

Composición florística y estructura de un bosque primario del piso premontano pluvial, en San Ramón, Costa Rica

José F. Di Stéfano¹ G., Liz Brenes y Víctor Mora²

¹ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

² Depto. de Biología, Sede Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

(Revisado 13-IX-1994, Aceptado 3-X-1994)

Abstract: A survey of trees (greater than 10 cm in diameter at breast height, DBH), was done in two one-hectare plots of a Tropical Premontane Rainforest in the M. Brenes Biological Preserve, Alajuela, Costa Rica. The two plots differed in dominance and number of species (67 and 42), average total density (764 and 486 ind/ha), percentage of trees within the 10 to 20 cm DBH class (48 and 57%), Holdridge Complexity Index (252 and 142) and Shannon-Weiner Diversity Index (5.45 and 4.18), even though they were less than 1.5 km apart at the same height above sea level (900 m). Only 22% of the species coincided giving a Jaccard Similarity Index of 0.1. Differences are tentatively attributed to a steeper topography in the less complex plot.

Key words: Alpha diversity, density, premontane tropical rain forest.

El entendimiento de cómo funcionan y se manejan los bosques tropicales ha mejorado en las últimas décadas. Una de las etapas iniciales para lograr este propósito, consiste en realizar inventarios que permitan determinar la complejidad florística y estructural de la masa vegetal, mediante la evaluación de las especies predominantes, densidad, frecuencia, patrones de distribución y volúmenes.

Sin embargo, en Costa Rica son escasos los inventarios forestales (Santander 1989) con el agravante que una elevada proporción de los bosques originales han desaparecido. Por ejemplo, una de las zonas de vida más destruidas ha sido el bosque húmedo premontano (*sensu* Holdridge 1978) lo que ha impedido hacer estudios sinecológicos detallados (Gutiérrez y Mize 1993).

Los bosques premontanos muy húmedo y pluvial se han visto menos afectados, constituyendo importantes reservas de madera y biodiversidad. Santander (1989) estimó volúmenes (medias ponderadas) entre 168 y 238 m³/ha, y Holdridge *et al.* (1971) calcularon riquezas de 80 especies de árboles/ha. Estos bosques poten-

cialmente cubren al menos el 23% del área del país (Ramírez y Maldonado 1988, Santander 1989).

El objetivo del presente estudio fue analizar la composición florística y la estructura de una porción de un bosque premontano pluvial primario en Costa Rica.

MATERIAL Y METODOS

Se analizó la vegetación arbórea mayor de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), en dos parcelas de aprox. una ha cada una, separadas alrededor de 1.5 km, en un bosque primario de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Alajuela, Costa Rica (altitud: 900 msnm). Ambas se ubican en los alrededores del albergue. Una de las parcelas tenía pendientes entre 25 y 30 grados (parcela A), mientras que la segunda (parcela B) entre 40 y 45 grados.

Datos de la Estación Meteorológica Buena Vista (10°18' Lat.N 84°29' Long. O, 1090 msnm), a unos 20 km NE de la reserva, revelan una precipitación y temperatura promedio

anual de 3067 mm y 19.6 C, respectivamente (Anónimo 1993b). En 1993, la precipitación registrada cerca de la estación dentro de la reserva fue de 3242 mm.

La región estudiada es parte de la formación geológica del Aguacate, presenta una cobertura boscosa mayor del 90% (Vargas 1991), y de acuerdo con la última edición de mapas de zonas de vida (Anónimo 1993a), corresponde a un bosque premontano pluvial. Según el mapa general de suelos de Costa Rica de Vásquez (1983), en dicha región pueden encontrarse dos grupos principales de suelos: aquéllos que se han desarrollado en fuertes pendientes a partir de cenizas volcánicas, oscuros, ricos en materia orgánica, de textura media y moderadamente fértiles, y suelos residuales, de drenaje externo excesivo, rojizos, de textura pesada y de baja fertilidad.

En cada una de las parcelas se estimaron los siguientes factores:

1. La densidad total de los árboles, por el método de T cuadrado, y el patrón de distribución de los individuos de todas las especies comparando las distancias al individuo y al vecino más cercano (T cuadrado) de acuerdo con la fórmula de Hines (Krebs 1989), en al menos 20 puntos seleccionados al azar.
2. El índice de complejidad de Holdridge (ICH, Holdridge 1978) y el índice de diversidad alfa de Shannon-Weiner (IDS-W), en una subparcela de 1/10 ha.
3. El valor de importancia de las especies (IVI=frecuencia + dominancia [en términos de área basal] relativas).

