

# Estructura horizontal de seis especies de árboles maderables en bosques intervenidos de la Zona Norte de Costa Rica

Horizontal structure of six species of timber trees in forests intervened in the Northern Zone of Costa Rica

Marvin Vinicio Lizano-López<sup>1</sup>

## Abstract

The horizontal structure was analyzed through abundance and absolute dominance results of six species of timber trees, in forests intervened 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  $\geq 30$  hectares. Were divided into two sectors. It was considered information from 434 plots, with data from preliminary inventory (dbh  $\geq 10$  cm and 30 cm). Census data were obtained with dbh  $\geq 60$  cm; in a total effective area of 3284.8 ha. The results showed that the *Dipteryx panamensis*, specie with restricted timber in Costa Rica, it is abundant in the sampled areas in sector 2. Results obtained  $> 4.22$  individuals per hectare with dbh  $\geq 10$  cm. *Tachigali costaricensis*, a species with logging ban in Costa Rica, was best distributed according to absolute abundance (N / ha), within sector 2 ( $p = 0.0026$ , Wilcoxon); was considered as an abundant species (3.36 N/ha) and dominant (0.406 m<sup>2</sup>/ha) in this same sector (dap  $\geq 10$  cm). Species like *Hymenolobium mesoamericanum* and *Lecythis ampla*, are little abundant trees, therefore, little dominant is this study. It is important to reconsider the situation of *Lecythis ampla*, because in Costa Rica there is no logging ban for this species.

**Key words:** Abundance, dominance, forest structure, forest management.

1. Asociación de Desarrollo Forestal de San Carlos, (CODEFORSA); Ciudad Quesada, Alajuela; [mlizano@codeforosa.org](mailto:mlizano@codeforosa.org)

## Introducción

El análisis de la estructura diamétrica facilita la planificación del aprovechamiento y manejo forestal, además permite interpretar la conducta de las especies. 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 & Nilsson 2001). Krebs (1989), 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.

La Zona Norte de Costa Rica contiene gran variedad de árboles maderables, por diversos motivos algunos de estos se encuentran con restricciones de corta. 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 poblacional de algunos de estos. Las especies más afectadas son siempre las menos abundantes (García, 2002). Se considera importante realizar estudios que cuantifiquen el estado poblacional de las especies arbóreas maderables en sus hábitats naturales, más en aquellas categorizadas en peligro o amenaza de extinción.

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

## Materiales y métodos

### Ubicación de los sitios de muestreo

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.

Se dividió el área de estudio en dos sectores:

Sector uno: Se ubicó entre el río San Carlos y el río 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, 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.

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 (Ortiz & Soto, 2008).

### Especies estudiadas

*Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell. (Almendra amarillo); *Hymenolobium mesoamericanum* H.C. Lima (Cola de pavo); *Lecythis ampla* Miers (Olla de mono); *Polychroma paraensis* Ducke (Areno); *Sacoglottis thichogyna* Cuatrec. (Titor) y *Tachigali costaricensis* (N. Zamora & Poveda) N. Zamora & van der Werff (Tostado).

### Recolección de datos

Para cada sector de estudio, se eligieron 15 Unidades de Manejo Forestal con un área de bosque intervenido  $\geq$  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

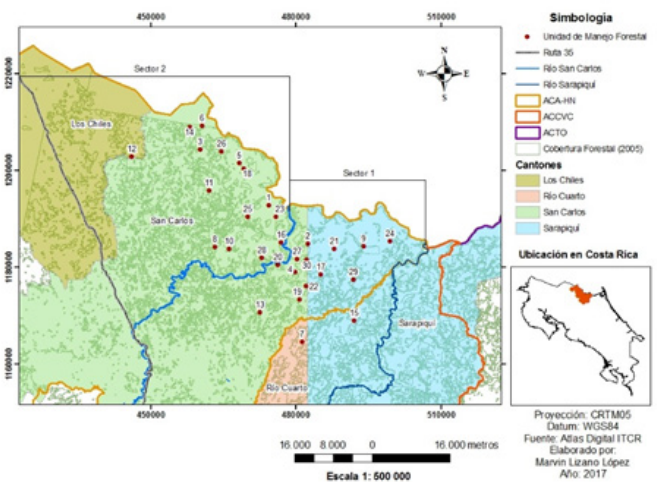


Figura 1. Ubicación geográfica de 30 Unidades de Manejo forestal evaluadas en la Zona Norte de Costa Rica. (Fuente, CODEFORSA y MINAE, 2007-2016).

