

# Composición y estructura forestal de la Reserva Absoluta de Cabo Blanco y remanentes de bosque del sector de Cabuya, Puntarenas, Costa Rica

PAUL E. OVIEDO PÉREZ

Profesor de la cátedra de Ecología y Educación Ambiental, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia; oviedo.p@gmail.com

Recibido: 13 julio 2015

Aceptado: 18 agosto 2015

## RESUMEN

Se informan los resultados de un análisis sobre composición y estructura forestal de la Reserva Cabo Blanco y remanentes de bosque en el Sector de Cabuya, al suroeste de la Península de Nicoya, Costa Rica. Se establecieron parcelas de 10 x 10 m. Todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10 cm o más fueron medidos e identificados. También se registró el número de palmas, musoides y arbustos de *Acacia*. Un tubo de plástico de PVC fue colocado en el centro de cada parcela para estimar la obstrucción visual horizontal del sotobosque. Se estimó la altura del mantillo y la radiación solar incidente en el sotobosque. Un total de 123 árboles fueron medidos y se registraron 45 especies. La densidad media de árboles fue mayor en el interior de la reserva ( $520 \pm 181.4$ ). Las especies con mayor dominancia relativa fueron *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman* y *Pseudobombax septenatum*. La distribución por clases diamétricas siguió la forma esperada de una *J*-invertida. Los resultados de composición y estructura horizontal sugieren que la cobertura vegetal al suroeste de la Península de Nicoya está constituida por un mosaico de bosque húmedo premontano, con diferentes períodos de intervención humana y con una edad que sobrepasa los 30 años en el interior la reserva.

**Palabras claves:** composición florística, estructura horizontal, bosque secundario, sotobosque.

## ABSTRACT

I report the results of an analysis of forest composition and structure of the Cabo Blanco Reserve and forest remnants in the Cabuya sector, in the southwest of the Nicoya Peninsula, Costa Rica. Plots of 10 x 10 m were established. All trees with a diameter at breast height (DBH) of 10 cm or more were measured and identified. The number of palms, musoids and *Acacia* shrubs was also recorded. A plastic tube was placed in the center of each plot to estimate the horizontal visual obstruction of the understory. The height of the humus and the level of solar radiation in the understory were also estimated. A total of 123 trees

were measured and 45 species recorded. The average tree density was higher in the core of the reserve ( $520 \pm 181.4$ ). The species with the highest relative dominance were *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman* and *Pseudobombax septenatum*. The distribution by diameter classes followed the expected pattern of an inverted *J*. The composition results and horizontal structure suggest that vegetation cover of the southwest of the Nicoya Peninsula is made up of a mosaic of premontane rainforest, with different periods of human intervention and with an age in excess of 30 years at the core of the reserve.

**Key words:** floristic composition, horizontal structure, secondary forest, understory.

## Introducción

Los bosques neotropicales de las tierras bajas de todo Centroamérica, incluyendo Costa Rica, han sido convertidos por la ganadería en pastizales, potreros arbolados, charrales, fragmentos y remanentes de bosque a orillas de cursos de agua inmersos dentro de un paisaje en donde la matriz son zonas agropecuarias (Lang *et al.* 2003). Esta perturbación ha tenido un efecto negativo sobre la biodiversidad debido a la pérdida de hábitat, a la interrupción de flujo genético y la interacción entre las especies silvestres que han quedado aisladas (Laurence y Bierregaard 1997).

La caracterización de la estructura y composición vegetal es la primera herramienta para comprender la dinámica y el funcionamiento de un bosque (Cascante *et al.* 2001). La estructura horizontal de un bosque se describe en términos de distribución diamétrica, frecuencia, abundancia y dominancia de individuos arbóreos