Además se utilizó el índice de Jaccard (ISJ) para determinar la similitud de especies entre ambas parcelas.

RESULTADOS

Para el caso de la Parcela A, se estimó una densidad promedio de 764 árboles/ha mayores de 10 cm DAP (límites de confianza [LC]=519-1449, $p=10\%$), distribuidos en forma agregada ($p<0.01$). La distancia T promedio al vecino más cercano fue de 2.4 m (desv. estándar [DE]=1.9).

En total se localizaron 67 especies en 34 familias (Cuadro 1). Las cinco especies con mayor IVI fueron *Pachira acuatica*, *Pouteria* sp., *Maquira costaricana*, *Pterocarpus hayesii*, una especie de Myrtácea y *Chione sylvicola*, basado principalmente en diferencias en su dominancia relativa (área basal).

Las familias con más especies fueron Moraceae con 7, Lauraceae y Sapotaceae con 6, y Fabaceae y Rubiaceae con 5.

Elaeagia uxpanamensis y *Dichapetalum donnell-smithii* se encontraron por primera vez en esta área, la última habiéndose informado para la Reserva Biológica de Monteverde (J.Gómez-Laurito, com. pers. 1993, ver lista preliminar de especies en Ortiz 1991).

Predominaron individuos con DAP pequeños, obteniéndose una "J" invertida (Fig. 1). Al 48.5% de los individuos se les midió diámetros entre 10 y 20 cm. El DAP máximo fue de 63 cm (en *Coccoloba tuerckheimii*), y el promedio para todas las especies, de 25 cm (DE=13.9). El área basal promedio fue de 0.068 m²/arb (n=92) para una estimación de 52 m²/ha. Se determinó un ICH de 252 y un IDS-W de 5.45 (Cuadro 3).

Para el caso de la Parcela B, se estimó una densidad promedio de 486 árboles/ha mayores de 10 cm DAP (LC [$p=10\%$]= 388-650), un 36% menos que en la parcela A, distribuidos en forma aleatoria ($p<0.01$). La distancia T promedio al vecino más cercano fue de 3.8 m (DE=1.6).

Se localizaron un total de 42 especies (25 menos que la parcela A) en 27 familias (Cuadro 2). Las cinco especies con mayor IVI fueron *Licania hipoglauca*, *Pithecelobium costaricense*, *Posoqueria latifolia*, *Sloanea* sp. y *Sapium oligoneurum*. En este caso, para varias de estas especies se encontraron hasta 18 individuos.

Las familias con más especies fueron Fabaceae (4), Rubiaceae (4), Moraceae (3), y Sapotaceae (3), las cuales coinciden con las mejor representadas en la Parcela A, excepto Lauraceae.

De los árboles identificados, solo 11 especies (22%) coincidieron con la parcela A (Cuadro 1), varias dentro de la familia Moraceae, 13 a nivel de género (25.5%), y 17 a nivel de familia (44%). El ISJ fue de sólo 0.1.

Al igual que en la Parcela A, predominaron DAP pequeños, formando una "J" invertida

CUADRO 1

Índice de valor de importancia (IVI=Frec.relativa+Dominancia relativa) de las especies arbóreas (DAP>10cm) localizadas en la Parcela A en la Reserva Biológica Alberto Ml. Brenes, San Ramón

