figura 3. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

En las clases mayores a 70 cm la especie que más abunda es *D. panamensis*; resultado relacionado con la restricción de corta efectuada en el año 1996 (MINAE, 1996b), la cual solo permitía aprovechar el 50% de los árboles con diámetro entre 70 - 120 cm y también con la Sentencia 2008-13426 (MINAE, 2003), que prohibió en todo el territorio nacional, cualquier forma de aprovechamiento para esta especie (árboles en pie, madera caída y residuos de anteriores aprovechamientos).

D. panamensis presentó individuos en todas las clases diamétricas, gran parte de estos en las clases < 30 cm, demostrando así su posibilidad de obtener un buen equilibrio futuro. El comportamiento de *S. thichogyna* es similar al de *D. panamensis*, sin embargo, es menos abundante en clases diamétricas ≥ 60 cm de dap.

H. mesoamericanum no registro individuos en clases superiores a 60 cm de dap. Se consideró poco abundante en las clases donde sí se encontró, por otra parte, *L. ampla* resulto ser la segunda especie menos abundante es este estudio, sin embargo, esta especie registró individuos en todas las clases diamétricas menores a 100 cm de dap.

- **Abundancia absoluta para cada sector evaluado**

En el Cuadro 5 y en la Figura 4 se fomenta lo discutido anteriormente, sin embargo, esta vez se efectuó un análisis de la estructura horizontal para cada sector estudio.

Cuadro 5. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha), evaluados en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Especie	Sector	Distribución diamétrica									
		10-19,9	20-29,9	30-39,9	40-49,9	50-59,9	60-69,9	70-79,9	80-89,9	90-99,9	>100
<i>D. panamensis</i>	1	0,76	0,09	0,24	0,16	0,43	0,33	0,19	0,20	0,17	0,26
	2	1,74	0,29	0,35	0,33	0,36	0,33	0,25	0,22	0,13	0,21
<i>H. mesoamericanum</i>	1	0,23	0,00	0,02	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,23	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. ampla</i>	1	0,16	0,06	0,00	0,08	0,09	0,00	0,06	0,04	0,02	0,00
	2	0,48	0,00	0,09	0,06	0,08	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>P. paraensis</i>	1	2,98	1,04	0,73	0,77	0,68	0,64	0,18	0,07	0,02	0,00
	2	3,77	1,24	1,05	0,65	0,38	0,27	0,21	0,06	0,00	0,00
<i>S. thichogyna</i>	1	1,21	0,57	0,27	0,14	0,16	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00
	2	0,93	0,22	0,19	0,07	0,10	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00
<i>T. costaricensis</i>	1	0,70	0,24	0,08	0,04	0,10	0,10	0,00	0,01	0,00	0,02
	2	1,60	0,47	0,29	0,27	0,20	0,16	0,20	0,14	0,01	0,02

Según los resultados del Cuadro 5 y la Figura 4, en el sector 2 las especies más abundantes fueron *T. costaricensis* y *D. panamensis* con una diferencia bien marcada en relación al sector 1. Otras especies como *L. ampla* y *P. paraensis* fueron más abundantes en el sector 2 pero su diferencia con el sector 1 es por pocos decimales. En el sector 1 *S. thichogyna* fue la especie más abundante. *H. mesoamericanum* se consideró poco abundante en ambos sectores y con poblaciones muy fragmentadas.

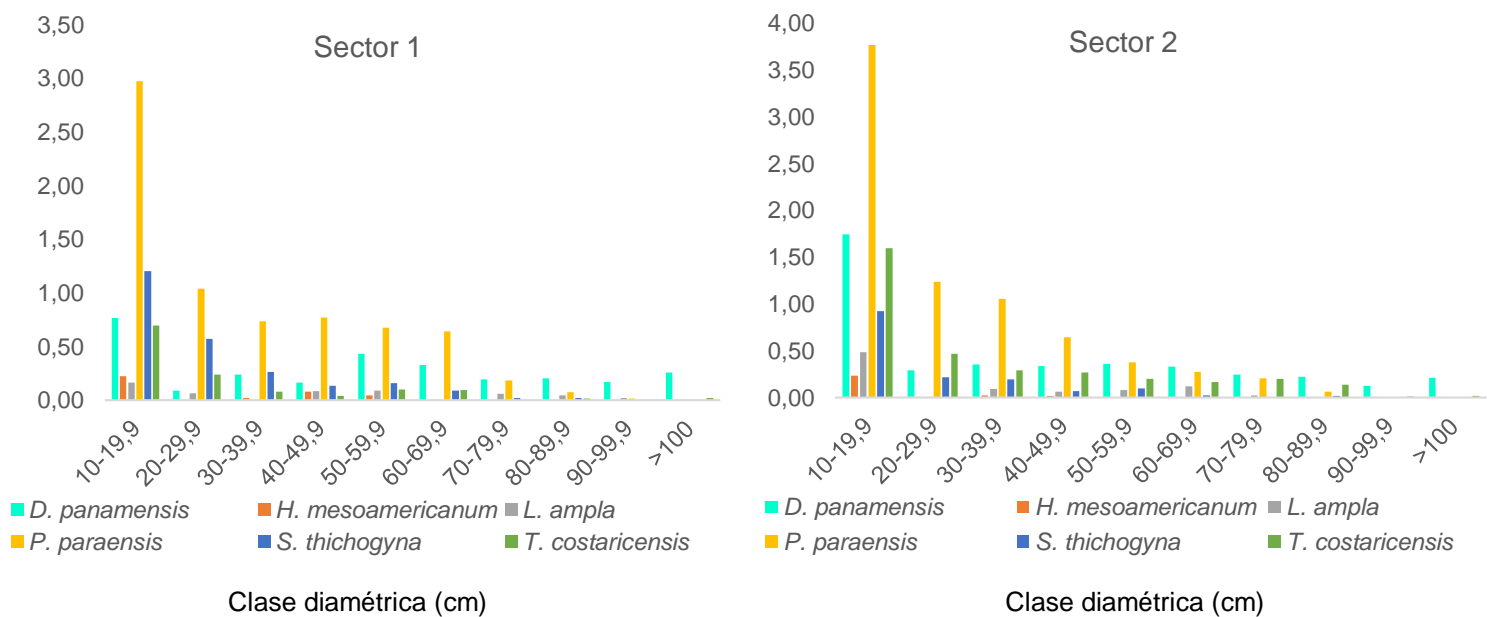


Figura 4. Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos - río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 - río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

De acuerdo a Pitman (1999) citado por Vidal (2004), las especies escasas son aquellas con densidades menores a un individuo por hectárea con $dap > 10$ cm. Para complementar lo discutido anteriormente se realizó un análisis para cada especie evaluada, mediante resultado de abundancia absoluta en cada sector de estudio.

- **Abundancia absoluta por especie para cada sector evaluado**

- *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell - Almendro

D. panamensis presentó una distribución diamétrica poco similar en ambos sectores según la prueba estadística de Wilcoxon ($p = 0,1386$); por tanto, como se observa en la Figura 5, en la clase diamétrica con dap entre 10 - 19,9 cm mostro la mayor diferencia entre sectores, reflejando un alto potencial de reclutamiento en el sector 2.

D. panamensis se caracterizó por presentar abundante regeneración en ambos sectores, pero con una alta tasa de mortalidad en la siguiente clase diamétrica (20 - 29,9 cm de dap), probablemente las causas son necesidades de luz o espacio para establecerse de una mejor manera en el bosque (Clark et al. 1998). Algunas especies que alcanzan el dosel en bosques tropicales húmedos y muy húmedos, requieren de la existencia de aperturas en el dosel para su regeneración (Clark & Clark 1987). Esta demanda de luz puede ser compensada con el Manejo Forestal Sostenible.

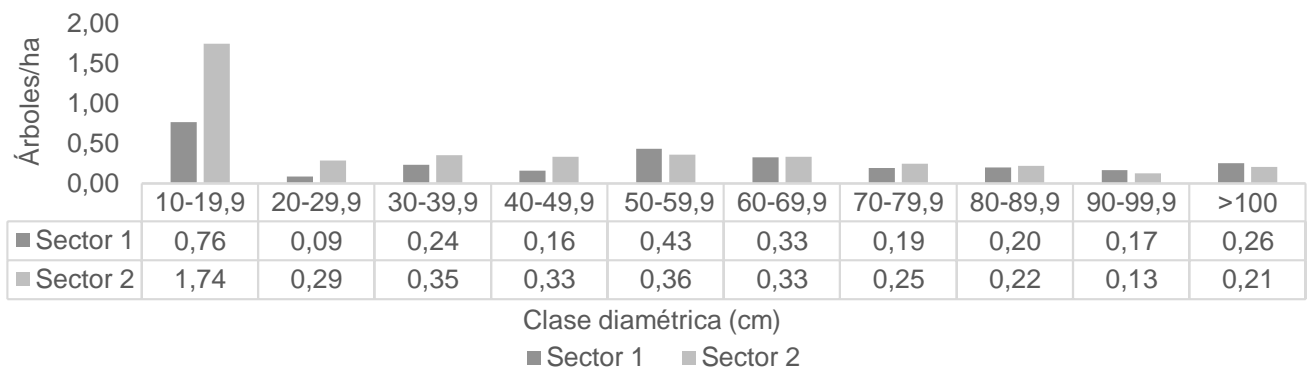


Figura 5. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Dipteryx panamensis* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Los valores más altos de abundancia absoluta los presentó el sector 2, haciendo exclusión en algunas clases diamétricas (50 - 59,9 cm y mayores a 90 cm de dap), donde predomina las del sector 1. La sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1 dio como resultado 2,83 N/ha, mientras que en el sector 2 el resultado fue de 4,22 N/ha. Por lo tanto, *D. panamensis* se considera como una especie abundante en ambos sectores evaluados.

D. panamensis registró individuos en todas las clases diamétricas en ambos sectores, sin embargo, la mayor abundancia la registró el sector 2, considerándose como una especie muy abundante y con la mayor capacidad de restablecerse poblacionalmente.

- *Hymenolobium mesoamericanum* H.C. Lima - Cola de pavo

H. mesoamericanum presentó una distribución diamétrica similar en ambos sectores ($p = 0,5176$, Wilcoxon) e irregular. Dentro de la clase diamétrica entre 20 - 29,9 cm esta especie no registro individuos en ninguno de los sectores evaluados, en el sector 1 registro individuos en cuatro clases diamétricas, mientras que en el sector 2 solo tres. Por consiguiente, el sector 1 presento mayor abundancia absoluta.

La sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1 dio como resultado 0,37 N/ha, en el sector 2 el resultado fue de 0,27 N/ha. *H. mesoamericanum* es considerada como una especie escasa en la zona y con poblaciones muy fragmentadas en el país (Jiménez et al 2002, Vidal 2004), el presente estudio así lo complemento.

En los datos provenientes de los diferentes IP no se registraron individuos mayores a 60 cm de dap, sin embargo, más adelante estos resultados fueron compensados con datos del CC. Este comportamiento puede estar ligado con la sobreexplotación a la que fue sometida esta especie en el pasado, a causa de un MFS nulo o mal planificado.

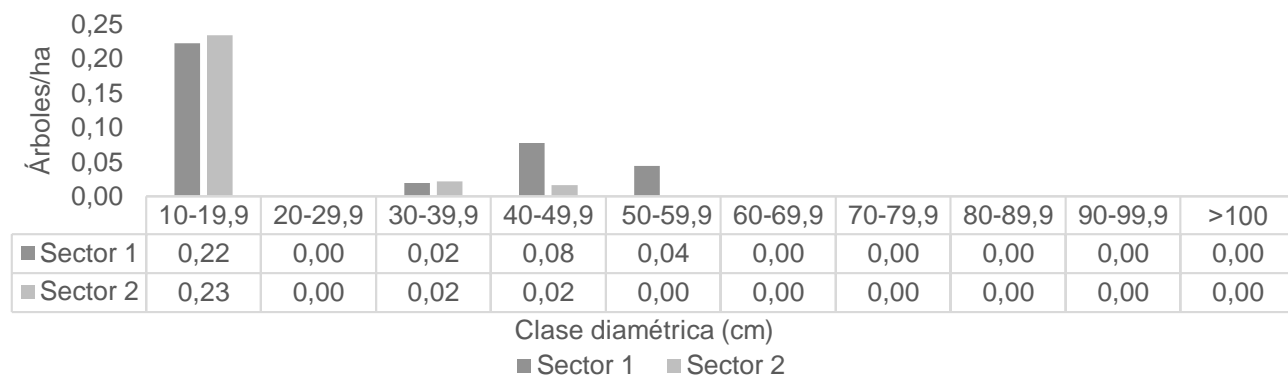


Figura 6. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Hymenolobium mesoamericanum* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

- *Lecythis ampla* Miers - Jícaro

Según la prueba estadística de Wilcoxon *Lecythis ampla* presentó una distribución diamétrica muy similar en ambos sectores ($p = 0,9999$). Sin embargo, como se observa en la Figura 7, en las clases diamétricas con dap entre 10 - 19,9 cm, hay un mayor número de árboles por hectárea en el sector 2.

El sector 2 fue el único que reportó individuos en las clases diamétricas entre 30 - 39,9 cm y 60 - 69,9 cm de dap, caso contrario para la clase diamétrica entre 20 - 29 cm de dap y las clases diamétricas mayores a 80 cm de dap, que solo se reportaron en el sector 1.

En ninguno de los sectores evaluados el comportamiento fue de forma de “J” invertida, su forma de distribución fue en “forma de campana”, la cual es característica de varias especies con problemas de regeneración y de alto valor comercial (Rollet 1971, 1980,

Lamprecht 1990, Vílchez y Rocha 2006). La fragmentación de los bosques, el sistema de dispersar las semillas y la depredación de las mismas en los fragmentos debido a una alta demanda de consumidores (Guariguata, Claire y Jones 2002), probablemente influyen en su baja regeneración.

Según estudios de Gallego 2002 y Vidal 2004, esta especie cuenta con una regeneración escasa. *L. ampla* tolera la sombra (Jiménez et al. 2002), por lo tanto, la luz no es un factor limitante para su establecimiento en el bosque (Vidal 2004).

Existe una gran diferencia a la hora de relacionar los valores de abundancia absoluta en ambos sectores, debido a que sus poblaciones se encuentran muy fragmentadas en las diferentes clases diamétricas. La sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1 dio como resultado 0,52 N/ha, mientras que en el sector 2 el resultado fue de 0,86 N/ha. *L. ampla* se consideró como una especie poco abundante en ambos sectores evaluados, en efecto, se deben considerar nuevas medidas de protección para la conservación de esta especie, ya que su categorización como especie amenazada no es suficiente ya que no evade el aprovechamiento forestal.

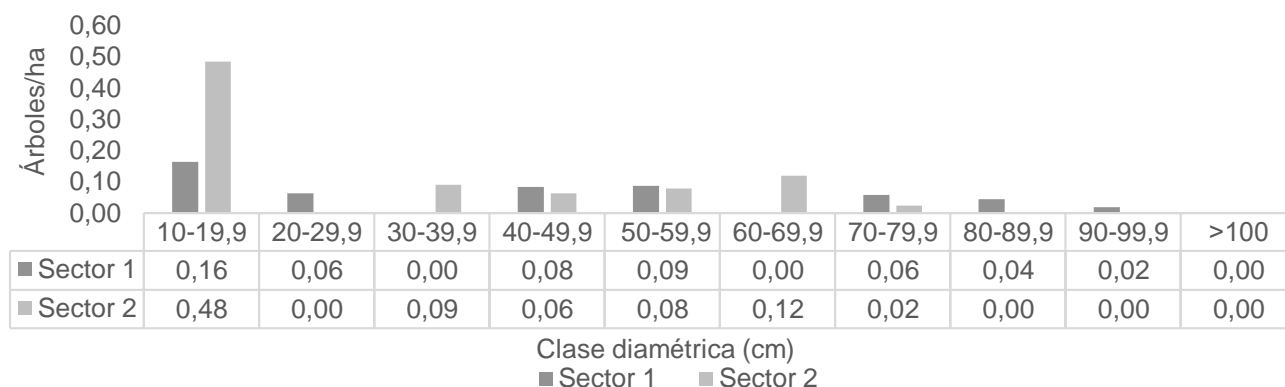


Figura 7. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Lecythis ampla* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

- *Polychroma paraensis* Ducke - Areno

Polychroma paraensis al igual que *L. ampla* presentó una distribución diamétrica muy similar en ambos sectores ($p = 0,9286$, Wilcoxon). Como se observa en la Figura 8, en las clases diamétricas ≤ 40 cm, esta especie es más abundante en el sector 2, sin embargo, en las clases diamétricas ≥ 40 cm, es más abundante para el sector 1, excepto en la clase de 70 - 79,9 cm de dap. Esta especie presenta la población con mayor regeneración de individuos, además mantiene un número considerable en casi todas las clases diamétricas.

En ambos sectores de estudio su comportamiento fue de forma de “J” invertida, lo que indica que el manejo forestal sostenible no ha afectado la recuperación de sus poblaciones (Garro, 2011). En las clases superiores a 100 cm de dap no se registraron individuos en este tipo de muestreo (IP).