(Hernández 1999); mientras que el análisis de la composición florística consiste en la identificación de las especies presentes y el número de individuos que se encuentran en un área determinada (Lamprecht 1990). El seguimiento de la estructura y composición florística para comprender cómo la cobertura forestal dentro de paisajes agropecuarios provee hábitat y recursos para la biodiversidad que una vez habitó extensas selvas tropicales en Costa Rica, ha sido ampliamente documentado principalmente para la vertiente del Caribe (Lieberman y Lieberman 1987, Guariguata *et al.* 1997, Oviedo *et al.* 2009, Sennie *et al.* 2009). Estudios similares para los bosques premontanos del Valle Central (Cascante *et al.* 2001, Morales 2009) y de las tierras bajas del Pacífico Central son más escasos (Vargas 1992). Sin embargo, es poca la información generada sobre la composición y la fisonomía de los remanentes de bosque húmedo tropical ubicados en el noroeste del país, específicamente en la Península de Nicoya, a pesar del fuerte impacto generado por la deforestación y la ganadería en décadas pasadas. En este documento se pretende caracterizar el bosque húmedo tropical de la Reserva Natural Absoluta de Cabo Blanco, para que a partir de esta información se puedan tomar mejores decisiones del manejo de la vida silvestre y favorecer la conectividad del paisaje en la parte sur de la Península de Nicoya, Costa Rica.

## Materiales y métodos

La Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (RNACB) está localizada en el extremo Suroeste de la Península de Nicoya, entre las coordenadas 9° 33' y 9° 36' N - 85° 05' y 85° 09' W; pertenece al cantón Central, distrito de Cóbano, Provincia de Puntarenas, Costa Rica y tiene una superficie de 1 172 hectáreas. El 90% de esta área silvestre protegida pertenece a la zona de vida de bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P). La precipitación oscila entre 2 500 y 3 200 mm anuales, con una época seca bien marcada entre los meses de diciembre a abril (ACT-SINAC 2009). La temperatura promedio anual

es de 27° C y la humedad relativa promedio anual es del 81% (Boza y Mendoza 1980).

Se seleccionaron tres sitios para realizar la caracterización florística: el interior de la reserva (a un kilómetro del borde), el borde de la reserva y los remanentes de bosque ubicados en el pueblo de Cabuya (principalmente vegetación a orillas de fuentes de aguas y crecimientos secundarios). En cada sitio se ubicaron 30 posibles puntos para colectar la información y se seleccionaron aleatoriamente 10 puntos por sitio donde se estableció una parcela de 10 x 10 m según lo sugerido por Gysel y Lyon (1990). Todos los árboles dentro de cada parcela con un DAP (diámetro a la altura de 1,3 m) mayor o igual a 10 cm fueron medidos con una cinta diamétrica, enumerados e identificados *in situ*. A partir de esos datos se obtuvo la siguiente información: la abundancia relativa (expresada como la abundancia absoluta de cada especie expresada como un porcentaje del total de árboles medidos) y la dominancia relativa (indicador de la expansión horizontal de cada especie de árbol obtenido por medio del área basal) (Curtis y McIntosh 1995). Además de los árboles se contaron todos los individuos de musoides (Musaceae y Heliconiaceae), palmas (Arecaceae) y arbustos del género *Acacia* *sp.* para estimar la densidad de estos cuatro tipos de plantas. Para estimar la obstrucción visual horizontal del sotobosque se colocó en el centro de cada parcela un tubo de plástico de PVC de 2 m de alto y 3 cm de diámetro, el cual tenía barras blancas y negras intercaladas cada 10 cm, en este caso cada barra blanca representó un 10% del tubo, para un total de 10 barras blancas equivalentes al 100%. A una distancia de 5 m desde el tubo se contó la cantidad de barras blancas cubiertas por la vegetación del sotobosque, esta lectura se hizo en dirección de los cuatro puntos cardinales (Oviedo *et al.* 2009). El método del tubo fue utilizado para medir el porcentaje de suelo cubierto por material vegetal vivo. En las cuatro esquinas de cada parcela; así como, en su centro se midió la radiación de luz solar en lux que llega hacia el sotobosque por medio de un medidor de luz digital Extech 401025. La aplicación de este método es un indicador de la estructura del dosel (Clark *et al.* 1996). En los

CUADRO 1

**Comparación de la densidad (media  $\pm$  D. E.) para árboles con DAP  $\geq$  10 cm, musoides, palmas y Acacias en un área de 0,1 ha por sitio: interior y borde de la Reserva Cabo Blanco y remantes de bosque en el Sector de Cabuya, Puntarenas, Costa Rica, 2015**