Familia	Especie	IVI %
Asteraceae	<i>Koanophyllon pittieri</i> (Klatt) King & Robinson	2.7
Bignoniaceae	<i>Amphitecna sessilifolia</i> (Donnell-Smith)L.Wms	1.2
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aublet *	10.8
Burseraceae	<i>Protium costaricense</i> (Rose)Engler	2.0
Cecropiaceae	<i>Cecropia polyphlebia</i> Donnell Smith	1.4
	<i>Cecropia sp1</i>	1.3
	<i>Cecropia sp2</i>	1.4
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> A.DC.	5.0
Desconocida 1		2.7
Desconocida 2		3.5
Desconocida 3		2.5
Desconocida 4		2.7
Desconocida 5		1.4
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum donnell-smithii</i> Engler	1.8
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea medusula</i> Schumann & Pittier	4.2
Euphorbiaceae	<i>Sapium jamaicense</i> Vahl	2.2
	<i>Sapium oligoneurum</i> Schumann & Pittier *	1.9
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2.7
	<i>Inga sp1</i>	3.3
	<i>Inga sp2</i>	1.4
	<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> Bentham	2.9
	<i>Pterocarpus hayesii</i> Hemsley	5.7
Hippocastanaceae	<i>Billia colombiana</i> Planchon & Lindley	4.8
Lacistemataceae	<i>Lozania sp.</i>	5.9
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	1.6
	Sp1	3.3
	Sp2	3.0
	Sp3	3.3
	Sp4	4.9
	Sp5	4.3
Melastomataceae	Sp1	1.2
	Sp2	1.3
Meliaceae	<i>Guarea rhopalocarpa</i> Radlkofer *	4.6
	<i>Guarea sp.</i>	3.1
	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	2.6
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	3.5
	<i>Helicostylis towarensis</i> (Kl.& Kar)C.C.Berg *	2.6
	<i>Maquira costaricana</i> (Standley)C.Berg *	7.8
	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donnell Smith *	2.6
	<i>Sorocea sp.</i>	1.2
	<i>Sorocea pubivena</i> Hemsley	1.6
	Sp1	1.4
Myrsinaceae	<i>Ardisia sp.</i>	1.3
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Rolander)Warburgh *	4.8
Myrtaceae	<i>Eugenia austin-smithii</i> Standley	1.4
	Sp1	7.1
Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	1.4
Polygonaceae	<i>Coccoloba tuerckheimii</i> Donnell Smith	6.1
Rubiaceae	<i>Chione sylvicola</i> (Standley) W.Burger *	6.1
	<i>Elaeagia auriculata</i> Hemsley	1.3
	<i>Elaeagia uxpanamensis</i> D.Laurence	1.5
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roemon & Schultes *	1.4
	Sp1	3.2
Sabiaceae	<i>Meliosma subcordata</i> Standley	3.1
	<i>Meliosma vernicosa</i> (Liebmann)Grisebach	1.3
	Sp1	2.2
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum hirsutum</i> Cronquist	1.6
	<i>Chrysophyllum sp.</i>	1.6

	<i>Pouteria</i> sp.	8.2
	<i>Pouteria</i> sp1	2.4
	<i>Pouteria</i> sp2	1.3
	<i>Pouteria</i> sp3	4.1
<i>Solanaceae</i>	<i>Cestrum</i> sp.	1.3
<i>Staphyllaceae</i>	<i>Turpinia occidentalis</i> (Swartz)G.Don	1.3
<i>Ticodendraceae</i>	<i>Ticodendron incognitum</i> Gómez-Laurito & Gómez P. *	1.7
<i>Tiliaceae</i>	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turzaninow *	4.2
<i>Verbenaceae</i>	<i>Aegiphila odontophylla</i> Donnell Smith	1.3

* Especies que también estaban en la Parcela B (Cuadro 2).

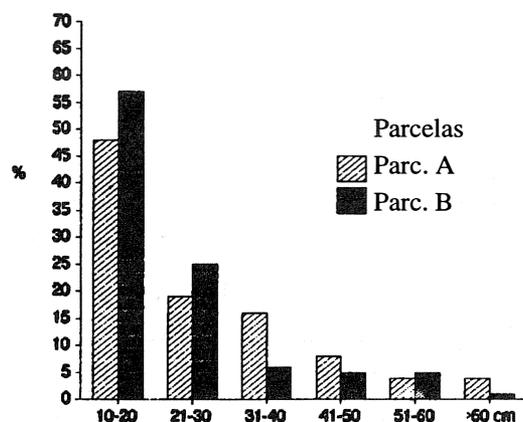


Fig. 1. Distribución de diámetros a la altura del pecho (DAP) de dos parcelas de bosque en la Reserva Biológica Alberto Ml. Brenes, San Ramón.

(Fig.1). Al 57% de los individuos se les midió DAP entre 10 y 20 cm, aprox. un 10% más que la anterior parcela. El DAP máximo fue de 87 cm en *Pithecelobium costaricense*, y un promedio de 23.3 cm (DE=14.5) para todas las especies. El área basal promedio fue de 0.059 m²/arb (n=103) para una estimación de 29 m²/ha. Se determinó un ICH de 142 (un 44% menos complejo que la parcela A) y un IDS-W de 4.18 (Cuadro 3).