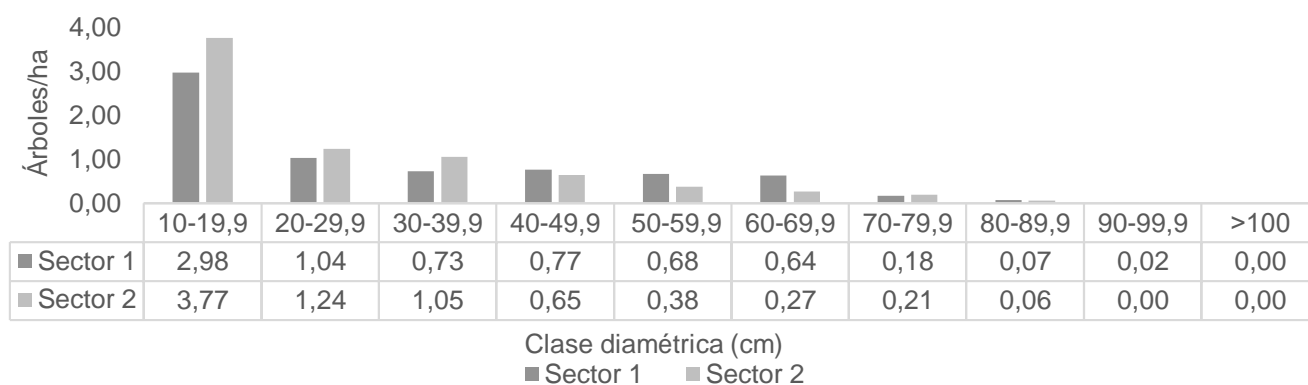


Figura 8. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Polychroma paraensis* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

La sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1 dio como resultado 7,10 N/ha, mientras que en el sector 2 el resultado fue de 7,62 N/ha, por lo tanto, se consideró como una especie muy abundante en ambos sectores de estudio.

- *Sacoglottis thichogyna* Cuatrec. - Titor

Sacoglottis thichogyna presentó una distribución diamétrica muy diferente en ambos sectores ($p = 0,0016$ Wilcoxon). Como se observa en la Figura 9, en todas las clases diamétricas, esta especie fue más abundante en el sector 1. Cabe destacar que en ambos sectores su comportamiento fue de forma de “J” invertida, sin embargo, en el IP no se registró individuos en clases diamétricas superiores a los 90 cm, resultado que será complementado más adelante con datos del censo comercial.

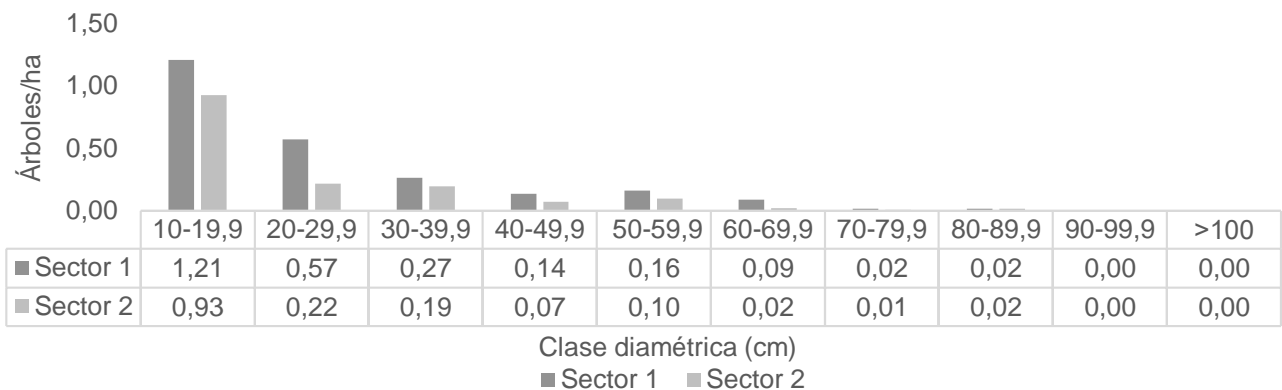


Figura 9. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Sacoglottis thichogyna* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

La sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1 dio como resultado 2,46 N/ha, mientras que en el sector 2 el resultado fue de 1,55 N/ha. Cabe destacar la preferencia que presenta esta especie de distribuirse en el sector 1.

- *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado

Tachigali costaricensis al igual que *S. thichogyna* presentó una distribución diamétrica muy diferente en ambos sectores ($p = 0,0026$, Wilcoxon). Como se observa en la Figura 10, en todas las clases diamétricas, esta especie es más abundante en el sector 2; en el mismo su comportamiento es de forma de “J” invertida. Por otra parte, este comportamiento de “J” invertida en el sector 1, solo se presentó solo en las primeras categorías diamétricas, cabe destacar que en las clases diamétricas con dap entre los 70 - 79,9 cm y 90 - 99,9 cm esta especie no reporto individuos.

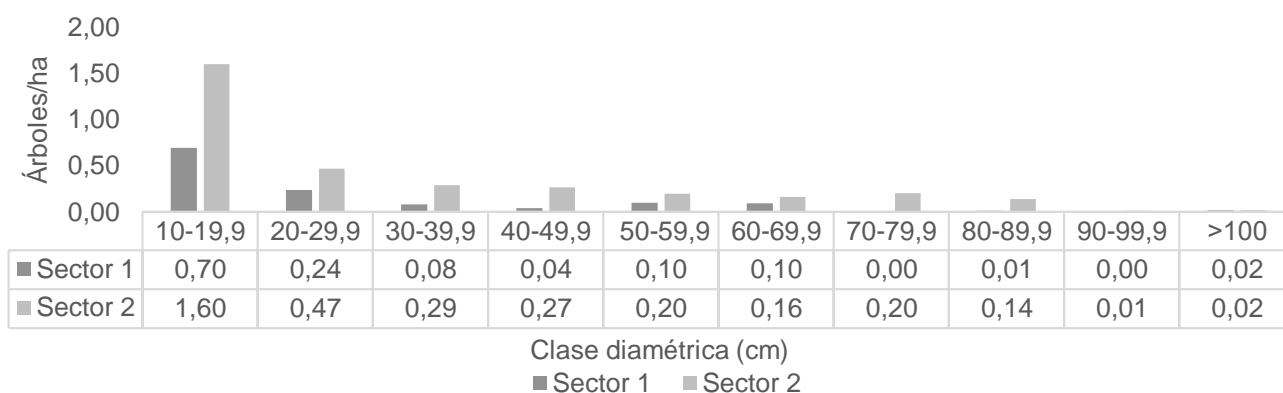


Figura 10. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Tachigali costaricensis* en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Gallego (2002), en un estudio realizado en el Corredor Biológico San Juan La Selva (CBLs), encontró que la densidad de esta especie es muy baja (0,1 N/ha). Sin embargo, en el presente estudio se obtuvo como resultado 1,28 N/ha, mediante la sumatoria de todas las clases diamétricas en el sector 1, mientras que en el sector 2 este valor aumento considerablemente, su resultado fue de 3,36 N/ha.

T. costaricensis se consideró abundante en el sector 2 y poco abundante en el sector 1, en consecuencia, se deduce que en el sector 2 se podría aplicar Manejo Forestal Sostenible (MFS) sin temor de alterar su comportamiento de “J” invertida propuesta para modelos silviculturales de manejo sostenible de los bosques tropicales (Rollet 1978, Lamprecht 1990; Louman, Quirós y Nilsson 2001; Garro 2011).

- **Abundancia absoluta con datos provenientes del IP con dap \geq 30 cm**

Según los indicadores para el manejo de bosques naturales en Costa Rica (MINAE, 2008 y 2016), un indicador para evaluar una especie como poco abundante, es que presente valores $< 0,3$ árboles por hectárea con dap ≥ 30 cm. A estas especies se les restringe su aprovechamiento.

En el Cuadro 6 se resumen estos valores de abundancia absoluta para las seis especies estudiadas, para cada sector evaluado y en área total muestreada.

Cuadro 6. Número de árboles de interés por hectárea (N/ha) con un dap ≥ 30 cm presentes en los distintos inventarios preliminares evaluados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Especie	Sector		
	Sector 1	Sector 2	Ambos
<i>Dipteryx panamensis</i>	1,97	2,19	2,08
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	0,14	0,04	0,09
<i>Lecythis ampla</i>	0,29	0,37	0,33
<i>Polychroma paraensis</i>	3,09	2,62	2,85
<i>Sacoglottis thichogyna</i>	0,69	0,41	0,55
<i>Tachigali costaricensis</i>	0,35	1,29	0,82

D. panamensis se consideró abundante en toda el área evaluada (2,08 N/ha) y en ambos sectores de estudio (sector 1 = 1,97 N/ha; sector 2 = 2,08 N/ha), por lo tanto, se dedujo que no es tan vulnerable como lo describen otros autores (Varela 2002; Estrada et al. 2005). Para predecir el nivel de vulnerabilidad de una especie, lo ideal es comparar estudios viejos con recientes y de nivel florístico.

H. mesoamericanum, especie vedada y considerada en peligro de extinción en Costa Rica (MINAE 1997, Jiménez 1999, Jiménez et al. 2002 y Quesada 2004), se consideró sumamente escasa en ambos sectores de estudio. Esta especie registró un valor de abundancia absoluta de 0,09 N/ha, para el total de área evaluada. Cabe destacar que en el sector 2 el valor de abundancia absoluta fue muy bajo (0,04 N/ha), mientras que en el sector 1 el mismo aumento tan solo unos decimales (0,14 N/ha).

L. ampla, especie amenazada en Costa Rica (Jiménez 1999, Jiménez et al. 2002 y Quesada 2004), se consideró como una especie poco abundante en las diferentes UMF estudiadas. Obtuvo el segundo valor de abundancia absoluta más bajo (0,33 N/ha), en el total de área evaluada. La diferencia entre ambos sectores de estudio fue mínima (sector 1 = 0,29 N/ha; sector 2 = 0,37 N/ha).

P. paraensis, especie amenazada en Costa Rica (Jiménez 1999, Jiménez et al. 2002 y Quesada 2004), se consideró la especie más abundante, obtuvo el valor más alto de abundancia absoluta para el total de área evaluada de 2,85 N/ha y en ambos sectores de estudio (sector 1 = 3,09 N/ha; sector 2 = 2,62 N/ha).

S. thichogyna presentó una corta diferencia en los valores de abundancia absoluta para cada sector de estudio (sector 1 = 0,69 N/ha; sector 2 = 0,41 N/ha). En ambos sectores los valores fueron bajos.

T. costaricensis, especie vedada y considerada en peligro de extinción en Costa Rica (MINAE 1997, Jiménez 1999, Jiménez et al. 2002 y Quesada 2004) mostro una diferencia bien marcada al comparar los valores de abundancia absoluta entre ambos sectores de estudio. Se consideró abundante en el sector 2 (1,29 N/ha) y poco abundante en el sector 1 (0,35 N/ha).

- ***Abundancia absoluta con datos provenientes del CC con dap \geq 60 cm***

D. panamensis es la especie más abundante en el censo comercial, mostrando un total de 2231 individuos censados en 28 UFM. En las UFM # 12 y 18 no hubo registros, ambas UMF están dominadas por la especie *T. costaricensis*. El promedio de individuos por UMF con dap \geq 60 para *D. panamensis* es de 79,7. Cabe destacar que el área efectiva de bosque (AE) promedio de cada UMF es de 109,5 ha.

P. paraensis resulto ser la segunda especie censada más abundante, con una cantidad de 1481 individuos evaluados en 29 UFM, la UMF # 12 no registro individuos de *P. paraensis*. En el Cuadro 4, 5 y 6 (resultados obtenidos del IP), *P. paraensis* se consideró como la especie más abundante. Según Quesada et al. (2010), en estudios realizados en la península de Osa, *P. paraensis* reporta tasas de crecimiento particularmente altas de todas las categorías diamétricas. Cabe la hipótesis de que esta especie sea considerada o no, como una especie amenazada (Jiménez 1999, Quesada 2004). El promedio de individuos por UMF con dap \geq 60, fue de 51,1.

En el Cuadro 7 se representa el número de individuos de interés evaluados en el censo comercial para cada especie evaluada en las distintas de UMF.

Cuadro 7. Número de árboles de interés censados a partir de un dap \geq 60 cm en las diferentes Unidad de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Sector	UMF	AE (ha)	Especie					
			<i>D. panamensis</i>	<i>H. mesoamericanum</i>	<i>L. ampla</i>	<i>P. paraensis</i>	<i>S. thichogyna</i>	<i>T. costaricensis</i>
2	1	110,6	188	2	28	43	8	7
1	2	70,0	92	0	6	68	5	1
2	3	219,9	285	4	27	104	18	150
1	4	30,2	38	0	3	6	0	0
2	5	139,1	10	2	5	28	17	30
2	6	95,1	116	4	13	39	16	86
1	7	55,5	24	1	6	11	4	5
2	8	59,2	29	0	2	38	7	19
1	9	145,0	104	0	12	20	3	0
2	10	175,3	93	1	16	168	17	97
2	11	80,0	6	1	1	6	3	47
2	12	179,1	0	3	20	0	27	61
1	13	125,8	29	0	22	40	15	37
2	14	100,0	171	0	11	60	5	72
1	15	90,0	9	1	3	16	7	10
2	16	208,5	47	4	14	73	20	17
1	17	39,3	21	0	6	26	2	5
2	18	84,2	0	1	3	54	10	48
1	19	87,8	10	1	6	24	23	24
1	20	160,7	96	4	6	51	15	22
1	21	45,0	35	4	4	47	12	6
1	22	61,0	24	3	8	10	7	2
2	23	254,7	162	1	28	166	26	61
1	24	45,0	28	1	5	19	0	4
2	25	50,0	31	0	2	19	3	23
2	26	64,8	60	1	3	23	7	50
1	27	295,0	335	10	23	227	11	5
2	28	122,8	82	0	5	38	5	24
1	29	30,0	45	3	7	7	3	0
1	30	61,3	61	0	7	50	2	2
Total		3284,8	2231	52	302	1481	298	915
Promedio		109,5	79,68	2,6	10,07	51,07	10,64	33,89

La tercera especie con más individuos censados fue *T. costaricensis*, reporto un total de 915 árboles en 27 UMF evaluadas. Las UMF sin registros fueron la # 4, 9 y 29, ambas ubicadas en el sector 1. El promedio de individuos por UMF con $dap \geq 60$ cm, fue de 39,9. Varela (2002), en su estudio reporto un total de 192 individuos censados con $dap \geq 60$ cm en la Zona Norte de Costa Rica, 143 individuos en ACA-HN y 49 en el Área de conservación Guanacaste (ACG), este mismo autor menciona que muchos forestales en el cantón de San Carlos consideran esta especie como abundante.

Varela (2002), menciona que *T. costaricensis* debe ser considerada a la hora de postergar una posible veda, ya que es endémica en el país, lo que obliga asegurar su preservación, sin embargo, esta situación que ya no es cierta, debido a que se han registrado individuos también en Nicaragua (Zamora, 2010).

H. mesoamericanum es la especie más escasa y con distribución más restringida. En total se registraron únicamente 52 árboles en 20 UMF, con un promedio de 2,6 individuos por UMF. En las UMF # 2, 4, 8, 9, 13, 14, 17, 25, 28 y 30 (UMF distribuidas en ambos sectores de estudio), no se censaron individuos. Según el estudio de Varela (2002), esta especie fue registrada en 6 Áreas de Conservación (AC) distintas, el ACA-HN fue la que presento más individuos, el total fue de 12 árboles, seguida por el ACCVC con 9 individuos, ambas AC fueron incluidas en el presente estudio; este autor en total registro 54 individuos distribuidos en las distintas AC consideradas.

L. ampla y *S. thichogyna*, se consideraron como especies poco abundantes. Aunque la especie *L. ampla* registro individuos en todas las UMF, solo se registró 302 árboles para el total de área evaluada, con un promedio de individuos de 10,1 árboles/UMF.

S. thichogyna reporto 298 árboles evaluados en 28 UMF; las UFM # 4 y 24 no registraron individuos, ambas en el sector 1. *S. thichogyna* reporto un promedio de 10,6 individuos por UMF. Según los estudios de Varela (2002) y Vidal (2004), *L. ampla* y *S. thichogyna* necesitan un nivel más alto de protección.

Los resultados discutidos anteriormente (Cuadro 7) fueron obtenidos mediante datos del censo comercial. Comparando los resultados de las seis especies evaluadas en el CC con los datos del IP, se demostró que en el inventario preliminar se registraron especies en UMF donde no hubo datos de las mismas en el CC, por consiguiente, sus dap fueron menores a 60 cm. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- *H. mesoamericanum* registro un individuo en la UMF 13, en la clase diamétrica entre 30 - 39,9 cm y otro en la UMF 17, para la clase diamétrica entre 40 - 49,9 cm.
- *S. thichogyna* registro tres individuos en la UMF 4, en las clases diamétricas entre 20 - 29,9; 40 - 49,9 cm y 50 - 59,9 cm.
- *T. costaricensis* mostro un individuo en la UMF 4, en la clase diamétrica en 10 - 19,9 cm.

Estos resultados destacan la importancia que tiene evaluar especies encontradas en categorías diamétricas inferiores a 60 cm de dap, a la hora de realizar estudios de distribución y abundancia, situación que no considero Varela (2002) en su estudio ya que fue basado únicamente mediante datos del censo comercial.

- **Análisis por sector mediante datos del censo comercial en N/ha**

Para este análisis cabe destacar que las áreas evaluadas en cada sector no es la misma. En el sector 1 el área efectiva de bosque es de 1341,5 ha mientras que en el sector 2 esta área aumenta a 1943,2 ha. A continuación, en el Cuadro 8 se resumen los valores de abundancia absoluta (N/ha) para cada sector evaluado.