Figure 1. Geographic location of 30 Forest Management Units evaluated in the Northern Zone of Costa Rica. (Source, CODEFORSA and MINAE, 2007-2016).

de Costa Rica y según los estándares de sostenibilidad (MINAE, 2008 y 2016). Se eligieron datos procedentes del año 2007 al 2016, se consideraron los 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.

### Análisis de datos

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. Se realizó un análisis 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).

**Dominancia absoluta:** Se realizó la distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m<sup>2</sup>/ha) con el fin de conocer la capacidad de carga de cada especie para cada sector evaluado.

### Análisis estadístico de información

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. Para deducir en cuál 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, se usó 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, Robledo; 2015).

## Resultados y discusión

### Análisis de abundancia absoluta para cada sector evaluado

En la figura 2, se representan las comparaciones para cada sector evaluado. Según Pitman, Ternorh, Silman & Núñez (1999), las especies escasas son aquellas con densidades menores a un individuo por hectárea con dap >10 cm. De acuerdo a la figura 2, *D. panamensis* es la segunda especie más abundante en ambos sectores

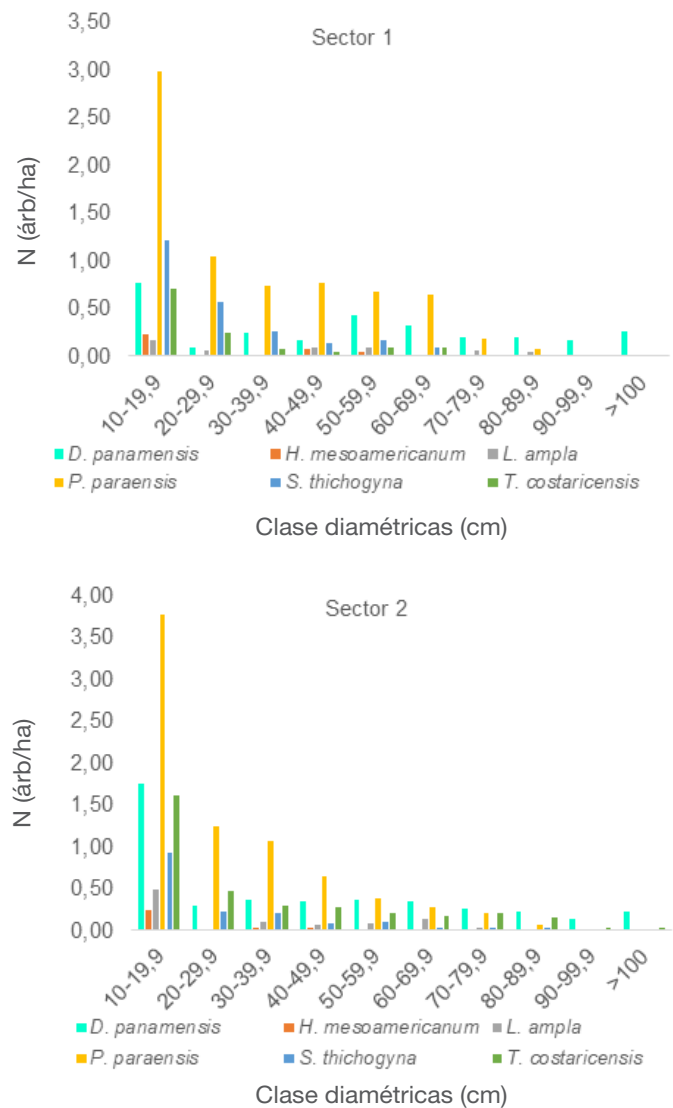


Figura 2 Distribución diamétrica del número de árboles de interés por hectárea (N/ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos – río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 – río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 – 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE)

Figure 2. Diameter distribution of the number of trees of interest per hectare (N / ha) for two study sectors (sector 1, San Carlos river - Sarapiquí river, sector 2, route 35 - San Carlos river), located in the Northern Zone of Costa Rica . 2007 - 2016. (Source CODEFORSA and MINAE)

de estudio. 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. Esta especie presentó una distribución diamétrica poco similar en ambos sectores según la prueba estadística de Wilcoxon ( $p = 0,1386$ ); en la clase diamétrica con dap entre 10 – 19,9 cm mostró la mayor diferencia entre sectores, reflejó un alto potencial de reclutamiento en el sector 2.