Tipo de planta	Sitio		
	Interior	Borde	Remanente
Árboles	520 $\pm$ 181,4	350 $\pm$ 195,8	380 $\pm$ 193,2
Musoides	30 $\pm$ 11,5	450 $\pm$ 236,9	130 $\pm$ 48,3
Palmas	810 $\pm$ 587,7	240 $\pm$ 195,5	420 $\pm$ 355,3
Acacia sp.	0	30 $\pm$ 14,9	110 $\pm$ 99,4

CUADRO 2

**Abundancia y dominancia relativa para los fustales de la masa forestal en el interior de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco, Sector Cabuya, Puntarenas, Costa Rica, 2015.**

Especie	n	AR (%)	DR (%)
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	2	3,85	15,74
<i>Spondias mombin</i> L.	5	9,61	13,89
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb.) Skeels	1	1,90	12,04
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	10	19,23	9,95
<i>Nectandra martinicensis</i> Mez	3	5,77	8,80
<i>Hura crepitans</i> L.	1	1,90	7,64
<i>Inga multijuga</i> Benth.	1	1,90	5,32
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	2	3,88	4,63
<i>Zanthoxylum setulosum</i> P. Wilson	2	3,85	3,47
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	2	3,85	3,24
<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moç.) T.D. Penn.	4	7,70	3,01
<i>Sloanea terniflora</i> (DC.) Standl.	1	1,90	2,78
<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	1	1,90	2,78
<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	2	3,85	1,39
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	2	3,85	0,69
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2	3,85	0,69
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	1	1,90	0,69
<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	4	7,70	0,69
<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	1	1,90	0,49
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	1,90	0,46
<i>Licania arborea</i> Seem.	1	1,90	0,46
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose ex Donn. Sm.) Woodson	1	1,90	0,46
<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly	1	1,90	0,23
<i>Picramnia latifolia</i> Tul.	1	1,90	0,23
TOTAL	52	100	100

mismos sitios donde se midió la radiación se estimó la altura del mantillo en milímetros por medio de una regla metálica.

La composición florística de los tres sitios fue comparada mediante el coeficiente de similitud de Jaccard. Los parámetros de densidad, cobertura vegetal, radiación solar y altura del mantillo fueron comparados por medio de pruebas de ANOVA, previo a los análisis para comprobar los supuestos de distribución normal y homocedasticidad, por medio de pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett, respectivamente. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa STATISTICA.

## Resultados

**Composición florística:** se midieron 123 árboles con un DAP  $\geq 10$  cm, distribuidos en 25 familias y 45 especies. Bombacaceae, Meliaceae y Mimosaceae fueron las familias más diversas

con cuatro especies cada una. El interior de la reserva fue el sitio con mayor cantidad de especies arbóreas (24 especies), seguido por los remanentes de bosque y el borde de la reserva (22 y 17 especies, respectivamente). La densidad de árboles y de palmas (Arecaceae) fue mayor en el interior de la reserva en comparación con los otros sitios ( $F_{(2,27)} = 4,4192$ ;  $P = 0,02539$  y  $F_{(2,27)} = 4,9952$ ;  $P = 0,01426$ ; respectivamente). La densidad de musoides fue mayor en el borde de la reserva ( $F_{(2,27)} = 24,651$ ;  $P < 0,05$ ). La densidad de arbustos de *Acacia sp.* fue mayor en los remanentes de bosque ( $F_{(2,27)} = 9,5934$ ;  $P = 0,00071$ ) (Cuadro 1). *Calycophyllum candidissimum* fue la especie arbórea más abundante en el interior de la reserva (Cuadro 2); mientras que *Trichilia martiana* y *Stemmadenia donnell-smithii* fueron las especies de árboles más abundantes en el borde de la reserva (Cuadro 3). En los remanentes de bosque del sector de Cabuya, la especie de árbol más abundante fue *Guazuma*

CUADRO 3

### Abundancia y dominancia relativa para los fustales de la masa forestal en el borde de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco, Sector Cabuya, Puntarenas, Costa Rica, 2015