Cuadro 8. Número de árboles de interés por hectárea censados a partir de un dap \geq 60 cm en dos sectores de estudio, ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Sector	Especie					
	<i>D. panamensis</i>	<i>H. mesoamericanum</i>	<i>L. ampla</i>	<i>P. paraensis</i>	<i>S. thichogyna</i>	<i>T. costaricensis</i>
1	0,71	0,02	0,09	0,46	0,08	0,09
2	0,66	0,01	0,09	0,44	0,10	0,41

Según los resultados del Cuadro 8, las especies *D. panamensis*, *H. mesoamericanum*, *P. paraensis* y *S. thichogyna* fueron más abundantes en el sector 1, por otro lado, en el sector 2 la especie *T. costaricensis* fue la más abundante. La especie *L. ampla* registro un mismo valor de abundancia absoluta en ambos sectores de estudio.

Relacionando los tres análisis estructurales, dos de estos obtenidos mediante registros provenientes de inventarios preliminares, dap \geq 10 cm (Cuadro 5) y \geq 30 cm (Cuadro 6), y uno realizado mediante datos de censos comerciales, dap \geq 60 cm (Cuadro 8). Se demostró que la especie *D. panamensis*, es más abundante en el sector 2 con datos provenientes del IP (Cuadros 5 y 6), mientras que en el análisis de abundancia absoluta obtenido con datos del CC (Cuadro 8) demostró ser más abundante en el sector 1. Estos valores están relacionados con el Decreto N°. 25167-MINAE (MINAE,

1996a), el cual restringió la corta y aprovechamiento para *D. panamensis* en la zona comprendida entre el río San Carlos y el río Sarapiquí (Madriz 2004, Camacho 2015).

Como se mencionó anteriormente en la Figura 3, los resultados obtenidos para *D. panamensis* también están relacionados con la restricción de corta efectuada en el año 1996 (MINAE, 1996b), la cual solo permitía aprovechar el 50% de los árboles con diámetro entre 70 - 120 cm y con la Sentencia 2008-13426 (MINAE, 2003) que prohibió en todo el territorio nacional, cualquier forma de aprovechamiento para esta especie.

Camacho 2015, menciona que en la Zona Norte de Costa Rica los bosques que se encuentran dominados por las especies *Pentaclethra maculosa* y *D. panamensis*, presentan la característica de que la especie *D. panamensis* posee un peso importante en la estructura horizontal, registrando valores promedio de abundancia de 1 a 2 N/ha para el conjunto diamétrico ≥ 30 cm de dap y para el conjunto diamétrico ≥ 60 cm, valores de 0,3 a 0,5 N/ha. Hubbell (2013) citado por Camacho (2015), reporto valores de abundancia promedio para la especie *D. panamensis* de 0,6 N/ha, dentro del grupo “árboles del dosel superior”, en Isla Barro Colorado (Panamá). En el presente estudio se obtuvo valores de abundancia absoluta para la especie *D. panamensis* en el conjunto diamétrico ≥ 60 cm de 0,71 (sector 1) y 0,66 N/ha (sector 2), y un valor promedio de 0,7 N/ha para el área total evaluada.

La especie *P. paraensis* resulto ser más abundante en el sector 2 mediante el análisis estructural con dap ≥ 10 cm, en la clase diamétrica entre 10 - 19,9 cm se evidencio una diferencia bien marcada en los valores de abundancia absoluta (Sector 1 = 2,98 N/ha; sector 2 = 3,77 N/ha), sin embargo, en las otras dos estructuras diamétricas analizadas esta especie fue más abundante en el sector 1.

Las especies *H. mesoamericanum*, *L. ampla*, *S. thichogyna* y *T. costaricensis* presentan un comportamiento similar en los distintos análisis estructurales evaluados, estas especies registraron los valores más altos de abundancia absoluta en un mismo sector sin importar la cantidad de clases diamétricas con que se valoró este resultado.

- **Dominancia absoluta**

En el Cuadro 9 y en la Figura 11 se representan mediante datos del IP los valores de dominancia absoluta para las seis especies evaluadas, en el área total muestreada.

Cuadro 9. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Especie	Distribución diamétrica									
	10-19,9	20-29,9	30-39,9	40-49,9	50-59,9	60-69,9	70-79,9	80-89,9	90-99,9	>100
<i>D. panamensis</i>	0,018	0,008	0,029	0,041	0,093	0,106	0,093	0,118	0,107	0,253
<i>H. mesoamericanum</i>	0,005	0,000	0,002	0,006	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>L. ampla</i>	0,005	0,002	0,004	0,013	0,017	0,018	0,017	0,011	0,007	0,000
<i>P. paraensis</i>	0,056	0,066	0,081	0,109	0,120	0,150	0,082	0,037	0,005	0,000
<i>S. thichogyna</i>	0,018	0,021	0,023	0,017	0,029	0,018	0,006	0,009	0,000	0,000
<i>T. costaricensis</i>	0,019	0,015	0,017	0,024	0,035	0,042	0,043	0,046	0,004	0,016

Según los resultados establecidos, se demostró que *P. paraensis* es la especie más dominante en todas las clases \leq a 69,9 cm de dap, mientras *D. panamensis* es la especie que domina las clases superiores a 70 cm de dap. Un resultado similar presentó *D. panamensis* en el análisis de abundancia absoluta realizado en el Cuadro 4 y la Figura 3; ambos resultados, tanto de abundancia como de dominancia absoluta están conexos con las restricciones de corta anteriormente discutidas mencionadas.

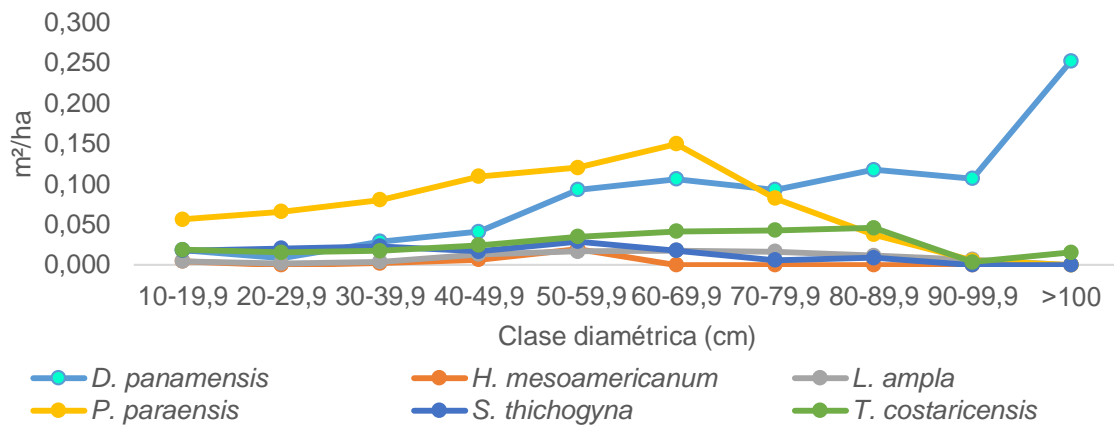


Figura 11. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) para 30 Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

D. panamensis resulto ser la especie más dominante en el área total muestreada, la sumatoria de los valores de área basal en todas las clases diamétricas evaluadas dio como resultado 0,866 m²/ha. Seguida de esta, *P. paraensis* presento los segundos valores más altos de dominancia absoluta, la sumatoria de los valores de área basal en las distintas clases diamétricas dio como resultado un valor 0,706 m²/ha.

T. costaricensis es la especie que presento el tercer valor más alto de dominancia absoluta (0,261 m²/ha), sin embargo, existe una diferencia muy abultada al comparar este valor con el de la segunda especie más dominante (*P. paraensis*), esta diferencia fue de 0,445 m²/ha. *S. thichogyna* es la cuarta especie más dominante, la sumatoria del área basal en todas las clases diamétricas fue de 0,141 m²/ha. Por otra parte, *L. ampla* (0,094 m²/ha) y *H. mesoamericanum* (0,033 m²/ha) presentaron los valores más bajos de dominancia absoluta, ambos inferiores a 0,1 m²/ha.

- **Dominancia absoluta para cada sector evaluado**

La dominancia absoluta o el área (m²) que disponen las especies de interés en las distintas en cada sector de estudio evaluado se ven reflejadas en el Cuadro 10 y en la Figura 12. Estos resultados complementan lo discutido anteriormente.

Cuadro 10. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) evaluada en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Especie	Sector	Distribución diamétrica									
		10-19,9	20-29,9	30-39,9	40-49,9	50-59,9	60-69,9	70-79,9	80-89,9	90-99,9	>100
<i>D. panamensis</i>	1	0,009	0,005	0,023	0,026	0,098	0,106	0,080	0,114	0,122	0,278
	2	0,027	0,012	0,036	0,057	0,088	0,106	0,106	0,122	0,092	0,227
<i>H. mesoamericanum</i>	1	0,005	0,000	0,002	0,010	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	0,004	0,000	0,002	0,003	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>L. ampla</i>	1	0,002	0,004	0,000	0,016	0,015	0,000	0,024	0,023	0,013	0,000
	2	0,007	0,000	0,008	0,010	0,018	0,036	0,009	0,000	0,000	0,000
<i>P. paraensis</i>	1	0,049	0,049	0,064	0,117	0,154	0,211	0,077	0,041	0,011	0,000
	2	0,064	0,082	0,097	0,102	0,087	0,089	0,088	0,034	0,000	0,000
<i>S. thichogyna</i>	1	0,022	0,028	0,027	0,023	0,036	0,029	0,008	0,009	0,000	0,000
	2	0,014	0,013	0,019	0,011	0,022	0,007	0,004	0,009	0,000	0,000
<i>T. costaricensis</i>	1	0,011	0,010	0,009	0,007	0,023	0,031	0,000	0,007	0,000	0,016
	2	0,026	0,021	0,026	0,042	0,047	0,053	0,085	0,084	0,007	0,015

En ambos sectores evaluados la especie con mayor dominancia en las clases diamétricas inferiores a 50 cm de dap es *P. paraensis*, se evidenció una alta dominancia en el sector 1 para la clase diamétrica entre 60 - 69,9 cm de dap, sin embargo, existe un decaimiento después de esta clase diamétrica en este sector.

En las clases diamétricas superiores a 80 cm de dap evaluadas en sector 1 y para el sector 2 en las clases diamétricas superiores a 60 cm de dap, la especie que más domina es *D. panamensis*. Este resultado indica que existe una gran remanencia de árboles viejos con diámetros superiores a los 100 cm (dap) en toda el área evaluada, tal y como se observa en las Figuras 11 y 12.

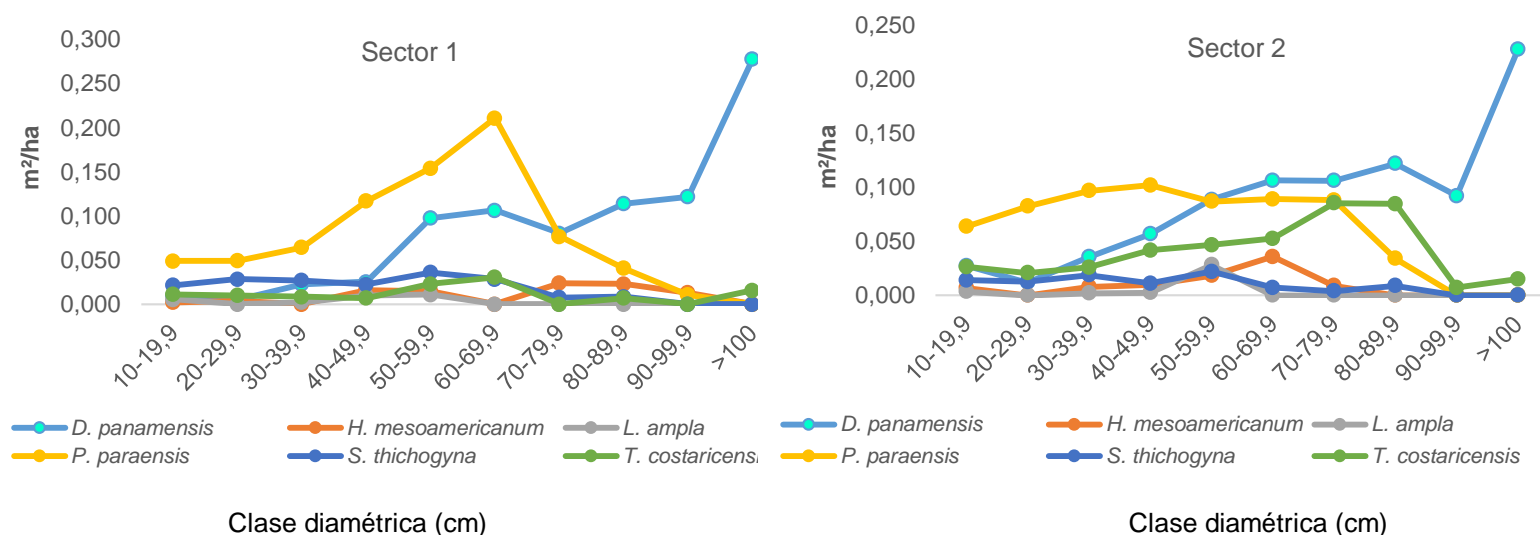


Figura 12. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos - río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 - río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Como se mencionó anteriormente en el análisis de abundancia absoluta el comportamiento de *D. panamensis* está relacionado con las diferentes prohibiciones de corta efectuadas años atrás (MINAE 1996a, 1996b y 2003). Aunque la restricción de corta efectuada en el año 2003 (Decreto Ejecutivo N° 30961-MINAE) fue planteada en un inicio para proteger los árboles que se encuentran entre el río San Carlos y el

río Sarapiquí (sector 1, evaluado en este estudio), la mayor abundancia y dominancia de esta especie se registra en el sector 2 (entre la ruta 35 y el río San Carlos).

En el sector 1 la dominancia para *D. panamensis* sobresale en las clases diamétricas entre 50 - 59,9 cm y en las mayores a 90 cm de dap, las otras clases diamétricas fueron dominadas en el sector 2, marcando una diferencia bastante alta en la clase diamétrica entre 10 – 19,9 cm de dap.

Por otra parte, la especie *T. costaricensis*, es bastante abundante y dominante en los bosques comprendidos entre la ruta 35 y el río San Carlos (sector 2).

Para complementar lo discutido en los párrafos anteriores se realizó un análisis para cada una de las seis especies evaluadas, cabe destacar que en el análisis para cada sector evaluado solo se discutieron resultados para las especies *D. panamensis* y *P. paraensis*, debido a que ambas fueron las especies más abundantes y dominantes en el respectivo estudio, seguidas de la especie *T. costaricensis*.

- ***Dominancia absoluta por especie para cada sector evaluado***

A continuación, en la Figura 13 se observa el comportamiento de la dominancia absoluta para cada especie en los distintos sectores de estudio.

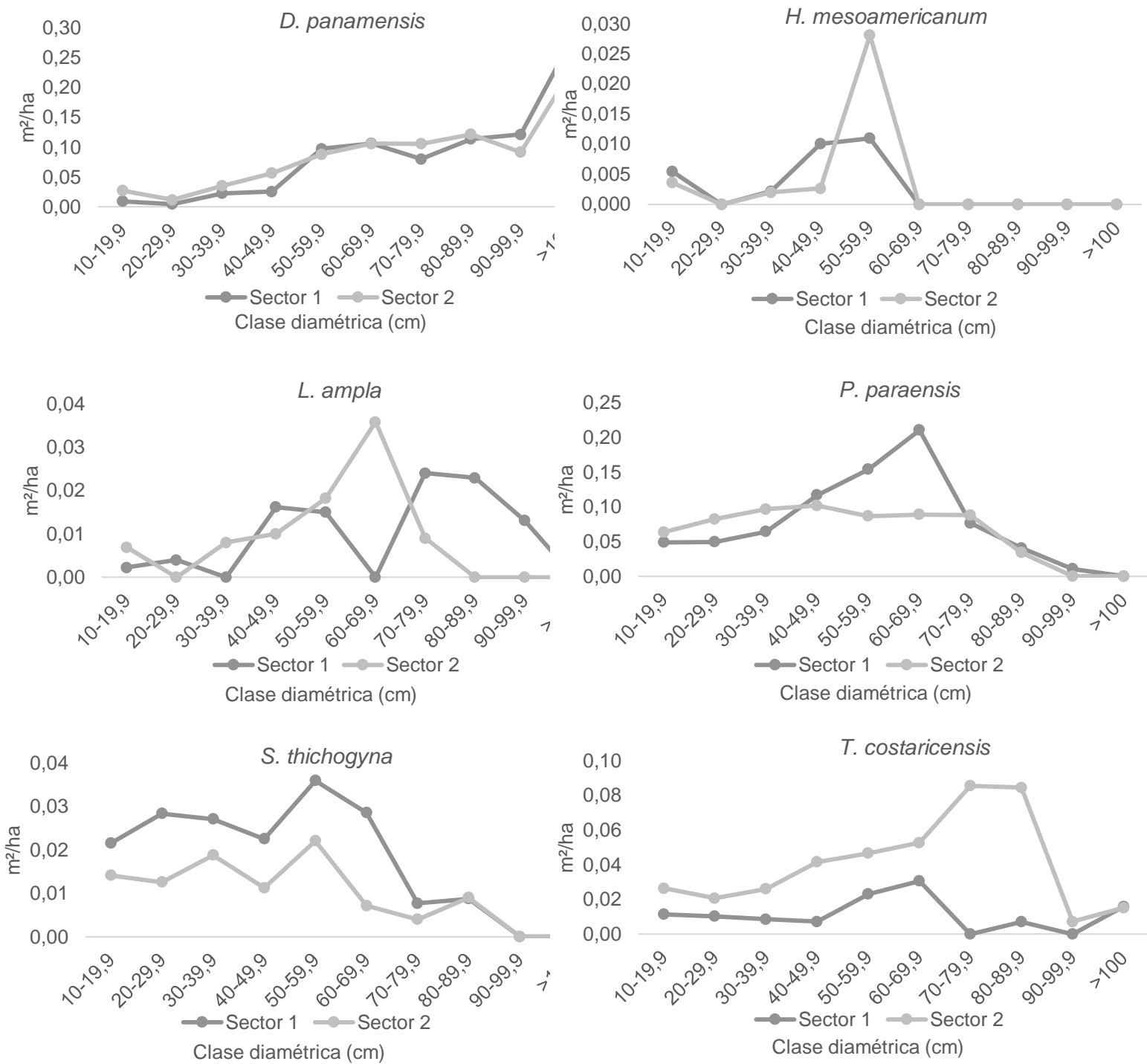


Figura 13. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m²/ha) para seis especies evaluadas en dos sectores de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Según los resultados de los Cuadros 5 y 6, se determinó que en el sector 2 es donde la mayoría de las especies estudiadas fueron más abundantes. Comparando los valores de abundancia absoluta con los de dominancia absoluta mediante el Cuadro 10 y la Figuras 12, se deduce que ese comportamiento vario para algunas especies. *H. mesoamericanum* resulto ser más abundante en el sector 1, pero más dominante en el sector 2. Esta especie presento el pico más alto de dominancia dentro del sector 2 en la clase diamétrica entre 50 - 59,9 cm de dap, este valor fue de 0,028 m²/ha.