*H. mesoamericanum* presentó una distribución diamétrica similar en ambos sectores ( $p = 0,5176$ ,

**Cuadro 1.** Número de árboles de interés censados a partir de un dap  $\geq$  60 cm en las diferentes Unidades de Manejo Forestal, ubicadas en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE).

**Table 1.** Number of interest trees counted from a dap  $\geq$  60 cm in the different Forest Management Units, located in the Northern Zone of Costa Rica. 2007 - 2016. (Source CODEFORSA and MINAE).

	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>
Sector 1	951	28	124	622	109	123
Sector 2	1280	24	178	859	189	792
Total	2231	52	302	1481	298	915
Cantidad de UMF donde se reporto	28	20	30	29	28	27
Promedio	79,7	2,6	10,1	51,1	10,6	33,9

Wilcoxon) e irregular. Dentro de la clase diamétrica entre 20 - 29,9 cm esta especie no registro individuos en ninguno de los sectores evaluados. Se consideró como la especie menos abundante, sus poblaciones se catalogan como fragmentadas. 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.

*L. ampla* es poco abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap  $\geq$  10 cm de 0,52 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 0,86 N/ha. Según la prueba estadista de Wilcoxon, esta especie presentó una distribución diamétrica muy similar en ambos sectores ( $p = 0,9999$ ). 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, 1978, Lamprecht 1990, Vilchez & Rocha 2006). Según estudios de Gallego (2002) y Vidal (2004), esta especie cuenta con una regeneración escasa. Según Jiménez-Madrigal, Rojas-Rodríguez, Rojas & Rodríguez (2002) *L. ampla* tolera la sombra, por lo tanto, la luz no es un factor limitante para su establecimiento en el bosque (Vidal 2004).

*Polychroma paraensis* al igual que *L. ampla* presentó una distribución diamétrica muy similar en ambos sectores ( $p = 0,9286$ , Wilcoxon). *P. paraensis* es la especie más abundante en ambos sectores de estudio, presenta una distribución en forma de "J" invertida perfecta en ambas partes, lo que indica que el manejo forestal sostenible no ha afectado la recuperación de sus poblaciones.

*Sacoglottis thichogyna* presentó una distribución diamétrica muy diferente en ambos sectores ( $p = 0,0016$  Wilcoxon). Como se observa en la figura 2, 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.

*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 2, en todas las clases diamétricas, esta especie es más abundante en el sector 2, adquiriendo valores para individuos con dap  $\geq$  10 cm de 3,36 N/ha; 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. Se consideró como poco abundante en este sector, adquirió valores para individuos con dap  $\geq$  10 cm de 1,28 N/ha.

#### Abundancia absoluta con datos provenientes del Censo Comercial (CC) con dap $\geq$ 60 cm

Según los valores del cuadro 1, *D. panamensis* es la especie más abundante en el censo comercial, mostrando un total de 2231 individuos censados en 28 Unidades de Manejo Forestal (UMF).

En el cuadro 1 se representa el número de individuos de interés evaluados en el censo comercial para cada especie evaluada en las distintas de UMF.

*P. paraensis* resulto ser la segunda especie censada más abundante, con una cantidad de 1481 individuos evaluados en 29 UMF.

La tercera especie con más individuos censados fue *T. costaricensis*, reportó un total de 915 árboles en 27 UMF evaluadas. Varela (2002), en su estudio encontró un total de 192 individuos censados con dap  $\geq$  60 cm en la Zona Norte de Costa Rica.