Especie	n	AB (%)	DR (%)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	2	5,88	69,79
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	2	5,88	9,00
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb.) Skeels	2	5,88	8,82
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	3	8,82	3,00
<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	4	11,76	1,69
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose ex Donn. Sm.) Woodson	4	11,76	1,50
<i>Cordia collococca</i> L.	2	5,88	1,31
<i>Sterculia apetala</i> Jacq. H.Karst.	3	8,82	1,12
<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	1	2,94	0,94
<i>Aspidosperma megalocarpum</i> L.	3	8,82	0,75
<i>Spondias mombim</i> L.	1	2,94	0,75
<i>Zanthoxylum setulosum</i> P. Wilson	2	5,88	0,37
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	1	2,94	0,19
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	2,94	0,19
<i>Nectandra martinicensis</i> Mez	1	2,94	0,19
<i>Oxandra venezuelana</i> R.E.Fr.	1	2,94	0,19
TOTAL	34	100	100

CUADRO 4

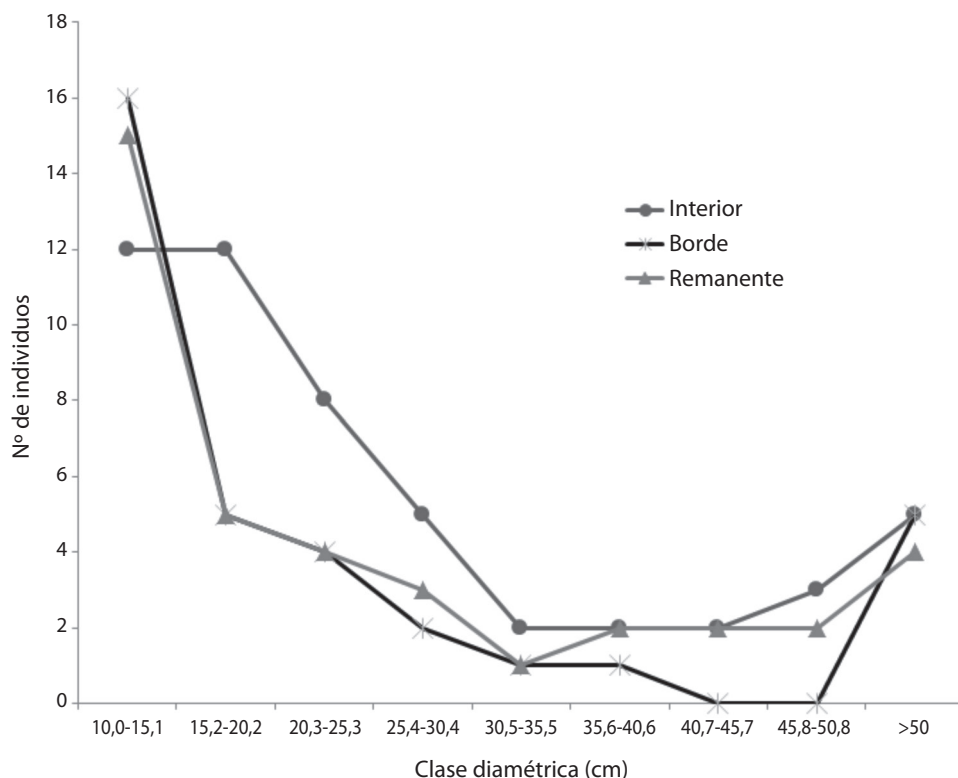
**Abundancia y dominancia relativa para los fustales de la masa forestal de los remanentes de bosque de Cabuya, Puntarenas, Costa Rica, 2015**

Especie	n	AR (%)	DR (%)
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	6	16,22	46,09
<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	2	5,40	12,85
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb.) Skeels	1	2,70	9,50
<i>Muntingia calabura</i> L.	1	2,70	5,59
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	1	2,70	5,03
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	8	21,62	3,91
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	2,70	2,79
<i>Curatella americana</i> L.	1	2,70	2,79
<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	1	2,70	1,68
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	1	2,70	1,67
<i>Zanthoxylum setulosum</i> P. Wilson	2	5,40	1,40
<i>Cassia grandis</i> L.f.	1	2,70	1,12
<i>Terminalia catappa</i> L.	1	2,70	1,12
<i>Bunchosia cornifolia</i> (Jacq.) A.Rich.	1	2,70	0,84
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	1	2,70	0,84
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	2	5,40	0,56
<i>Sapindus saponaria</i> L.	1	2,70	0,56
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	1	2,70	0,56
<i>Capparis amplissima</i> Lam	1	2,70	0,28
<i>Genipa americana</i> L.	1	2,70	0,28
<i>Protium panamense</i> Pitt.	1	2,70	0,28
<i>Spondias purpurea</i> L.	1	2,70	0,28
TOTAL	37	100	100

*ulmifolia* (Cuadro 4). La similitud de especies arbóreas con un DAP  $\geq 10$  cm entre el interior de la reserva y el borde; así como, el interior de la reserva y los remanentes de bosque fue bajo según lo reflejan los índices de Jaccard (0,29 y 0,12; respectivamente).