Otras especies como *L. ampla* y *P. paraensis* resultaron ser abundantes en el sector 2, por consiguiente, este comportamiento también vario en el análisis de dominancia absoluta debido a que ambas fueron más dominantes dentro del sector 1. *L. ampla* presento el pico más alto de dominancia en el sector 2 para la clase diamétrica entre 60 - 69,9 cm de dap, este valor fue de 0,036 m²/ha, sin embargo, en esta misma clase diamétrica, pero para el sector 1 el valor de dominancia absoluta fue de 0 m²/ha. Por otra parte, *P. paraensis* presento el valor más alto de dominancia en la misma clase diamétrica que lo presento *L. ampla* (60 - 69,9 cm de dap), sin embargo, esta vez fue en el sector 1 (0, 211 m²/ha).

Especies como *D. panamensis*, *S. thichogyna* y *T. costaricensis* presentaron un comportamiento similar al comparar datos de abundancia y dominancia. *D. panamensis* y *T. costaricensis* se consideraron más abundantes y dominantes en el sector 2, caso contrario lo presento *S. thichogyna* que se consideró más abundante y dominante en el sector 1. *D. panamensis* mostro una diferencia poco marcada a la hora de comparar el comportamiento en ambos sectores evaluados, sin embargo *S. thichogyna* y *T. costaricensis* si mostraron preferencias por un respectivo sector.

Análisis estructural y de composición florística para las diferentes UMF evaluadas

Las variables estructurales y de composición florística basadas en muestreos con dap menor a 10 cm, son importantes para evaluar la abundancia y riqueza de especies (Delgado, Finegan, Zamora y Meir 1997). En el Cuadro 11 se detallan datos de las variables estructurales obtenidas en el inventario preliminar, N y G $\geq 10 \leq 30$ cm, para definir el reclutamiento futuro; N y G ≥ 30 cm, para conocer la masa y cantidad de individuos que podrán ser aprovechados en un futuro (segunda o tercera fase del aprovechamiento). También datos del censo, N y G ≥ 60 cm, variable con que se planifica la cantidad de árboles a cosechar mediante el manejo forestal sostenible y los árboles remanentes. Estos datos estructurales son para la totalidad de las especies inventariadas (IP) y censadas en cada UMF.

En el bosque tropical lluvioso costarricense en promedio se cuenta con 80 a 300 especies con dap > 10 cm (Lieberman et al. 1985, Valencia et al. 1994) citados Vidal (2004). El valor promedio del número de especies identificadas en cada UMF (Nsp) en este estudio dio como resultado 89 (Cuadro 11). Las UMF que reportaron menor número de especies arbóreas identificadas fueron las # 4 con 53 especies en un área de 30, 2 ha, # 7 con 56 especies (en 55,5 ha), # 14 con 63 especies (en 100 ha) y la # 2 con 67 especies (en 70 ha); por lo contrario, las UMF que alcanzaron mayor número de especies identificadas fueron las # 1 con 125 especies (en 110,6 ha), # 20 con 115 especies (en 115 ha), # 23 con 114 especies (en 254, 7 ha) y la # 27 con 111 especies identificadas (en 295 ha). En efecto, cada destacar que en UMF con áreas efectivas de bosque (AE) menores a 100 ha el número de especies va a disminuir, caso contrario sucede en UMF con áreas efectivas de bosque mayores a 100 ha.

En el Cuadro 11, se interpretan estos valores para cada Unidad de Manejo Forestal



Cuadro 11. Variables bióticas utilizadas para caracterizar los bosques de 30 Unidades de Manejo Forestal (UMF) ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Sector	UMF	AE (ha)	Nsp	CM	IP				CC	
					N ≥ 10 ≤ 30 cm	G ≥ 10 ≤ 30 cm (m ²)	N ≥ 30 cm	G ≥ 30 cm (m ²)	N ≥ 60 cm	G ≥ 60 cm (m ²)
2	1	110,59	125	3,1	383,33	8,12	106,67	20,20	1074	467,11
1	2	70,00	67	5,6	376,10	8,31	91,20	19,79	468	208,33
2	3	219,90	101	3,5	356,19	7,92	76,43	15,98	2089	917,46
1	4	30,20	53	6,9	366,67	7,88	89,33	17,49	179	83,31
2	5	139,11	92	4,2	388,50	9,04	85,80	15,34	659	252,84
2	6	95,09	105	3,9	413,33	8,83	100,72	22,31	1747	786,70
1	7	55,50	56	4,9	273,94	5,56	114,54	21,31	546	205,48
2	8	59,17	75	4,7	350,67	7,47	83,33	18,48	678	295,76
1	9	145,00	78	4,7	362,86	10,12	95,48	18,36	632	236,69
2	10	175,25	81	5,3	429,80	8,42	87,45	16,53	2774	1201,53
2	11	80,00	91	4,3	391,10	7,25	86,00	15,34	447	183,91
2	12	179,10	110	2,7	291,85	6,53	85,19	17,21	1044	395,47
1	13	125,80	103	3,9	405,18	9,15	99,45	22,94	1248	594,50
2	14	100,00	63	7,8	488,00	10,82	116,5	23,07	1785	738,91
1	15	90,00	95	6,1	580,51	12,09	97,70	17,49	778	325,18
2	16	208,47	91	2,6	239,18	5,12	118,1	22,66	1609	848,44
1	17	39,30	81	6,3	512,73	11,15	89,39	15,82	446	186,34
2	18	84,18	90	5,7	510,78	11,13	98,46	19,05	767	314,87
1	19	87,75	82	5,5	452,21	9,82	98,34	21,28	1151	482,01
1	20	160,70	115	3,8	440,89	9,58	92,66	18,37	1527	590,89
1	21	45,00	84	5,8	486,66	10,13	90,67	15,95	433	162,02
1	22	61,00	84	5,1	427,62	9,19	91,90	17,80	542	261,88
2	23	254,72	114	3,8	436,30	9,24	93,51	19,18	1630	979,82
1	24	45,00	81	5,2	423,33	8,57	102,92	18,64	394	141,86
2	25	50,00	97	4,6	442,22	9,61	88,61	18,57	494	197,31
2	26	64,80	96	4,5	435,29	9,55	89,81	17,31	788	344,41
1	27	295,00	111	4,4	487,14	10,01	95,48	18,08	2819	1402,85
2	28	122,84	104	4,1	430,17	9,51	107,02	19,66	927	398,01
1	29	30,00	81	4,9	398,67	8,73	101,00	20,69	341	149,64
1	30	61,30	77	5,2	400,00	7,85	78,09	14,83	440	206,30
Promedio		109,49	89	4,8	412,71	8,89	96,39	18,86	1015,2	451,99



Como se observó en el Cuadro 11 y para reafirmar lo discutido anteriormente, la menor cantidad de especie identificadas se presentó en la UMF # 4, con un total de 53 especies, esta UMF fue la segunda con menor área efectiva de bosque evaluada en este muestreo (30,2 ha) por consiguiente, también fue la que presento menor cantidad de individuos (179 árboles/UMF) y área basal (83, 31 m²/UMF) censada para la totalidad en la totalidad UMF evaluadas, en efecto las UMF que obtuvieron los resultados mayores en número de árboles por hectárea y área basal fueron las que presentaron mayor área efectiva de bosque. Sin embargo, el tamaño del AE no siempre va influir en este resultado, por ejemplo, la UMF # 6 con un área efectiva de 95 ha se censaron 1747 árboles/UMF y se obtuvo un de área basal 786,70 m²/UMF; por otra parte, la UMF # 12 en un área efectiva de 179 ha tan solo se censaron 1044 árboles/ UMF, en efecto el valor de área basal disminuyo (395, 47 m²/UMF). Estos resultados están estrechamente relacionados con el manejo de bosque que se dio en su primera fase de aprovechamiento y probablemente con el responsable que planifico el PGM en su segunda fase; ambas UMF fueron evaluadas en el sector 2 (Figura 1).

La variable, coeficiente de mezcla (CM), también varió mucho en las diferentes UMF analizadas. Según Lamprecht (1990), el CM puede ser una variable interespecífica de cada bosque. Un bajo valor en el CM significa que los bosques son diversos, caso contrario si este valor es muy alto. El valor medio de coeficiente de mezcla dio como resultado 4,8; 1:5 (redondeo) esto significa que por cada cinco individuos muestreados existe la posibilidad de encontrar una nueva especie. Los valores de CM en el presente estudio van de 2,6; 1:3 UMF # 16 y 7,8; 1:8 UMF # 14. Quesada (1997), citado por Quirós (2002), reporta valores de CM entre los ordenes de 1:8 y 1:5, para bosques ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. Comparando este valor con los bosques de Mucambo, África 1:7; o con bosques de la amazonia 1:2 y 1:3, en donde los valores promediados dan un valor 1:7 (Lamprecht, 1990), se podrían considerar los bosques evaluados en este estudio como diversos.



❖ **Distribución óptima de cada especie evaluada**

Se procedió a analizar el comportamiento de cada especie estudiada con base a la información de los Cuadros 3 y 4, y los Anexos del 1 al 6, y se interpretó la distribución óptima mediante análisis estadístico. Se realizaron diferentes conglomerados o grupos en donde se consideró la variable número de árboles por hectárea en sus respectivas distribuciones diamétricas para cada una de las especies estudiadas. Cabe mencionar en este análisis que la variable % de pendiente no se consideró debido a que su magnitud era muy corta, además presento muy poca variación entre UMF (Cuadro 3).

En la Zona Norte de Costa Rica ya se ha realizado un estudio de distribución geográfica para cuatro de las seis especies evaluadas, se obtuvieron resultados significativos para tres de ellas *D. panamensis*, *L. ampla* y *T. costaricensis*; este estudio si considero la variable % de pendiente y otras macro-ambientales como: precipitación, temperatura, elevación, fragmentación, tipo de suelos, distancia a ríos y ubicación geográfica (Vidal, 2004).

A continuación, se representan las agrupaciones establecidas en el análisis de conglomerados utilizando valores de abundancia absoluta y también los resultados del análisis de los vectores de medias, mediante variables físicas, bióticas y estructurales.

- *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell - Almendro

El ACP (Análisis de Componentes Principales) permitió la identificación de tres variables poco importantes para este estudio (G y N con $dap \geq 10 \leq 30$ cm, y riesgo de inundación), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 17 variables, que en conjunto absorbieron el 52,3 % de la variabilidad observada.

Con el AG (Análisis de Conglomerados) se agrupó las UMF en tres conglomerados (Figura 14). Los resultados demuestran que el conglomerado 1 (UMF: **1, 2, 3, 6, 14, 25 y 26**) presentó las medias más altas para N y G específicas de *Dipteryx panamensis* (Anexo 1 y Cuadro 12). El grupo de UMF en el conglomerado 1 se distribuyen principalmente en el sector 2 (ruta 35 – río San Carlos), haciendo la excepción la unidad de manejo número 2. En la Figura 15 se ilustra que *D. panamensis* tuvo mayor presencia al norte del área evaluada, este resultado coincide con el de Chaverri (1998), donde reportó una densidad aproximada de 4 árboles/ha en Cureña de Sarapiquí y con el de Vidal (2004) en el Corredor Biológico San Juan La Selva (CBLS).

Nota: Las letras con negrita dentro de los conglomerados para cada una de las especies evaluadas corresponden a UMF ubicadas en el sector 2.

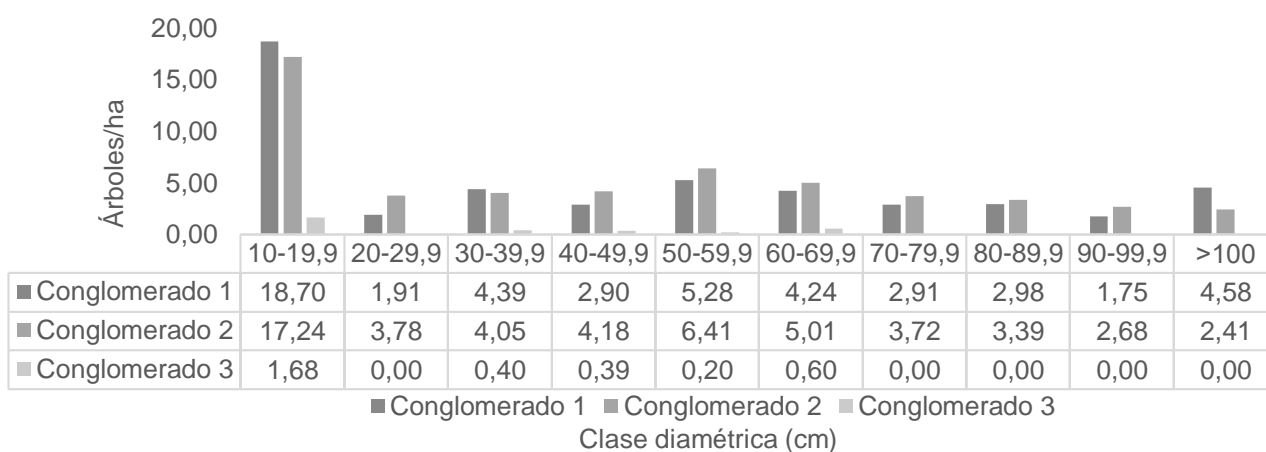


Figura 14. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Dipteryx panamensis* en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

En el Cuadro 12 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 12. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Dipteryx panamensis*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	3	p-valor
N ≥ 30, para todas las especies	101,42 a	97,39 a	87,71 a	0,1137
G ≥ 30, para todas las especies	20,46 a	18,86 a	16,99 a	0,0633
N censado con dap ≥ 60 cm	12,02 a	8,80 a	8,76 a	0,0896
G censado con dap ≥ 60 cm	5,18 a	3,86 a	3,65 a	0,1014
Número de especies	93,00 a	88,00 a	90,00 a	0,7737
Coefficiente de mezcla	4,71 a	4,91 a	4,47 a	0,7408
Días de lluvia	212,86 a	240,59 b	210,00 a	0,0087
Temperatura máxima	31,86 b	31,00 a	32,00 b	0,0001
Meses secos	2,71 b	1,71 a	3,00 b	0,0001
Capacidad de uso	7,00 a	5,00 a	6,00 a	0,1121
Zona de vida	2,29 a	2,06 a	2,17 a	0,5132
N con dap ≥ 10 cm	7,09 b	3,11 a	0,55 a	0,0001
N con dap ≥ 30 cm	4,14 c	1,86 b	0,27 a	0,0001
N con dap ≥ 60 cm	1,24 b	0,64 a	0,20 a	0,0001
G con dap ≥ 10 cm	1,81 b	0,76 a	0,06 a	0,0001
G con dap ≥ 30 cm	1,76 b	0,74 a	0,06 a	0,0001
G con dap ≥ 60 cm	0,68 b	0,41 ab	0,10 a	0,0021
Grupo	C	B	A	
n	7	17	6	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 27.

Las variables bióticas con que se caracterizó los bosques donde crece *D. panamensis*, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), (Cuadro 12). Sin embargo, algunas variables físicas si mostraron diferencias significativas como temperatura máxima (31 °C), meses secos (2) y días de lluvia (241) en el conglomerado 2; cabe destacar que las medias más altas de N y G distintivas de los rodales de la especie *D. panamensis* están en el conglomerado 1.

En la siguiente Figura se representa la distribución óptima de la especie evaluada, mediante las UMF seleccionadas en el análisis de conglomerados.