DISCUSION

La elevada diversidad biológica de los bosques tropicales es conocida (Whitmore 1990). Por ejemplo, se ha encontrado cerca de 300 especies de árboles mayores de 10 cm DAP por hectárea, en bosques húmedos de bajura de Yanamomo, Perú. Para Costa Rica se ha estimado valores que oscilan entre 20-100 especies arbóreas/ha, siendo las zonas de vida

CUADRO 2

Indice de valor de importancia (IVI=Frec. relativa + dominancia relativa) de las especies arbóreas (DAP>10cm) localizadas en la parcela B dentro de la Reserva Biológica Alberto Ml. Brenes, San Ramón

Familia	Especie	IVI %
<i>Araliaceae</i>		2.3
<i>Bombacaceae</i>	<i>Pachira aquatica</i> Aublet *	4.9
<i>Burseraceae</i>	<i>Protium</i> sp.	7.0
<i>Cecropiaceae</i>	<i>Cecropia</i> sp.	3.8
<i>Celastraceae</i>	<i>Perrottetia longistylis</i> Rose	1.7
<i>Clethraceae</i>	<i>Clethra</i> sp.	1.5
<i>Clusiaceae</i>	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	1.2
<i>Elaeocarpaceae</i>	<i>Sloanea faginea</i> Standley	1.7
	<i>Sloanea</i> sp.	10.7
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sapium oligoneurum</i> Schumann & Pittier *	10.3
	<i>Sapium</i> sp.	1.6
<i>Fabaceae</i>	<i>Inga</i> sp.	7.6
	<i>Pithecelobium costaricense</i> (Britton & Rose)Standley	13.3
	<i>Pithecelobium</i> sp.	1.8
	<i>Swartzia simplex</i> (Swartz)	
	Sprengel	2.6
<i>Flacourteaceae</i>	<i>Xylosma</i> sp.	2.4
	Sp1	3.7
<i>Icacinaceae</i>	<i>Calatola costaricensis</i> Standley	1.6
<i>Lauraceae</i>		6.6
<i>Lechthyidaceae</i>	<i>Schweilera neei</i> Mori	5.4
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia</i> sp.	1.1
	Sp1	1.3
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea rhopalocarpa</i> Radlkofer*	7.6
<i>Moraceae</i>	<i>Helicostylis tovarensis</i> (Kl.& Kar)C.C.Berg *	1.3
	<i>Maquira costaricana</i> (Standley)C.C.Berg *	3.6
	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i> Donnell Smith *	3.0
<i>Myristicaceae</i>	<i>Virola surinamensis</i> (Rolander) Warburg *	2.6
<i>Myrtaceae</i>		1.5
<i>Ochnaceae</i>		4.2
<i>Proteaceae</i>	<i>Roupala lucens</i> Meissner	8.9
<i>Rosaceae</i>	<i>Licania hipoglauca</i> Benth.	19.2
	<i>Prunus</i> sp.	1.7

continúa...

continuación cuadro 2

Familia	Especie	IVI %
Rubiaceae	<i>Chimarrhis parviflora</i> Stonel	2.7
	<i>Chione sylvicola</i> (Standley)	
	W. Burger *	1.4
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge)	
Sapotaceae	Roemer & Schultes *	12.8
	<i>Rondeletia</i> sp.	3.5
	Sp.1	4.6
	<i>Pouteria congestifolia</i> Pilz	1.5
Styracaceae	<i>Pouteria</i> sp.	2.2
	<i>Styrax glabrescens</i> Bentham	1.1
Ticodendraceae	<i>Ticodendron incognitum</i> & Gómez-Laurito Gómez P. *	2.5
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turzanin. *	2.3

* Especies que también estaban en la Parcela A (Cuadro 1)

CUADRO 3

Resumen de los valores hallados en varios parámetros ecológicos dentro de dos subparcelas de 1/10 ha en un bosque premontano pluvial en la Reserva Biológica Alberto Ml. Brenes, San Ramón

Factor	Parc. A.	Parc. B.	Promedio
No. especies	46	25	36
Densidad indiv.	58	68	63
Area basal (m ²)	3.14	3.35	3.25
Altura prom. (m) dosel sup.	30	25	27.5
ICCH*	252	142	197
IDS-W**	5.45	4.18	5.10
Div. max.	5.52	4.60	5.06

* Indice de complejidad de Holdridge

** Indice de diversidad alfa de Shannon-Weiner.

muy húmedas basales y premontanas tales como las ubicadas en la Península de Osa o el Valle Escondido, las más diversas (Ramírez y Maldonado 1988).