**Estructura horizontal:** En los tres sitios de estudio, la distribución de árboles en las diferentes clases diamétricas tiende hacia la forma de una J-invertida (Figura 1). La mayoría de los individuos medidos se concentraron en las categorías diamétricas inferiores y disminuyeron en número al subir de clase. El DAP medio de la masa forestal de toda el área de estudio fue de  $27,78 \pm 24,48$  cm; con un DAP máximo de

176,0 cm correspondiente a un individuo de *E. cyclocarpum*, ubicado en el borde de la reserva. No se encontraron diferencias significativas entre el DAP medio entre los tres sitios ( $F_{(2,120)} = 0,03236$ ;  $P = 0,95817$ ). *P. septenatum*, *S. mombin* y *A. excelsum* son las especies dominantes en el interior de la reserva (Cuadro 2). *E. cyclocarpum* y *S. saman* dominan el rodal del borde de la reserva (Cuadro 3); mientras que *S. saman* y *B. quinata* dominan los remanentes de bosque ubicados en Cabuya (Cuadro 4). La radiación solar del sotobosque fue mayor en los remanentes de bosque en comparación con los otros sitios ( $F_{(2,57)} = 36,258$ ;  $P < 0,00001$ ). También la obstrucción visual horizontal del sotobosque fue significativamente mayor en los remanentes de



**Figura 1.** Distribución de los fustales de acuerdo con categorías diamétricas para el interior y el borde de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco y los remanentes de bosque ubicados en Cabuya, Puntarenas, Costa Rica, 2015.

bosque ( $F_{(2,27)} = 5,1000$ ;  $P = 0,01322$ ). La altura del mantillo fue mayor en el interior de la reserva en comparación con los otros sitios ( $F_{(2,27)} = 24,446$ ;  $P < 0,00001$ ).

## Discusión

La riqueza, densidad y abundancia de árboles dentro de la reserva Cabo Blanco fue bastante alta y concuerda con la información reportada para otros bosques neotropicales. Por ejemplo, Cascante *et al.* (2001) informaron 509 árboles  $ha^{-1}$  en un bosque premontano del Valle Central; mientras que Oviedo *et al.* (2009), informaron 516,7 árboles  $ha^{-1}$  en un bosque tropical lluvioso de la vertiente Caribe, ambos sitios en Costa Rica.

La baja afinidad en la similitud de las especies entre tres sitios tan cercanos indican la alta diversidad florística de la zona; sin embargo, las especies compartidas, pero con diferente dominancia ecológica, demuestra distintos niveles de

alteración forestal. Según el administrador de la reserva de Cabo Blanco (Jiménez *com. pers.*), el interior de esta área silvestre protegida perteneció a fincas ganaderas hasta mediados del siglo XX; mientras que en las afueras de la reserva, la ganadería sigue siendo parte importante de la actividad económica, por lo que hasta la fecha los disturbios sobre la cobertura forestal han permanecido, debido al mantenimiento de pastizales y a la extracción selectiva de madera. Lo anterior explica porque tanto el borde de la reserva como los remanentes de bosque estén dominados por heliófitas durables (e. g. *E. cyclocarpum*, *S. saman*, y *B. quinata*), que aunque no son las especies más abundantes, por lo general son especies muy usadas por los finqueros de la región para ofrecer sombra al ganado, delimitar el perímetro de las fincas o como un recurso maderable (Harvey *et al.* 2003), por lo que podría tratarse de individuos que han quedado como remanentes de la actividad agrícola pasada, lo que se ve



reflejado en el leve incremento al final de la distribución de clases diamétricas. Por el contrario, la dominancia relativa en el interior de la reserva está distribuida entre especies heliófitas durables (e.g. *P. septenatum* y *A. excelsum*) y esciófitas parciales (*S. mombin*), lo que asemeja más al estado tardío de sucesión secundaria.