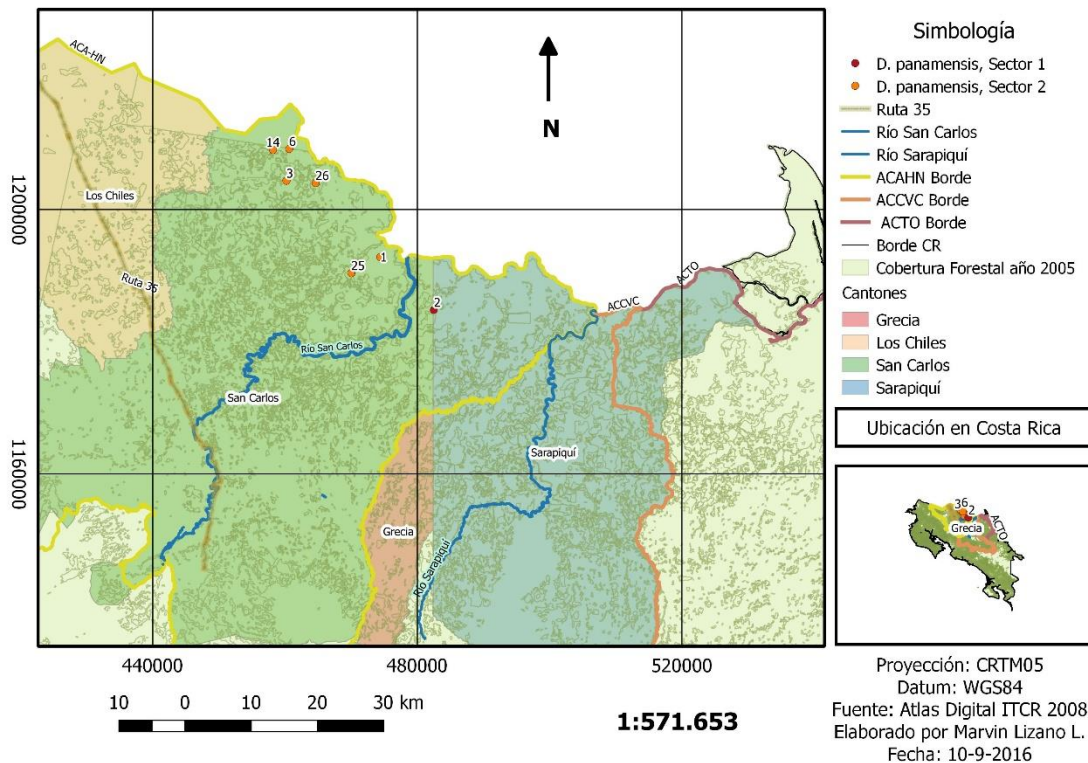


Figura 15. Distribución óptima de la especie *Dipteryx panamensis* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Según Vidal (2004), *D. panamensis* se presenta con mayor frecuencia en suelos de textura franco arenosa y bajo pH, con rangos que oscilen de 4 a 5,5 según la escala de acidez utilizada. Esta misma autora menciona la preferencia de esta especie de distribuirse en las laderas con pendientes < 30% y elevaciones entre los 0 - 100 msnm. Sin embargo, Clark et al (1998) citado por Vidal (2004), mediante un muestreo sistemático con altas réplicas en la Estación Biológica La Selva demostraron que *D. panamensis* se distribuye preferentemente en sitios planos de terrazas aluviales.

Hymenolobium mesoamericanum H.C. Lima - Cola de pavo

El Análisis de Componentes Principales permitió la identificación de tres variables poco importantes para este estudio (G con dap \geq 30 cm, número de especies y riesgo de inundación), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 17 variables, que en conjunto absorbieron el 42, 1 % de la variabilidad observada.

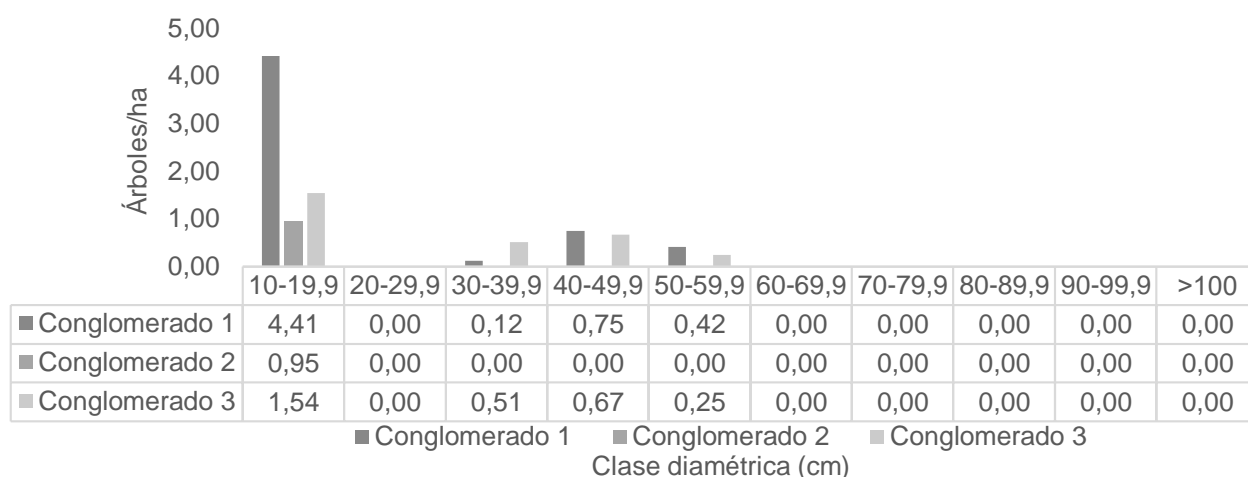


Figura 16. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Hymenolobium mesoamericanum* en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Con el AG se agrupó las UMF en tres conglomerados (Figura 16). Los resultados demuestran que el conglomerado 1 (UMF: 2, 7, 9, 12, 15, 16, 18, 21, 24 y 29) presentó los mayores resultados de abundancia en la clase diamétrica con dap entre 10 - 19,9 cm, sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$) para ninguna variable biótica en este conglomerado (Anexo 2, Cuadro 3 y 13), posiblemente por la poca cantidad de datos evaluados para esta especie en el análisis estadístico (Vidal,

2004). Las UMF de este conglomerado se distribuyen principalmente en el sector 1 (río San Carlos - río Sarapiquí), haciendo la excepción las UMF número **12, 16 y 18**.

En el Cuadro 13 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 13. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Hymenolobium mesoamericanum*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016.
(Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	3	p-valor
N con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	394,39 a	407,60 a	426,62 a	0,5532
G con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	8,63 a	8,69 a	9,13 a	0,7161
N ≥ 30 , para todas las especies	103,53 a	92,89 a	92,80 a	0,0737
N censado con dap ≥ 60 cm	8,19 a	14,60 b	8,76 a	0,0003
G censado con dap ≥ 60 cm	3,37 a	6,34 b	3,90 a	0,0002
Coeficiente de mezcla	4,82 a	5,04 a	4,66 a	0,8202
Días de lluvia	250,00 b	210,00 a	219,33 a	0,0024
Temperatura máxima	31,20 a	32,00 b	31,33 a	0,0061
Meses secos	1,70 a	3,00 b	2,27 ab	0,0013
Capacidad de uso	4,30 a	6,80 b	6,00 b	0,0042
Zona de vida	1,90 a	2,80 b	2,07 a	0,0001
N con dap ≥ 10 cm	0,57 a	0,20 a	0,19 a	0,1515
N con dap ≥ 30 cm	0,13 a	0,00 a	0,09 a	0,3647
N con dap ≥ 60 cm	0,02 a	0,00 a	0,00 a	0,1495
G con dap ≥ 10 cm	0,07 a	0,00 a	0,01 a	0,1348
G con dap ≥ 30 cm	0,06 a	0,00 a	0,01 a	0,1991
G con dap ≥ 60 cm	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,0777
Grupo	C	B	A	
n	10	5	15	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 27.



Las variables bióticas específicas para esta especie y algunas para caracterizar los rodales en donde crece, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), (Cuadro 16). Las que presentaron diferencias significativas fueron N y G con $dap \geq 60$ cm; sin embargo, esta diferencia se presentó solo para el conglomerado 2, donde agrupa las UMF # 3, 6, 8, 10 y 14. Este mismo conglomerado se caracterizó mediante variables físicas por encontrarse dentro de la zona de vida bmh - P6, mostrar capacidad de uso (# 7) que corresponde a “manejo de bosque” (Ortiz, 2008), presentar 3 meses secos y 32 °C de temperatura máxima.

- *Lecythis ampla* Miers – Jícaro

El ACP permitió la identificación de dos variables poco importantes para este estudio (G y N con $dap \geq 30$ cm), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 18 variables, que en conjunto absorbieron el 42 % de la variabilidad observada.

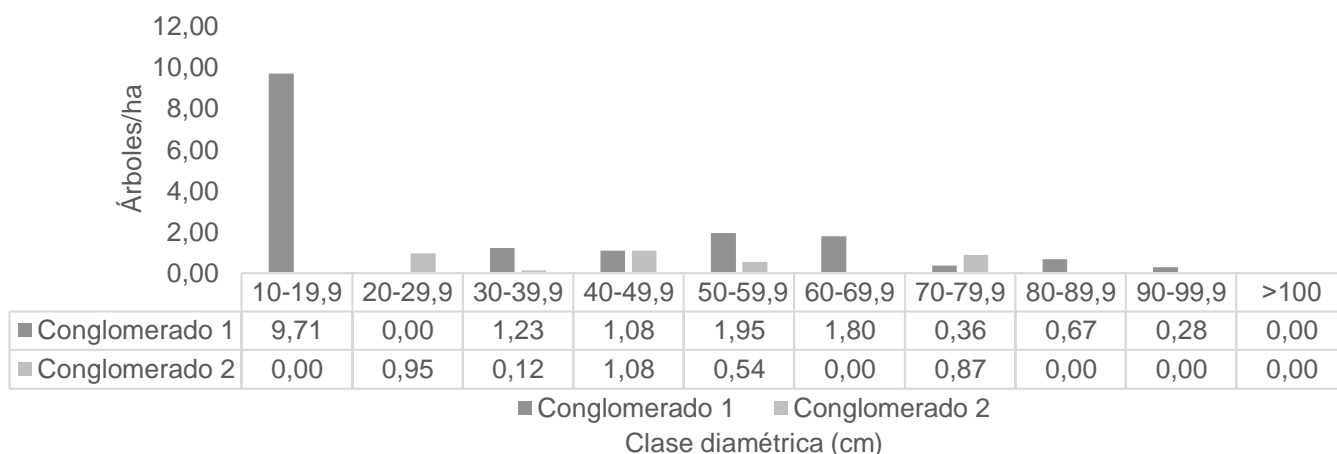


Figura 17. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Lecythis ampla* en dos conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Con el AG se agrupó las UMF en dos conglomerados (Figura 17). Los resultados demuestran que el conglomerado 1 (UMF: **1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 18, 19, 23, 25, 26, 28** y 29) presentó las medias más altas para las variables N y G con dap \geq 60 cm distintivas de los rodales para este grupo, y específicas de la especie como N y G con dap \geq 10 y 30 cm (Anexo 3 y Cuadro 14). En el Cuadro 14 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 14. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Lecythis ampla*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	p-valor
N con dap \geq 10 \leq 30 cm	420,44 a	404,98 a	0,5639
G con dap \geq 10 \leq 30 cm	9,03 a	8,75 a	0,6315
N censado con dap \geq 60 cm	10,84 b	8,25 a	0,0364
G censado con dap \geq 60 cm	4,71 b	3,55 a	0,0342
Número de especies	93,00 a	86,00 a	0,2533
Coefficiente de mezcla	4,66 a	4,88 a	0,6134
Días de lluvia	215,33 a	240,67 b	0,0076
Temperatura máxima	31,73 b	31,07 a	0,0001
Meses secos	2,60 b	1,80 a	0,0010
Capacidad de uso	7,00 b	5,00 a	0,0002
Zona de vida	2,33 b	1,93 a	0,0090
N con dap \geq 10 cm	1,14 b	0,23 a	0,0365
N con dap \geq 30 cm	0,49 b	0,17 a	0,0034
N con dap \geq 60 cm	0,07 a	0,10 a	0,3525
G con dap \geq 10 cm	0,14 b	0,05 a	0,0230
G con dap \geq 30 cm	0,13 b	0,05 a	0,0232
G con dap \geq 60 cm	0,05 a	0,04 a	0,6126
Grupo	A	B	
n	15	15	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 28.



El conglomerado 1 se caracteriza por presentar diferencias significativas en las variables físicas como días de lluvia (215), temperatura máxima (32 °C), meses secos (3); mostrar una capacidad de uso (# 7) considerada como “manejo de bosque” (Ortiz, 2008) y encontrarse dentro de la zona de vida (2) bmh-T. En este conglomerado las UMF se distribuyen principalmente en el sector 2 (ruta 35 - río San Carlos), haciendo la excepción la unidad de manejo número 19 y 29. Según Vidal (2004), esta *L. ampla* presenta una distribución bastante amplia en la Zona Norte (CBLs), el actual estudio así lo define, aunque es considerada como una especie poco abundante.

En la siguiente Figura se representa la distribución óptima de la especie evaluada, mediante las UMF seleccionadas en el análisis de conglomerados.

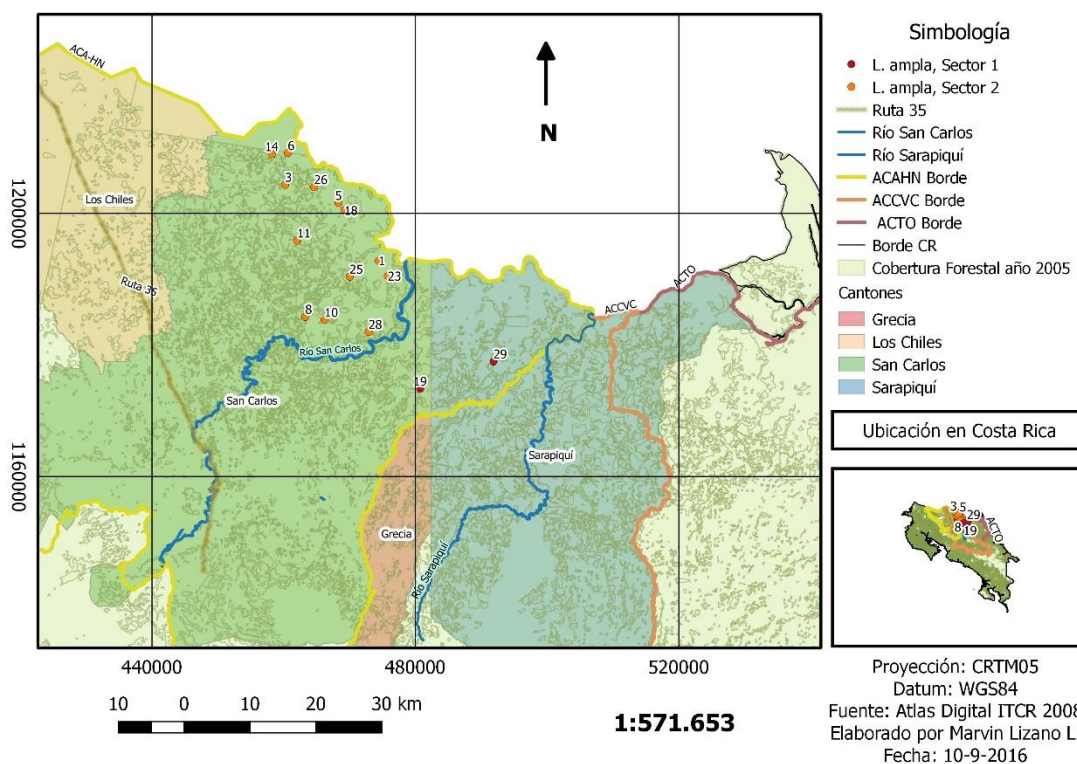


Figura 18. Distribución óptima de la especie *Lecythis ampla* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Vidal (2004), describe mediante modelos logísticos, relacionando la posición topográfica, la preferencia que tiene *L. ampla* de distribuirse en las partes bajas de las colinas, con pendientes relativamente planas a suaves que oscilaren entre 15 y 30% y a escala local una mayor presencia en zonas bajas, cercanas a cuerpos de agua.

- *Polychroma paraensis* Ducke - Areno

El ACP permitió la identificación de tres variables poco importantes para este estudio (N y G \geq 30 cm de dap y número de especies), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 17 variables, que en conjunto absorbieron el 51% de la variabilidad observada.



Figura 19. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Polychroma paraensis* en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Con el AG se agrupó las UMF en tres conglomerados. Los resultados demuestran que el conglomerado 1 (UMF: 2, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 27 y 30) mostró las medias más

altas para N y G específicas para esta especie en cualquier conjunto diamétrico analizado, y del rodal para el conjunto diamétrico $\geq 10 \leq 30$ cm (Anexo 4 y Cuadro 15). Además, presentó un CM de 1:6, por lo tanto, se considera este rodal como diverso.

En el Cuadro 15 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 15. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Polychroma paraensis*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	3	p-valor
N con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	475,40 b	405,00 a	347,25 a	0,0004
G con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	10,08 b	8,70 ab	7,74 a	0,0060
N censado con dap ≥ 60 cm	9,60 a	10,19 a	8,20 a	0,4710
G censado con dap ≥ 60 cm	4,23 a	4,46 a	3,35 a	0,2869
Coeficiente de mezcla	5,63 b	4,55 ab	4,12 a	0,0166
Días de lluvia	232,00 ab	214,00 a	250,00 b	0,0092
Temperatura máxima	31,22 a	31,64 a	31,14 a	0,0359
Meses secos	2,00 ab	2,50 b	1,50 a	0,0052
Riesgo de inundación	1,00 a	1,00 a	2,00 b	0,0040
Capacidad de uso	5,00 b	7,00 c	3,00 a	0,0001
Zona de vida	2,00 ab	2,40 b	1,80 a	0,0187
N con dap ≥ 10 cm	13,66 b	5,76 a	2,50 a	0,0001
N con dap ≥ 30 cm	5,38 b	1,88 a	1,57 a	0,0011
N con dap ≥ 60 cm	0,71 b	0,38 a	0,23 a	0,0003
G con dap ≥ 10 cm	0,26 b	0,15 a	0,07 a	0,0001
G con dap ≥ 30 cm	1,12 b	0,35 a	0,36 a	0,0001
G con dap ≥ 60 cm	1,33 b	0,47 a	0,38 a	0,0011
Grupo	C	B	A	
n	9	14	7	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 27.