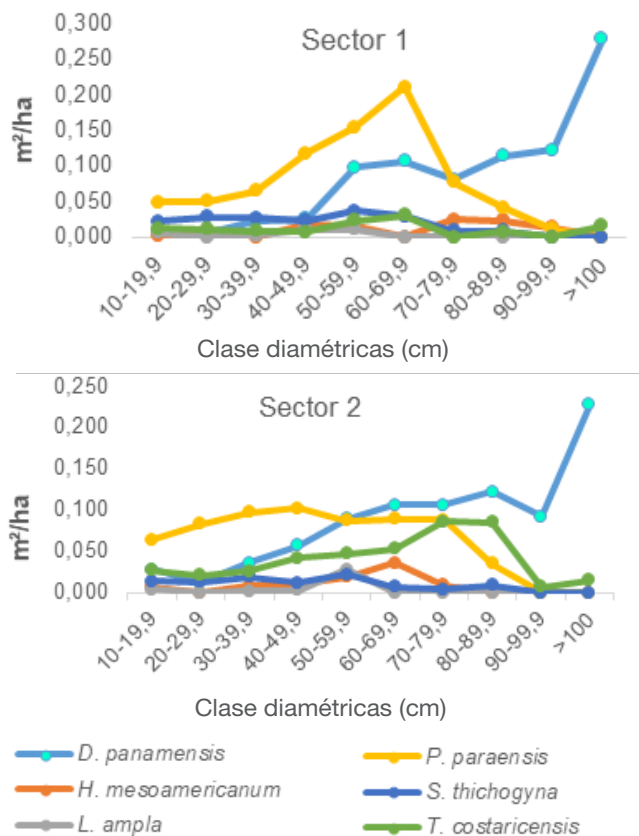


Figura 3. Distribución diamétrica del área basal por hectárea (G, m<sup>2</sup>/ha) para dos sectores de estudio (sector 1, río San Carlos - río Sarapiquí; sector 2, ruta 35 - río San Carlos), ubicados en la Zona Norte de Costa Rica. 2007 - 2016. (Fuente CODEFORSA y MINAE)

Figure 3. Diameter distribution of the basal area per hectare (G, m<sup>2</sup>/ha) for two study sectors (sector 1, San Carlos river - Sarapiquí river, sector 2, route 35 - San Carlos river), located in the Northern Zone of Costa Rica. 2007 - 2016. (Source CODEFORSA and MINAE)

*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.

*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. Según los estudios de Varela (2002) y Vidal (2004), *L. ampla* y *S. thichogyna* necesitan un nivel más alto de protección.

## Dominancia

Análisis de dominancia absoluta para cada sector evaluado se representa en la figura 3.

Según la figura 3, 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, debido a su edad de sobrevivencia es más corta comparada con la de especies como *D. panamensis* o *T. costaricensis*.

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 la figuras 2 y 3.

Según los resultados de la figura 2, 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 la figuras 2 y 3, se deduce que ese comportamiento varió para algunas especies. *H. mesoamericanum* resulto ser más abundante en el sector 1, pero más dominante en el sector 2. Esta especie presentó 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 m<sup>2</sup>/ha.

Otras especies como *L. ampla* y *P. paraensis* resultaron ser abundantes en el sector 2, por consiguiente, este comportamiento también varió en el análisis de dominancia absoluta debido a que ambas fueron más dominantes dentro del sector 1. *L. ampla* presentó 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 m<sup>2</sup>/ha. Sin embargo, en esta misma clase diamétrica, pero para el sector 1 el valor de dominancia absoluta fue de 0 m<sup>2</sup>/ha. Ambas especies presentaron el valor más alto de dominancia absoluta en la misma clase diamétrica (60 - 69,9 cm de dap), para el sector 1.

*D. panamensis* fue la especie más dominante en ambos sectores de estudio, presento valores superiores a 0, 86 m<sup>2</sup>/ha. Por otra parte, *T. costaricensis* es una especie muy dominante en el sector 2 de estudio, su valor área basal fue de 0,406 m<sup>2</sup>/ha. Cabe destacar que las especies *H. mesoamericanum* y *L. ampla*, son poco abundantes y dominantes en ambos sectores evaluados

## Conclusiones

*D. panamensis* se consideró abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap ≥ 10 cm de 2,83 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 4,22 N/ha. Se censaron 2231

individuos en 28 UMF (dap > 60 cm), para un promedio de 144 arb/UMF. *D. panamensis* fue la especie más dominante en ambos sectores de estudio, presentó valores superiores a 0, 86 m<sup>2</sup>/ha.