La mayor densidad de musoides en el borde de la reserva sugiere que este sitio inició la tercera fase de sucesión secundaria (Spittler 2000), por lo que las gramíneas, los bejucos y las heliófitas efímeras han sido reemplazadas por especies más tolerantes a la sombra. Por el contrario, la alta densidad de arbustos de *Acacia sp.*, las condiciones de mayor luminosidad y mayor obstrucción visual horizontal en los remanentes de bosque, indican que en este sitio la comunidad vegetal aún se encuentra en las primeras fases de sucesión, con abundantes especies pioneras y de rápido crecimiento compitiendo por luz en el sotobosque. Por otra parte, las características fisiológicas del interior de la reserva, tales como: mayor altura del mantillo y poca luminosidad del sotobosque, son indicadores de que la comunidad poco a poco se va estabilizando, como sucede en los bosques que superan los 20 años de sucesión.

En conclusión, la cobertura forestal en el suroeste de la Península de Nicoya corresponde a un mosaico de bosque muy húmedo premontano, en diferentes estadios de sucesión secundaria, cuya edad máxima se encuentra en el corazón de la Reserva Natural Absoluta de Cabo Blanco, ya que es ahí donde la dominancia relativa se va distribuyendo entre especies de heliófitas durables, que paulatinamente van siendo reemplazadas por esciófitas parciales.

## Agradecimientos

Al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) por permitir hacer uso de las instalaciones de la Reserva de Cabo Blanco, al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINAC) por brindar los permisos de investigación, a Andrés Jiménez por su asistencia en el campo.

## Referencias

- Boza, M. y R. Mendoza. 1980. Los parques nacionales de Costa Rica. INCAFO: Madrid, España.
- Cascante, M., M. Alfredo y A. Estrada. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 49(1):213-225.
- Clark, D. B., D. A. Clark, P. M. Rich, S. Weiss y S. F. Oberbauer. 1996. Landscape-scale evaluation of understory light and canopy structure: methods and application in a neotropical lowland rain forest. *Canadian Journal of Forest Research* 25(5):747-757.
- Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Guariguata-Urbano, M. R., R. L. Chazdon, J. S. Denslow, J. M. Dupuy y L. Anderson. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica.
- Gysel, L. y L. Lyon. 1980. Análisis y evaluación de hábitat. En: R. Rodríguez (ed) Manejo y gestión de la vida silvestre. WWF/Fish and Wildlife Service: EE. UU.
- Harvey, C. A., C. Villanueva, J. Villacis, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, (...) y F. L. Sinclair. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):30-39.
- Hernández, Z. T. 1999. Cronosecuencias del bosque seco tropical en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Costa Rica. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica.
- Lang, I., H. L. Gormley, C. A. Harvey y F. L. Sinclair. 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):86-92.
- Laurence, W. F. y R. O. Bierregaard. 1997. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press: Chicago, EE.UU.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas; posibilidades

- y métodos para un aprovechamiento sostenido. GTZ: Alemania.
- Lieberman, D. y M. Lieberman. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3(4): 347-358
- Morales, C. 2009. Caracterización florística y estructural de tres fragmentos boscosos secundarios en Cartago, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 57:(1):69-82.
- Oviedo, P., A. Alvarado y L. Fournier. 2009. Caracterización de la vegetación alrededor de los senderos del sector Quebrada González, Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica. *UNICIENCIA* 23: 41-49
- Sesnie, S. E., B. Finegan, P. E. Gessler y Z. S. Ramos-Bendaña. 2009. Landscape-scale environmental and floristic variation in Costa Rican old-growth rain forest remnants. *Biotropica* 41(1):16-26.
- Spittler, M. P. 2000. Dinámica de los bosques secundarios secos en la Región Chorotega, Costa Rica. Pp. 163-174. En: M. P. Spittler y R. F. Quesada (eds). *Seminario avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica*. INISEFOR/ITCR, Costa Rica.
- Vargas, D. 1992. Análisis estructural y florístico de las comunidades boscosas del Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica. Tesis Licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales, Heredia, Costa Rica.