Las variables físicas con que se caracterizó *P. paraensis* fueron: días de lluvia (232), temperatura máxima (32°C), meses secos (2), riesgo de inundación bajo, zona de vida (bmh - t) y capacidad de uso del suelo (# 5), que corresponden a “manejo de bosque o ganadero” (Ortiz, 2008). El conglomerado 1 contiene UMF de ambos sectores de estudio, por lo tanto, se deduce que esta especie no presenta preferencias de distribuirse en un determinado sector, relacionándose con variables físicas. La variable biótica que describe este sector es el CM con el valor más alto (1:6).

En la siguiente Figura se representa la distribución óptima de la especie evaluada, mediante las UMF seleccionadas en el análisis de conglomerados

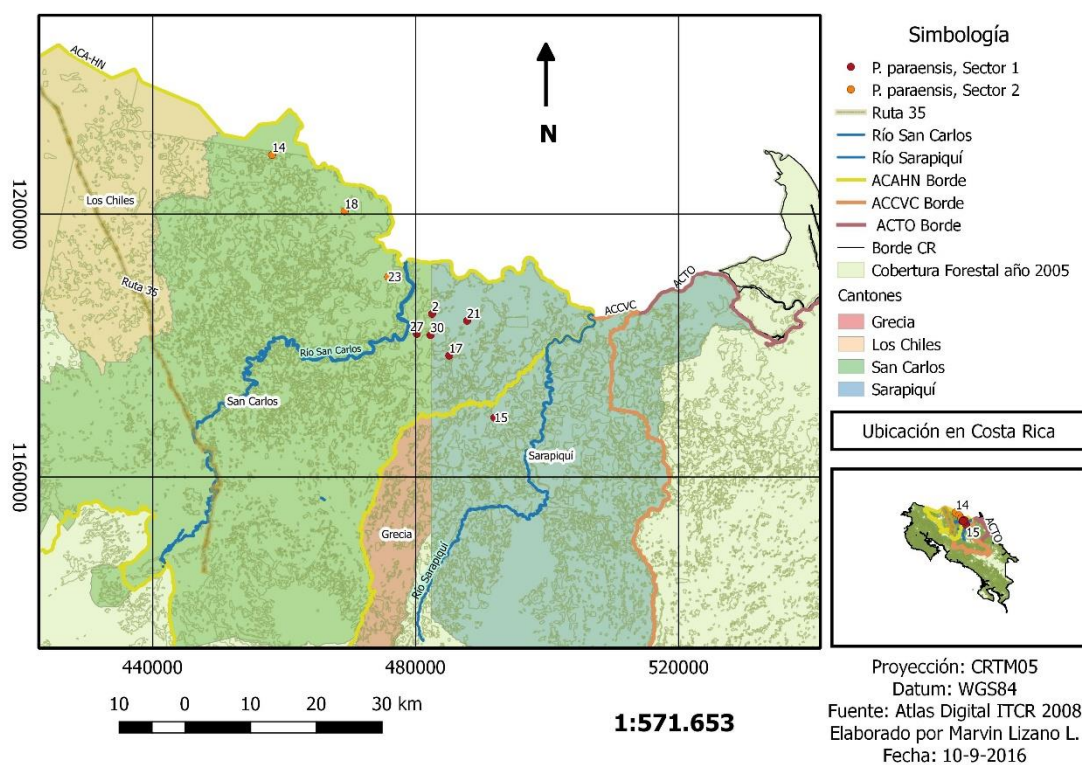


Figura 20. Distribución óptima de la especie *Polychroma paraensis* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

- *Sacoglottis thichogyna* Cuatrec. - Titor

El ACP permitió la identificación de cuatro variables poco importantes para este estudio (número de especies y N con dap \geq 30 cm, riesgo de inundación y zona de vida), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 16 variables, que en conjunto absorbieron el 49 % de la variabilidad observada.



Figura 21. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Sacoglottis thichogyna* en tres conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Con el AG se agrupó las UMF en tres conglomerados. Los resultados demuestran que el conglomerado 3 (UMF: 15, 17, **18**, 20, 21 y 22) mostró las medias más altas para N y G específicas para esta especie en cualquier conjunto diamétrico analizado, sin embargo, solo las clases diamétricas con dap \geq 10 y 30 cm, presentaron diferencias significativas. Por otra parte, la variable biótica para caracterizar el rodal en el conjunto diamétrico con dap \geq 10 \leq 30 cm, también presento diferencias significativas (Anexo 5 y Cuadro 16).

En el Cuadro 16 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 16. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Sacoglottis thichogyna*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	3	p-valor
N con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	370,20 a	404,00 a	493,20 b	0,0021
G con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	8,03 a	8,70 a	10,55 b	0,0054
N ≥ 30 , para todas las especies	20,05 a	18,81 a	17,41 a	0,1972
N censado con dap ≥ 60 cm	8,18 a	10,24 a	9,52 a	0,3981
G censado con dap ≥ 60 cm	3,58 a	4,47 a	3,94 a	0,3883
Coeficiente de mezcla	4,69 a	4,55 a	5,47 a	0,2592
Días de lluvia	252,50 b	213,00 a	236,67 ab	0,0005
Temperatura máxima	31,00 a	31,70 b	31,17 a	0,0009
Meses secos	1,50 a	2,63 b	2,00 ab	0,0002
Capacidad de uso	4,00 a	7,00 b	5,00 a	0,0001
Zona de vida	2,00 a	2,25 a	2,00 a	0,2998
N con dap ≥ 10 cm	1,03 a	1,46 a	4,80 b	0,0001
N con dap ≥ 30 cm	0,28 a	0,41 a	1,33 b	0,0003
N con dap ≥ 60 cm	0,05 a	0,11 a	0,13 a	0,1006
G con dap ≥ 10 cm	0,07 a	0,10 a	0,34 a	0,0001
G con dap ≥ 30 cm	0,05 a	0,07 a	0,25 a	0,0003
G con dap ≥ 60 cm	0,00 a	0,02 a	0,00 a	0,1879
Grupo	C	B	A	
n	8	16	6	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 27.

Las variables físicas con que se caracterizó las preferencias de sitio para *S. thichogyna* fueron temperatura máxima (31°C), meses secos (1,5) y días de lluvia (252). En este grupo las UMF se distribuyen principalmente en el sector 1 (río San Carlos – río Sarapiquí), haciendo la excepción la unidad de manejo número 18.



En la siguiente Figura se representa la distribución óptima de la especie evaluada, mediante las UMF seleccionadas en el análisis de conglomerados.

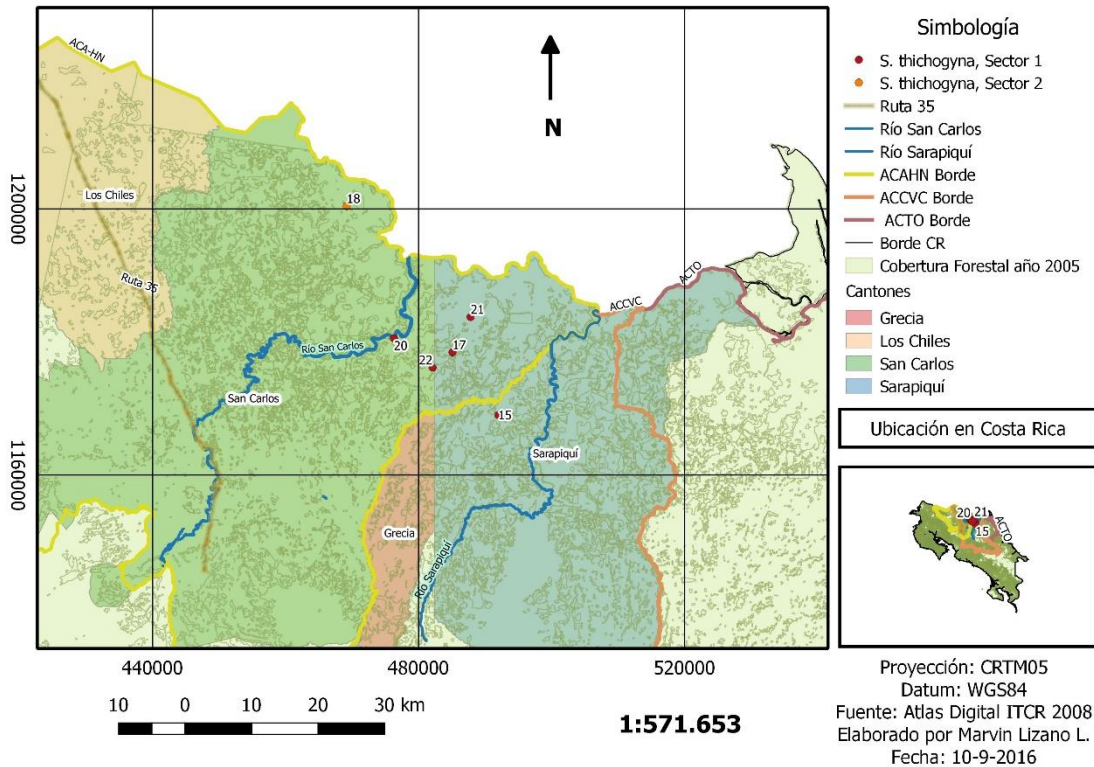


Figura 22. Distribución óptima de la especie *Sacoglothis thichogyna* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

- *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado

El ACP permitió la identificación de tres variables poco importantes para este estudio (zona de vida, $G \geq 30$, $G_{dap} \geq 10 \leq 30$ cm), lo que logro reducir la dimensión de la base de datos a 17 variables, que en conjunto absorbieron el 59 % de la variabilidad observada.

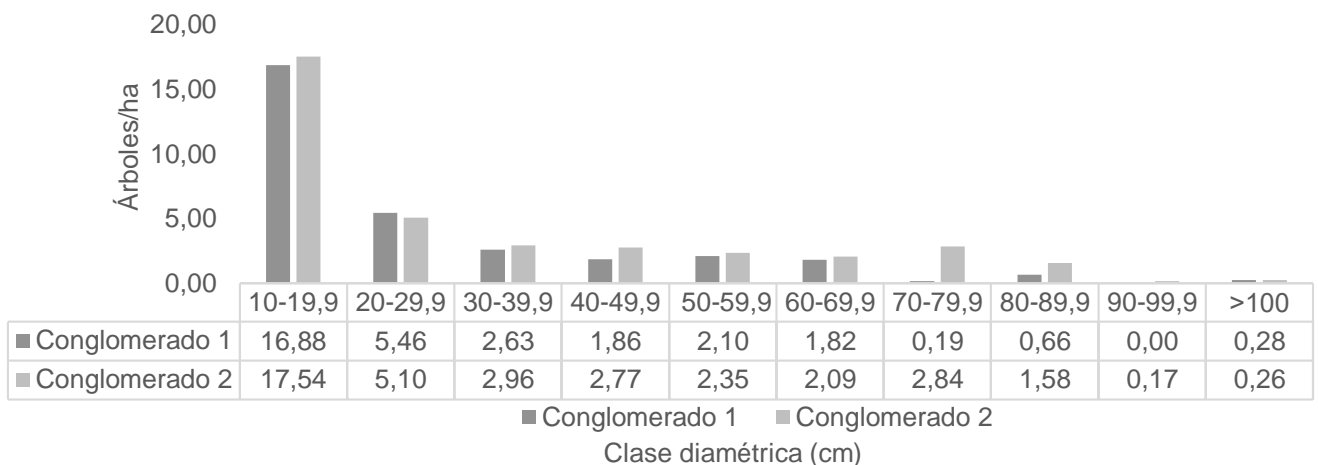


Figura 23. Distribución diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea (N/ha) para la especie *Tachigali costaricensis* en dos conglomerados de estudio ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Con el AG se agrupó las UMF en tres conglomerados. Los resultados demuestran que el conglomerado 2 (UMF: **3, 6, 10, 11, 12, 14, 18, 25 y 26**) mostró las medias más altas para N y G específicas para esta *T. costaricensis* en cualquier conjunto diamétrico analizado, y de rodal únicamente para los datos de N con $dap \geq 10 \leq 30$ cm (Anexo 6 y Cuadro 17).

Por otra parte, las variables físicas con que se caracterizó las preferencias de sitio para *T. costaricensis* fueron temperatura máxima (31°C), meses secos (2) y días de lluvia (236). En este grupo las UMF se distribuyen en el sector 2 (ruta 35 – río San Carlos). Tanto en el presente estudio como en el que realizó Vidal en el año 2004 (CBLS) se consideró que la distribución de esta especie es bastante amplia en la Zona Norte.

En el Cuadro 17 se representan las diferentes variables evaluadas en el AG.

Cuadro 17. Vector de medias de las variables evaluadas, para la especie *Tachigali costaricensis*, en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Conglomerado	1	2	p-valor
N con dap $\geq 10 \leq 30$ cm	410,60 a	417,62 a	0,8108
N ≥ 30 , para todas las especies	98,22 a	92,13 a	0,2178
N censado con dap ≥ 60 cm	8,68 a	11,57 b	0,0322
G censado con dap ≥ 60 cm	3,79 a	4,91 a	0,0629
Número de especies	88,05 a	92,67 a	0,5168
Coefficiente de mezcla	4,81 a	4,69 a	0,8096
Temperatura máxima	31,14 a	32,00 b	0,0001
Meses secos	1,86 a	3,00 b	0,0001
Días de lluvia	235,71 b	210,00 a	0,0138
Riesgo de inundación	1,19 a	1,11 a	0,7143
Capacidad de uso	5,29 a	6,22 a	0,1589
N con dap ≥ 10 cm	1,51 a	4,18 b	0,0004
N con dap ≥ 30 cm	0,46 a	1,67 b	0,0001
N con dap ≥ 60 cm	0,11 a	0,63 b	0,0001
G con dap ≥ 10 cm	0,14 a	0,55 b	0,0001
G con dap ≥ 30 cm	0,11 a	0,50 b	0,0001
G con dap ≥ 60 cm	0,03 a	0,27 b	0,0001
Grupo	A	B	
n	21	9	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Letras en negrita presentaron diferencias significativas.

Letras en mayúscula: diferencias entre grupos de UMF (vertical), según Prueba de Hotelling-Bonferroni.

Letras en minúscula: diferencias entre variables evaluadas (horizontal), según Prueba de Bonferroni.

Error: matriz de covarianzas común gl: 28.

En la siguiente Figura se representa la distribución óptima de la especie evaluada, mediante las UMF seleccionadas en el análisis de conglomerados, evidenciando la preferencia de distribuirse en el sector 2. Compensando este resultado con el de los Cuadros 5, 6 y 10, se deduce que *T. costaricensis* es bastante abundante y dominante en el sector 2. Murillo, Badilla y Rojas (2011), consideran a *T. costaricensis* como una especie abundante en la Zona Norte, estos mismos autores concluyen que el riesgo de extinción no es tan inminente.

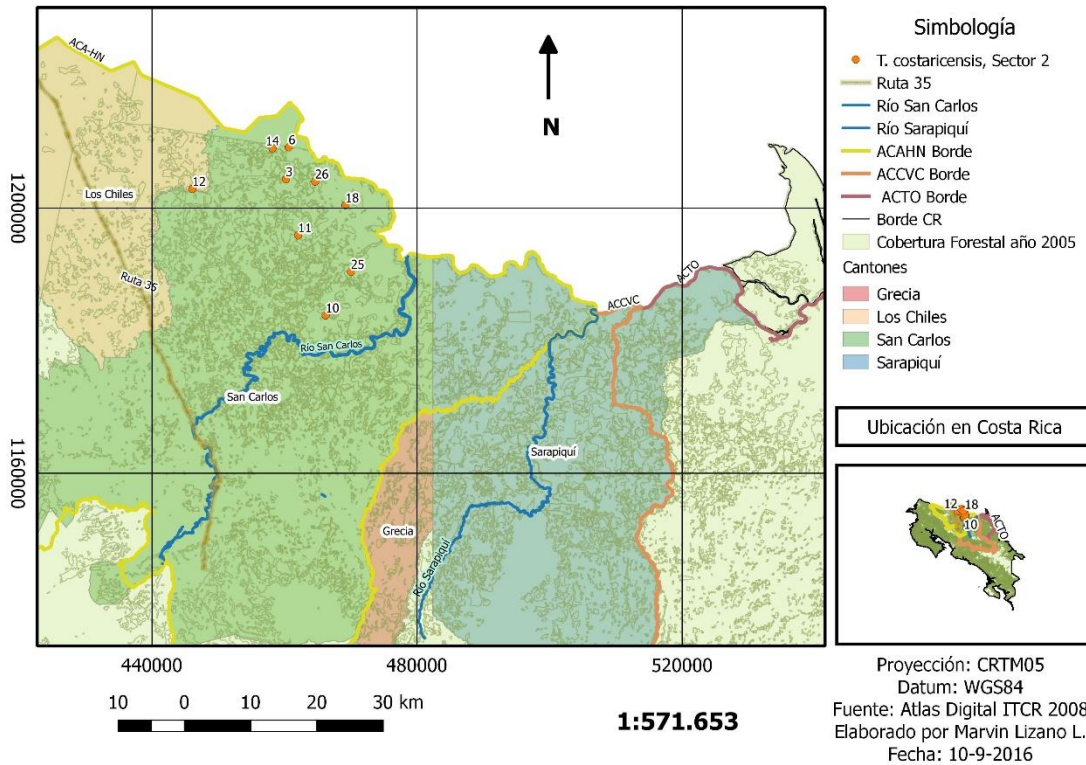


Figura 24. Distribución óptima de la especie *Tachigali costaricensis* en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Según el estudio de Vidal (2004), esta especie se asocia a suelos con pH altos variando entre 5,0 y 6,5, según sea la escala de acidez utilizada. Por otra parte, esta misma autora describe mediante modelos logísticos, relacionando la posición topográfica, la preferencia que tiene *T. costaricensis* de distribuirse en las cimas de las colinas y en las laderas que están próximas a las cimas, con elevaciones superiores a los 200 msnm. En presente estudio se deduce que, entre menos días lluviosos, más meses secos y mayores temperaturas, es mayor probabilidad de encontrar a la especie *T. costaricensis*, sin embargo, Vidal (2004) afirma que esta especie aumenta a medida que la temperatura disminuye, con presencias mayores en el rango de 20 a 22°C, cabe destacar que el presente estudio se muestreo un área amplia.