*H. mesoamericanum* se consideró como la especie menos abundante. Obtuvo valores de 0,37 N/ha para individuos con dap ≥ 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 UMF. *H. mesoamericanum* fue la especie menos dominante en ambos sectores de estudio, su valor mayor fue de 0,038 m<sup>2</sup>/ha.

*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 UMF. *L. ampla* es la segunda especie menos dominante en ambos sectores de estudio, su valor mayor fue de 0,097 m<sup>2</sup>/ha.

*P. paraensis* fue la especie más abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap ≥ 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 UMF. *P. paraensis* es la segunda especie más dominante en ambos sectores de estudio, presento valores superiores a 0,642 m<sup>2</sup>/ha.

*S. thichogyna* se consideró abundante en ambos sectores de estudio. Obtuvo valores para individuos con dap ≥ 10 cm de 2,46 N/ha en el sector 1, en el sector 2 adquirió valores de 1,55 N/ha. *S. thichogyna* (p = 0,0016, Wilcoxon), se distribuyó mejor según los valores de abundancia absoluta (N/ha) dentro del sector 1. El registro de árboles censados fue de 298 individuos en 28 UMF, fue la segunda especie menos abundante en este tipo muestreo. *S. thichogyna* presento baja dominancia en ambos sectores de estudio, el valor mayor fue de 0,181 m<sup>2</sup>/ha.

*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 con valores de 3,36 N/ha. *T. costaricensis* (p = 0,0026, Wilcoxon) se distribuyó mejor según los valores de abundancia absoluta (N/ha), dentro del sector 2. Con base a los resultados del CC se reportaron 915 individuos con dap ≥ 60 cm, que pone en evidencia una recuperación de sus poblaciones.

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

## Recomendaciones

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).

## Agradecimientos

A los señores Jhonny Méndez Gamboa, Braulio Vílchez Alvarado, Quirico Jiménez Madrigal y a la señora Marlen Camacho Calvo, por colaborar en la estructuración de este estudio.

## Resumen

Se analizó la estructura horizontal mediante resultados de abundancia y dominancia absoluta para seis especies de árboles maderables, en bosques intervenidos de la Zona Norte de Costa Rica. Se eligieron 30 Unidades de Manejo Forestal (UMF), con áreas efectivas de bosque ≥ 30 ha, se dividieron en dos sectores. Se consideró información de 434 parcelas, con datos procedentes de inventarios preliminares (dap ≥ 10 cm y 30 cm). Se obtuvo datos del censo con dap ≥ 60 cm; para un total de área efectiva de 3284,8 ha. Los resultados demostraron que *Dipteryx panamensis*, especie con restricciones de corta en Costa Rica, es abundante en las áreas muestreadas en el sector 2. Se obtuvo resultados > 4,22 individuos por hectárea con dap ≥ 10 cm. *Tachigali costaricensis*, especie vedada en Costa Rica, se distribuyó mejor según los valores de abundancia absoluta (N/ha), dentro del sector 2 (p = 0,0026, Wilcoxon); se consideró como una especie abundante (3,36 N/ha) y dominante (0,406 m<sup>2</sup>/ha) en este mismo sector (dap ≥ 10 cm). Las especies *Hymenolobium mesoamericanum* y *Lecythis ampla*, son árboles poco abundantes, por consiguiente, poco dominantes es este estudio. Es importante reconsiderar la situación de *Lecythis ampla*, debido que en Costa Rica no existen restricciones de corta para esta especie..

**Palabras clave:** Abundancia, dominancia, estructura de bosque, manejo forestal.

## Referencias

- 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).
- García, R. (2002). Biología de la conservación: conceptos y prácticas. Editorial INBio. 117-123 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.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica. San José, Costa Rica. 216 p.
- Jiménez-Madrigal, Q., Rojas-Rodríguez, F., Rojas, V., & Rodríguez, L. (2002). *Árboles maderables de Costa Rica: Ecología y Silvicultura*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Heredia, Costa Rica. 174 - 178 p.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology* (No. QH541. 15. S72. K74 1999.). New York: Harper & Row. 20 - 66 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.
- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados tropicales con énfasis en América Central*. Turrialba, CR, CATIE. 134 -136 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.
- 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.
- 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.
- Pitman, N. C., Terborgh, J., Silman, M. R., & Nuñez, V. (1999). Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology*, 80(8), 2651 - 2661 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.
- 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.