CONCLUSIONES

- *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell – Almendro

D. panamensis se consideró abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap \geq 10 cm de 2,83 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 4,22 N/ha.

El registro de árboles censados fue de 2231 individuos en 28 UFM. *D. panamensis* fue la especie que registró más árboles censados de las seis evaluadas.

D. panamensis fue la especie más dominante en ambos sectores de estudio, presento valores superiores a 0,86 m²/ha.

Esta especie registro una preferencia por distribuirse en los bosques del sector 2, sin embargo, la prueba de Wilcoxon ($p = 0,1386$) presento similitud.

- *Hymenolobium mesoamericanum* H.C. Lima - Cola de pavo

H. mesoamericanum se consideró como la especie menos abundante. Obtuvo valores de 0,37 N/ha para individuos con dap \geq 10 cm en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 0,27 N/ha.

El registro de árboles censados fue de 52 individuos en 20 UFM.



H. mesoamericanum es la especie menos dominante en ambos sectores de estudio, su valor mayor fue de 0,038 m²/ha.

Debido a sus bajos valores de abundancia absoluta, no fue posible relacionar su distribución. La prueba de Wilcoxon presento similitud entre sectores ($p = 0,5176$).

- *Lecythis ampla* Miers - Júcaro

L. ampla se consideró poco abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap ≥ 10 cm de 0,52 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 0,86 N/ha.

El registro de árboles censados fue de 302 individuos en 30 UFM.

L. ampla es la segunda especie menos dominante en ambos sectores de estudio, su valor mayor fue de 0,097 m²/ha.

Esta especie registro preferencias por distribuirse en los bosques del sector 2, sin embargo, la prueba de Wilcoxon ($p = 0,999$) presento mucha similitud entre sectores.

- *Polychroma paraensis* Ducke – Areno

P. paraensis es la especie más abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con $dap \geq 10$ cm de 7,10 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 7,62 N/ha.

El registro de árboles censados fue de 1481 individuos en 29 UFM.

P. paraensis es la segunda especie más dominante en ambos sectores de estudio, presento valores superiores a 0,642 m²/ha.

Esta especie se distribuye en ambos sectores de estudio sin mostrar preferencias por uno en específico ($p = 0,9286$, Wilcoxon).

- *Sacoglottis thichogyna* Cuatrec. - Titor

S. thichogyna se consideró abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con $dap \geq 10$ cm de 2,46 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 1,55 N/ha.

El registro de árboles censados fue de 298 individuos en 28 UFM, fue la segunda menos abundante en este tipo muestreo.

S. thichogyna presento baja dominancia en ambos sectores de estudio, el valor mayor fue de 0, 181 m²/ha.

S. thichogyna ($p = 0,0016$, Wilcoxon), se distribuyó mejor según los valores de abundancia absoluta (N/ha) dentro del sector 1, relacionándose con variables físicas donde influyen más días de lluviosos, menos meses secos y temperaturas alrededor de 31° C; por consiguiente, se deduce la preferencia de establecerse dentro de la zona de vida bmh – T (Figura 2).

- *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff - Tostado

T. costaricensis se consideró poco abundante en el sector 1 de estudio, obtuvo valores para individuos con dap ≥ 10 cm de 1,28 N/ha, por otra parte, en el sector 2 se consideró abundante adquiriendo valores de 3,36 N/ha.

Varela (2002) reportó un total de 192 individuos con dap ≥ 60 cm en la Zona Norte de Costa Rica, 143 en ACA-HN (dentro de 30 UMF evaluadas, años del 1997-1999) y 49 en el Área de conservación Guanacaste. En el presente estudió evaluando la misma cantidad de UMF (años del 2007 - 2016) se reportaron 915 individuos con dap ≥ 60 cm, evidenciando así una recuperación en sus poblaciones. Probablemente la veda impuesta desde el año 1997 (MINAE, 1997), ha ayudado a obtener este resultado.

T. costaricensis es una especie muy dominante en el sector 2 de estudio, su valor fue de 0,406 m²/ha. En el sector 1 el valor de dominancia fue de 0,114 m²/ha.

T. costaricensis ($p = 0,0026$, Wilcoxon) se distribuyó mejor según los valores de abundancia absoluta (N/ha), dentro del sector 2, relacionándose con variables físicas donde influyen menos días lluviosos, mayor cantidad de meses secos y temperaturas superiores a los 31°C , se deduce la preferencia de establecerse dentro de la zona de vida bmh – T y bmh – P6 (Figura 2).

T. costaricensis, se consideró como una especie endémica de Costa Rica (MINAE 1997, Jiménez 1999, Jiménez et al. 2002, Varela 2002, Quesada 2004), lo que ha obligado asegurar su preservación como especie vedada, sin embargo, actualmente existen registros en Nicaragua (Zamora, 2010).

Según la UICN las listas para la veda de especies deben ser actualizadas cada cierto lapso de tiempo, por otra parte, el Decreto N° 23700-MINAE (MINAE, 1997) que veda 18 especies de árboles en Costa Rica, en su artículo 4 menciona que *“las vedas serán revisadas en enero y julio de cada año y podrá, previa a su certificación, ser prorrogada o revocada por la Administración Forestal del Estado por medio de resolución, cuando se determine la existencia de suficientes individuos por especie de tal manera que se pueda permitir su aprovechamiento sostenible”*. Sin embargo, desde el año 1997 hasta la fecha esta lista nunca ha sido modificada. Cabe destacar que un lapso de tiempo de seis meses o un año para analizar la recuperación poblacional de una especie vedada es muy corto tiempo para decidir revocar una prohibición de corta, pero no para agregar nuevas especies a la lista de veda. En otras palabras, árboles con maderas duras poseen crecimientos muy lentos por lo que realizar revisiones anuales no tiene ningún sentido.

RECOMENDACIONES

Es necesario contratar un profesional en el área de la dendrología (biólogo, botánico, forestal, taxónomo) para la identificación por nombre científico las distintas especies arbóreas o arbustivas a la hora de efectuar un plan de manejo forestal. Esto debido a que muchas de las especies actualmente vedadas han sido confundidas con otras especies comunes y abundantes. *Tachigali costaricensis* se ha confundido con quizarra (género *Ocotea*) (Varela, 2002). *Hymenolobium mesoamericanum* ha sido confundida con *Abarema adenophora* (Flores y Obando, 2014). Cabe mencionar que, para un regente forestal conocer in situ el tipo de especies que está manejando es éticamente importante, ya que se confían mucho de las identificaciones a nivel de nombres comunes realizadas por los famosos baquianos y esto no es la correcto.

Se recomienda realizar estudios como el presente para las diferentes especies vedadas, amenazadas o consideradas escasas en el país, con el objetivo de evaluar in situ sus poblaciones, destacando así la importancia que tiene los valores de abundancia (N/ha) y dominancia (G, m²/ha), también la distribución óptima, en temas relacionados a la protección de especies. Estos estudios pueden dar indicios de que si se consideran especies abundantes, estas no deben presentar restricciones en su aprovechamiento, salvo que pudiese tener una relación ecológica de importancia para la sobrevivencia de otra especie (faunística por ejemplo); mientras que especies poco abundantes que se consideran como amenazadas deben tener una mayor protección del Estado, tal es el caso del jícaro (*Lecythis ampla*) en la Zona Norte (zonas evaluadas en el presente estudio) y del cocobolo (*Dalbergia retusa*) en Guanacaste.

Para la especie *L. ampla* sería conveniente realizar otros estudios que sugieran medidas de conservación más estrictas tal y como lo describen otros autores (Varela 2002 y Vidal 2004).



Lo recomendable en el tema de vedas es propiciar estas dentro de cada región (Área de Conservación) y no generalizarlas para todo el país, debido a que existen sitios donde especies vedadas son consideradas como abundantes, tal es el caso de la especie *Tachigali costaricensis* en el sector 2 evaluado en el presente estudio. Cabe resaltar los resultados conseguidos mediante estudios de Quesada y Monge (2003) y Quesada (2005) en el Área de conservación Tempisque, que dieron paso a las restricciones de aprovechamiento para varias especies de árboles maderables consideradas con poblaciones muy reducidas o en peligro de extinción. Estas especies fueron *Sideroxylon capiri*, *Dalbergia retusa*, *Hymenaea curbaril*, *Astronium graveolens*, *Ceiba pentandra*, *Albizia niopoides*, *Anacardium excelsum*, *Manilkara chicle* y *Cedrela odorata* (Jiménez, 2015).

Se debe de realizar un taller donde asistan profesionales de distintas áreas como ingeniería forestal, biología, ecología, especialistas en fauna, política y legislación, con el objetivo de discutir los resultados obtenidos en el presente estudio relacionados a las restricciones de corta para las especies *Dipteryx panamensis* y *Tachigali costaricensis*. Por otra parte, se sugiere que el MINAE asegure mediante estudios científicos, si en realidad las poblaciones de *Ara ambigua* se podrían ver afectadas en caso de revocar la veda de *Dipteryx panamensis* en su área de distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, G., Iza, A., Peña, M., & Milla, V. (2014). Legalidad Forestal en Mesoamérica. UICN Serie de Política y Derecho Ambiental No. 82. San José, Costa Rica. 331 - 442 p.

Barrantes, G., Jiménez, Q., Lobo, J., Maldonado, T., Quesada, M., & Quesada, R. (1999). Evaluación de los planes de manejo forestal autorizados en el periodo 1997 - 1999 en la Península de Osa. Cumplimiento de normas técnicas, ambientales e impacto sobre el bosque natural. 94 p.

Brown, J. H. (1984). On the relationship between abundance and distribution of species. *American naturalist*, 255-279 p.

Brown, J. H., Mehlman, D. W., & Stevens, G. C. (1995). Spatial variation in abundance. *Ecology*, 76(7), 2028 - 2043 p.

Camacho Calvo, M. (2015). Análisis de la restricción a la cosecha del almendro amarillo (*Dipteryx panamensis*). Consultoría “Fomento del manejo sostenible de los bosques naturales (MFS) para la mejora y conservación de las reservas de carbono”, 27 p.



Castillo, M., Fallas, A., & Quesada, R. (2007). Distribución y abundancia de árboles de dosel del bosque húmedo tropical en la Península de Osa. Instituto Nacional de Biodiversidad-CTCBO-Critical Ecosystem Partnership Fund-Conservación Internacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Informe Final, Cartago, CR. 124 p.

CATIE, 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Editores: Bastiaan Louman, David Quirós, Margarita Nilsson. Cartago, Costa Rica. Serie Técnica, Manual Técnico No 46. 265 p.

Chassot, O., & Monge, G. (2006). Plan de Manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, 2006-2010. Ciudad Quesada, CR. Financiado por Critical Ecosystem Partnership Fund / Conservación Internacional. 119 p.

Chaverri, I. F., & López, R. (1998). Aplicación de un Sistema de Información Geográfica en la elaboración de los mapas preliminares de densidad de almendro y titor en el área del corredor biológico Río San Juan-Estación Biológica La Selva. Puerto Viejo, CR., Asociación de Bienestar Ambiental de Sarapiquí. 59 p.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre). (2008). Apéndices I, II, III. Ginebra, CH. 47 p.

Corea, E., Arnáez, E., Moreira, I., Cordero, R. y Castillo, M. (2014). Recurso forestal amenazado: seis especies en peligro crítico de extinción en Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica: Cartago, Costa Rica. 71 p.



Clark, D. A., & Clark, D. B. (1984). Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. *American Naturalist*, 769 - 788 p.

Clark, D. B., Clark, D. A., & Read, J. M. (1998). Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology*, 86(1), 101 - 112 p.

Clark, D. B., Palmer, M. W., & Clark, D. A. (1999). Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, 80(8), 2662 - 2675 p.

Delgado, D. Finegan, B., Zamora, N. y Meir, P. (1997). Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación (No. 298). CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No 298. 43 p.

Di Rienzo, F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, C. Robledo. (2015). InfoStat. Versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba (2015).

Estrada, A., Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2005). Evaluación y categorización del estado de conservación de plantas en Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 228 p.

Finegan, B. (1993). Bases Ecológicas de la Silvicultura. In: VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba, C.R. 229 p.



Flores, E. M., & Obando - Vargas, G. (2003). Árboles del trópico húmedo: Importancia socioeconómica. 1° edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1000 p.

Flores, E. M., & Obando - Vargas, G. (2014). Árboles del trópico húmedo: Importancia socioeconómica. 2° edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1000 p.

Gajardo, R. (1993). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 p.

Gallego, B. (2002). Estructura y composición de un paisaje fragmentado y su relación con especies arbóreas indicadoras en una zona de bosque muy húmedo tropical, Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. 116 p.

Garro Chavarría, M. (2011). Recuperación del bosque húmedo tropical 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de manejo forestal, Osa, Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica (Tesis de licenciatura), 128 p.

Gómez, P. (2009). Ecología y conservación de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica. Posgrado y Sociedad, 9(2), 58 - 80 p.

Gordo, J. F. A. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 7(1). 8 p.



Gotelli, N. J., & Simberloff, D. (1987). The distribution and abundance of tallgrass prairie plants: a test of the core-satellite hypothesis. *American Naturalist*, 18 - 35 p.

Guariguata, M. R., Claire, H. A. L., & Jones, G. (2002). Tree Seed Fate in a Logged and Fragmented Forest Landscape, Northeastern Costa Rica 1. *Biotropica*, 34(3), 405 - 415 p.

Guariguata, M., Kattan, G. (2002). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. LUR. Cartago, C R. 691 p.

Hanski, I. 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* 38: 210 - 221 p.

Hanski, I., Kouki, J., & Halkka, A. (1993). Three explanations of the positive relationship between distribution and abundance of species. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*, 108 - 116 p.

Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica. San José, Costa Rica. 216 p.

Jardel Peláez, E., & Sánchez-Velásquez. (1989). La sucesión forestal: Fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo (México)*, 14(84):33 - 43 p.

Jiménez Madrigal, Q. (1993). *Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica*. 2° edición. San José, Costa Rica, Museo Nacional de Costa Rica, 122 p.



Jiménez Madrigal, Q. (1999). Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. 2° edición. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad, 187 p.

Jiménez, Q., & Poveda, L. (1991). Árboles maderables nativos de Costa Rica. Museo Nacional De Costa Rica, San José, Costa Rica, no. 5. 32 p.

Jiménez, Q., (2015). El camino a la extinción de los árboles en Costa Rica. Ambientico N° 253, Artículo 4. Ecologismo y cobertura forestal en Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, 23 - 30 p.

Jiménez-Madrigal, Q., Rojas-Rodríguez, F., Rojas, V., & Rodríguez, L. (2002). Árboles maderables de Costa Rica: Ecología and Silvicultura. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Heredia, Costa Rica, 370 p.

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen. Eschborn, Alemania. 335 p.

Londoño, A.C. y Jiménez, E.M. (1999). Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (períodos de 1, 4 y 5 años). Crónica Forestal y del Medio Ambiente. No 14. 41 - 58 p.

Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados tropicales con énfasis en América Central. Turrialba, CR, CATIE. 265 p.



Madriz, B. V. (2004). Relación de dependencia directa para la alimentación y anidación de la lapa verde (*Ara ambigua*) y el almendro (*Dipteryx panamensis*) en la Zona Norte de Costa Rica. 33 p.

Manta, M. I. (1988). Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente Atlántica de Costa Rica (No. 21144). CATIE, Turrialba, (Costa Rica). UCR, San José (Costa Rica). Sistema de Estudios de Posgrado. 150 p.

McGinley, K., & Díaz Visquerra, M. E. (1998). El manejo del bosque natural tropical y su impacto en la diversidad de la fauna: una visión general integrada (No. Thesis D542ei). CATIE, Turrialba (Costa Rica). 45(7): 456 - 464 p.

Melo, O., & Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, CO. 183 p.

Meza, V., Méndez, J. (2006). Segundas cosechas bajo un sistema policíclico de manejo para bosques húmedos tropicales. Región Huetar Norte, Costa Rica. Segundo Congreso Latinoamericano. IUFRO. La Serena, Chile, 2006, 13 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR), (2016). Ley Forestal y su Reglamento. (última actualización 16-09-2016). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 104 p.



MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (1992). Decreto Ejecutivo N° 26435 - MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). (Ley de Conservación de la Vida Silvestre y su Reglamento N° 7317). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 12 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (1996a). Decreto Ejecutivo N° 25167 - MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). jun. 12:3 - 4. (Vol. 118, no. 111. Se declara una restricción para el aprovechamiento maderable de *Dipteryx panamensis*). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 5 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (1996b). Decreto Ejecutivo N° 25663 -MINAE. La Gaceta. Diario. Oficial (CR). dic. 18:7 - 8. (Vol. 118, no. 243. Se mantiene la restricción a la corta o aprovechamiento de *Dipteryx panamensis*). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 6 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (1997a). Decreto Ejecutivo N° 25700 - MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). ene. 16:9 - 10. (Vol. 119, N°. 11. Veda de 18 especies forestales). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 5 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (1997b). Decreto Ejecutivo N° 26435 - MINAE. La Gaceta No. 233. Diario Oficial (CR). (Declara el *Ara ambigua* como un ave en peligro de extinción). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 12 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (2003). Decreto Ejecutivo N° 30961 - MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). (Establece mediadas para las restricciones ya expuestas en *Dipteryx panamensis*). San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 5 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). (2008). Decreto Ejecutivo N° 34559 - MINAE. La Gaceta No. 115. Diario Oficial (CR). Estándares de Sostenibilidad para el Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Práctica y Manual de Procedimientos. San José, Costa Rica, Investigaciones Jurídicas, San José, CR. 104 p.

Monge - Arias, G., Chassot, O., Powell, G. V., Palminteri, S., Alemán - Zelaya, U., & Wright, P. (2003). Ecología de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica. Zeledonia (Costa Rica)., 7(2), 4 - 12 p.

Moret, A. Y., Valera, L., Mora, A., Garay, V., Jerez, M., Plonczak, M., ... & Hernández, D. (2008). Estructura horizontal y vertical de *Pachira quinata* (Jacq.) WS Alverson, (Bombacaceae) en el bosque universitario "El Caimital", Barinas, Venezuela. Ecotrópicos, 21(2), 62 - 74 p.

Murillo Gamboa, O., Badilla Valverde, Y., & Rojas Parajeles, F. (2011). Piloto de conservación y manejo de recursos genéticos forestales en la Zona Norte de Costa Rica. 39 p.



Ortiz, E., & Soto, C. (2008). Atlas digital de Costa Rica. (CD-ROOM). Cartago, CR: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Escuela de Ingeniería Forestal. ITCR. 1CD - ROOM.

Panayotou, T., & Ashton, P. (1992). Not by timber alone: economics and ecology for sustaining tropical forests. Island Press, Washington. 283 p.

Pérez Flores, M., Finegan, B., Delgado, D., & Louman, B. (2015). Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua: una base para el manejo sostenible. Revista Forestal Centroamericana. 66 - 72 p.

Pérez, R. (2002). Evaluación del Impacto del Aprovechamiento Forestal en Los Mogos, Península de Osa, Costa Rica. Informe Final de Proyecto. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 96 p.

Pineda Barria, J. A. (2012). Alternativas de manejo forestal para bosques primarios muy intervenidos: Estudio de caso en Finca Elia María, Los Chiles, Costa Rica. Tesis de Maestría. CATIE, Turrialba, (Costa Rica). 96 p.

Pokorny, B. S., & Camino, C. (2001). Metodologías para evaluar la aplicación de criterios e indicadores en el manejo forestal de bosques tropicales en América Latina. Revista Forestal Centroamericana (CATIE) (no. 36). 14 - 19 p.



Powell, G., Wright, P., Alemán, U., Guindon, C., Palminteri, S., & Bjork, R. (1999). Resultados y recomendaciones para la conservación de la lapa verde (*Ara ambigua*) en Costa Rica. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical. 39 p.

Quesada Monge, R., & Quirós Brenes, K. (2003). Estudio de especies forestales con poblaciones reducidas o en peligro de extinción. Informe Final. Cartago, CR: ITCR: Escuela de Ingeniería Forestal. 167 p.

Quesada Monge, R., Castillo Ugalde, M., Lobo Segura, J., & Barrantes, G. (2010). Demografía de especies maderables de la península de osa. Informe final de proyecto de investigación. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 132 p.

Quesada, M. (2001). Dinámica del bosque muy húmedo tropical diez años después de la intervención forestal en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe Final proyecto de Investigación, Escuela de Ingeniería Forestal, Vicerrectoría de Investigación y Extensión, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, CR.127 p.

Quesada, R. (2004). Especies forestales vedadas y bajo otras categorías de protección en Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 1(2), 84 - 88 p.

Quesada, R. (2005). Estudio poblacional de especies forestales en el Área de Conservación Tempisque, Cantones de Nicoya, Hojancha y Nandayure. San José, CR, Ministerio del Ambiente y Energía.



Quirós Brenes, K. G. (2002). Composición florística y estructural para el bosque primario del hotel la Laguna del Lagarto Lodge, Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 88 p.

Rollet, B. (1971). La regeneración natural en bosque denso siempre verde de llanura de la Guayana Venezolana. Boletín IFLA, 35, 39 - 74 p.

Rollet, B. (1978). Organización en ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de los conocimientos. UNESCO - PNUMA FAO. Roma, Italia, 126 - 162 p.

Sabogal, C., Hutchinson, I., Finegan, B., & Reiche, C. (1993). El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 35 p.

Sanchún, A & González, J. (2006). Lista de especies arbóreas por gremio ecológico para el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC). Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), Dirección de Planificación e Investigación y Desarrollo. Sarapiquí, Costa Rica. 22 p.

Stiles, F. G., Skutch, A. F., & Gardner, D. (1995). Guía de aves de Costa Rica. A guide to the birds of Costa Rica. Heredia, Costa Rica. INBio. 199 - 201 p.



UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, 34 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (1978). The IUCN Plant Red Data Book. Switzerland: IUCN, 540 p.

Valerio, J. (1999). Memoria. Taller Sobre la Dinámica de los Bosques en Costa Rica y sus Implicaciones para el Manejo Forestal (No. 634.92 T147 1999). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago (Costa Rica). Escuela de Ingeniería Forestal, 58 p.

Valerio, J., & Salas, C. (1998). Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales: Manual técnico (segunda edición corregida y aumentada). BOLFOP, Santa Cruz, BO, 77 p.

Varela Jiménez, C (2002). Determinación de la abundancia y distribución de las principales especies maderables con valor comercial en Costa Rica. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Tesis (Licenciatura en ingeniería agronómica con énfasis en fitotecnia). 50 p.

Vidal Riveros, C. (2004). Distribución geográfica y caracterización de hábitat de seis especies arbóreas en el corredor biológico San Juan la Selva, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE (Tesis De Maestría). 94 p.



Vílchez, B., & Rocha, O. (2006). Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea* (Caesalpinaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 54(3), 1019 - 1029 p.

Zamora Villalobos, N. (2010). Fabaceae. En: *Manual de Plantas de Costa Rica*. Vol. V. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 119: 395 - 775 p.



ANEXOS

Anexo 1. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Dipteryx panamensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP		CC	IP		CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	4,80	4,00	1,70	1,26	1,24	0,90
2	1	5,70	5,70	1,30	3,08	3,08	0,50
3	2	8,00	6,10	1,30	3,01	2,99	0,95
4	1	2,00	2,00	1,30	1,34	1,34	1,00
5	2	0,60	0,60	0,10	0,15	0,15	0,00
6	2	7,10	4,30	1,20	1,88	1,82	0,70
7	1	0,60	0,60	0,40	0,22	0,22	0,20
8	2	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30
9	1	0,70	0,70	0,70	0,37	0,37	0,40
10	2	1,60	0,80	0,50	0,16	0,15	0,30
11	2	1,10	0,20	0,10	0,08	0,06	0,00
12	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1	1,50	0,70	0,20	0,19	0,18	0,10
14	2	8,20	2,80	1,70	1,40	1,33	0,90
15	1	1,80	0,80	0,10	0,19	0,18	0,00
16	2	6,40	3,10	0,20	1,53	1,42	0,20
17	1	2,70	1,50	0,50	0,29	0,28	0,30
18	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	1	1,10	1,10	0,10	0,44	0,44	0,10
20	1	1,50	1,50	0,60	0,65	0,65	0,40
21	1	10,70	4,00	0,80	2,28	2,15	0,40
22	1	2,40	2,40	0,40	0,51	0,51	0,30
23	2	2,80	2,00	0,60	0,77	0,76	0,40
24	1	0,80	0,80	0,60	0,32	0,32	0,30
25	2	11,40	2,50	0,60	0,77	0,61	0,30
26	2	4,40	3,60	0,90	1,26	1,23	0,50
27	1	3,50	3,00	1,10	1,44	1,43	0,80
28	2	7,00	2,80	0,70	0,82	0,77	0,60
29	1	5,00	2,30	1,50	1,03	0,99	1,00
30	1	2,40	2,40	1,00	0,56	0,56	0,40
Promedio		3,53	2,08	0,69	0,87	0,84	0,41

Anexo 2. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Hymenolobium mesoamericanum* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP		CC	IP		CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	0,20	0,20	0,00	0,02	0,02	0,00
2	1	0,50	0,50	0,00	0,07	0,07	0,00
3	2	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
4	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2	1,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	2	0,40	0,40	0,00	0,05	0,05	0,00
13	1	0,20	0,20	0,00	0,02	0,02	0,00
14	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1	2,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
16	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	1	0,30	0,30	0,00	0,03	0,03	0,00
18	2	1,00	0,00	0,00	0,43	0,42	0,00
19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
22	1	0,50	0,50	0,00	0,06	0,06	0,00
23	2	0,70	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
24	1	0,40	0,40	0,00	0,10	0,10	0,00
25	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	2	0,80	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
27	1	0,20	0,20	0,00	0,06	0,06	0,00
28	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	1	1,30	0,00	0,10	0,04	0,00	0,00
30	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio		0,32	0,09	0,01	0,03	0,03	0,00

Anexo 3. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Lecythis ampla* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP	IP	CC	IP	IP	CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	1,50	0,60	0,30	0,16	0,14	0,10
2	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
3	2	0,70	0,70	0,12	0,19	0,19	0,06
4	1	0,30	0,30	0,10	0,13	0,13	0,00
5	2	6,10	0,40	0,00	0,16	0,09	0,00
6	2	0,20	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
7	1	0,30	0,30	0,10	0,13	0,13	0,10
8	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1	1,40	0,50	0,10	0,20	0,14	0,00
10	2	0,20	0,20	0,10	0,03	0,03	0,10
11	2	0,20	0,20	0,00	0,03	0,03	0,00
12	2	0,40	0,40	0,10	0,07	0,07	0,10
13	1	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,10
14	2	0,50	0,50	0,10	0,15	0,15	0,10
15	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	2	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
17	1	0,30	0,30	0,20	0,04	0,04	0,10
18	2	0,50	0,50	0,00	0,11	0,11	0,00
19	1	2,20	1,10	0,10	0,37	0,35	0,00
20	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
22	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
23	2	1,30	0,60	0,10	0,11	0,10	0,10
24	1	0,80	0,80	0,10	0,17	0,17	0,00
25	2	0,60	0,60	0,00	0,14	0,14	0,00
26	2	0,40	0,40	0,00	0,03	0,03	0,00
27	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
28	2	0,40	0,40	0,00	0,10	0,10	0,00
29	1	2,30	1,00	0,20	0,43	0,41	0,20
30	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Promedio		0,69	0,33	0,09	0,09	0,09	0,05

Anexo 4. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Polychroma panamensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP	IP	CC	IP	IP	CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	10,20	4,40	0,40	0,93	0,79	0,10
2	1	20,00	13,80	1,00	2,53	2,37	0,30
3	2	6,60	2,80	0,47	0,85	0,73	0,20
4	1	3,70	1,00	0,20	0,23	0,20	0,10
5	2	3,20	1,20	0,20	0,27	0,22	0,10
6	2	2,90	1,00	0,40	0,32	0,27	0,20
7	1	1,80	1,80	0,20	0,62	0,62	0,10
8	2	13,30	2,60	0,60	0,67	0,47	0,30
9	1	1,70	0,70	0,10	0,20	0,17	0,00
10	2	10,00	3,70	1,00	0,72	0,59	0,40
11	2	1,30	0,40	0,10	0,49	0,05	0,00
12	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1	10,00	1,90	0,30	0,54	0,37	0,10
14	2	20,20	3,30	0,60	0,99	0,62	0,20
15	1	5,90	1,80	0,20	0,63	0,46	0,10
16	2	5,30	2,90	0,40	0,55	0,47	0,10
17	1	7,30	3,60	0,70	1,05	0,98	0,30
18	2	7,90	5,90	0,60	1,32	1,30	0,20
19	1	3,60	1,40	0,30	0,38	0,33	0,10
20	1	4,70	2,90	0,30	0,69	0,64	0,10
21	1	12,00	2,70	1,00	0,75	0,53	0,20
22	1	1,40	0,50	0,20	0,18	0,14	0,10
23	2	19,10	5,70	0,70	1,51	1,16	0,30
24	1	1,70	1,70	0,40	0,43	0,43	0,10
25	2	1,90	1,90	0,40	0,28	0,28	0,10
26	2	7,90	2,40	0,40	0,56	0,41	0,10
27	1	22,20	6,40	0,80	1,58	1,16	0,30
28	2	4,60	1,10	0,30	0,18	0,11	0,20
29	1	2,30	1,00	0,20	0,21	0,18	0,10
30	1	8,30	5,20	0,80	1,58	1,52	0,40
Promedio		7,37	2,86	0,44	0,71	0,59	0,16

Anexo 5. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Sacoglathis thichogyna* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP		CC	IP		CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	1,50	0,60	0,10	0,07	0,06	0,00
2	1	3,60	0,50	0,10	0,19	0,08	0,00
3	2	1,10	0,20	0,08	0,08	0,06	0,03
4	1	2,00	0,70	0,00	0,26	0,19	0,00
5	2	2,20	1,20	0,10	0,26	0,25	0,00
6	2	2,40	0,50	0,20	0,11	0,08	0,10
7	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
8	2	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
9	1	0,20	0,20	0,00	0,05	0,05	0,00
10	2	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
11	2	2,20	0,40	0,00	0,06	0,04	0,00
12	2	3,00	1,00	0,20	0,26	0,22	0,10
13	1	1,50	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00
14	2	0,90	0,00	0,10	0,05	0,00	0,00
15	1	3,60	1,60	0,10	0,46	0,43	0,00
16	2	0,50	0,50	0,10	0,07	0,07	0,00
17	1	5,40	0,60	0,10	0,27	0,10	0,00
18	2	3,90	0,80	0,10	0,26	0,21	0,00
19	1	0,80	0,80	0,30	0,19	0,19	0,10
20	1	3,60	0,90	0,10	0,25	0,13	0,00
21	1	8,00	2,70	0,30	0,38	0,27	0,00
22	1	4,30	1,40	0,10	0,43	0,35	0,00
23	2	1,10	0,40	0,10	0,08	0,04	0,00
24	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	2	1,40	0,30	0,10	0,10	0,03	0,00
26	2	0,80	0,00	0,10	0,01	0,00	0,00
27	1	2,20	0,30	0,00	0,06	0,03	0,00
28	2	2,50	0,40	0,00	0,08	0,03	0,00
29	1	0,70	0,70	0,10	0,14	0,14	0,00
30	1	1,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Promedio		2,01	0,56	0,10	0,14	0,10	0,01

Anexo 6. Número de individuos y área basal por hectárea, para la especie *Tachigali costaricensis* en tres diferentes estructuras diamétricas, para 30 UFM ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

Finca	Sector	IP	IP	CC	IP	IP	CC
		N ≥ 10 cm	N ≥ 30 cm	N ≥ 60 cm	G ≥ 10 cm	G ≥ 30 cm	G ≥ 60 cm
1	2	0,40	0,40	0,10	0,05	0,05	0,00
2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2	4,20	1,40	0,68	0,54	0,49	0,31
4	1	1,30	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
5	2	3,60	0,70	0,20	0,24	0,14	0,10
6	2	4,50	0,70	0,90	0,20	0,15	0,40
7	1	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
8	2	4,60	0,60	0,30	0,18	0,09	0,10
9	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	2	3,70	1,40	0,60	0,35	0,33	0,30
11	2	1,70	1,70	0,60	0,67	0,67	0,20
12	2	6,20	3,20	0,30	0,86	0,74	0,10
13	1	2,00	0,60	0,30	0,18	0,17	0,10
14	2	6,70	1,30	0,70	0,64	0,54	0,30
15	1	3,60	0,50	0,10	0,13	0,08	0,00
16	2	0,50	0,50	0,10	0,26	0,26	0,00
17	1	0,30	0,30	0,10	0,09	0,09	0,00
18	2	3,80	1,80	0,60	0,62	0,58	0,30
19	1	1,40	1,40	0,30	0,49	0,49	0,10
20	1	2,40	0,70	0,10	0,26	0,21	0,10
21	1	6,00	0,70	0,10	0,24	0,08	0,00
22	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	2	2,20	1,50	0,20	0,26	0,24	0,10
24	1	0,80	0,80	0,10	0,23	0,23	0,00
25	2	4,40	1,10	0,50	0,57	0,46	0,20
26	2	2,40	2,40	0,80	0,51	0,51	0,30
27	1	1,20	0,20	0,00	0,07	0,05	0,00
28	2	1,40	0,70	0,20	0,15	0,14	0,10
29	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio		2,31	0,82	0,27	0,26	0,23	0,10