El bosque analizado también presentó una alta heterogeneidad arbórea (DAP >10 cm): entre 42 y 67 especies para un total de 98 en las dos hectáreas muestreadas. Holdridge *et al.* (1971) estimaron riquezas máximas entre 71 y

82 spp/ha en otras regiones de Costa Rica dentro de la misma zona de vida.

Se calculó una densidad total promedio (DAP >10 cm) entre 486 y 764 ind/ha. Vargas (1991) estimó una densidad de 609 ind/ha para la misma región. Holdridge *et al.* (1971) encontraron densidades entre 540 y 700 ind/ha en otras áreas del país con bosque premontano pluvial.

Para el caso de la parcela A, se determinó que los individuos de todas las especies presentaban un patrón de distribución agregado en la categoría de los DAP mayores de 10 cm, mientras que para la otra parcela fue al azar. Esta última situación es la esperada dado que los requerimientos de las diferentes especies son disímiles. Sin embargo, es posible que dentro del bosque ocurran condiciones especiales que tiendan a favorecer la concentración de especies con requerimientos similares de luz, fertilidad o humedad. Hubble y Foster (1983) determinaron que la mayoría de las especies de árboles mayores de 20 cm DAP, para una parcela de 50 ha en Barro Colorado, Panamá, presentaban una distribución agregada siguiendo características topográficas del sitio. Un resultado semejante observaron Thorington *et al.* (1990) para la misma región.

De acuerdo con la distancia T cuadrado al vecino más cercano, se calculó un área de ocupación promedio de 5.8 m²/ind. para el caso de la parcela A. Por el contrario, para la parcela B se estimó una ocupación aprox de 14.4 m²/ind. (2.5 veces mayor). En este último caso se presentaron pendientes más fuertes y se observaron mayor cantidad de claros. Estas condiciones podrían también explicar la diferencia en el número de especies encontradas en ambos sitios. Dicha variabilidad es frecuente en zonas montañosas (Whitmore 1990) aun en relativamente cortas distancias.

Se estimó un área basal total entre 29 y 52 m²/ha, la cual fue menor en la parcela B, posiblemente debido al factor pendiente en este último sitio (mayor susceptibilidad a que árboles grandes se desplomen). Además hubo una mayor tendencia a encontrar árboles más delgados. En otras parcelas analizados por Holdridge *et al.* (1971) para la misma zona de vida, se obtuvieron valores entre 31 y 48 m²/ha. Como tendencia general, Lamprecht (1972) señala que para bosques ombrófilos montanos tropicales se pueden encontrar áreas basales totales que oscilan entre 40 y 60 m²/ha,

mientras que los bosques de tierras bajas tienden a oscilar entre 30 y 40 m²/ha.

Al igual que en otros estudios (Santander 1980, Alpízar *et al.* 1981, Brenes 1986, Ortiz 1985) la mayor concentración de las áreas basales ocurrió en las clases diamétricas menores de 30 cm DAP, lo cual demuestra la alta dinámica de estos bosques y la gran competencia entre individuos por alcanzar el dosel superior.

Ortiz (1985) en otra parcela cercana dentro de la misma reserva, encontró que las especies con mayor importancia ecológica eran *Calatola costaricensis*, *Elaeagia auriculata* y *Cecropia polyphlebia*, diferentes a las halladas en este estudio. Por otro lado, las dos parcelas analizadas alcanzaron un índice de similitud de sólo 0.1. Esto demuestra la necesidad de muestrear un mayor número de parcelas para lograr una efectiva caracterización de los ecosistemas de la reserva debido a la alta variabilidad en composición florística y estructura, aún en cortas distancias. Vargas (1991) señala que existen al menos tres formaciones vegetales distintas en esta área protegida.

Se obtuvo un ICH entre 142 y 252, valores intermedios en la escala entre 0 y 400, y menores al estimado por Holdridge (1978) para los bosques premontanos pluviales (270). En varias parcelas analizadas por Holdridge *et al.* (1971), dicho índice osciló entre 250 y 346. El índice de Shannon-Weiner arrojó diversidades alfa altos, entre 4.5 y 5.5.

AGRADECIMIENTOS

A Rodolfo Ortiz por su ayuda en la identificación de las especies arbóreas, y sus atenciones dentro de la reserva. A un revisor anónimo por sus valiosas sugerencias.

RESUMEN

Se realizó un muestreo de los árboles mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DBH) en dos parcelas de una hectárea, en bosque primario Premontano Pluvial de la Reserva Biológica Alberto Ml. Brenes, San Ramón. Las dos parcelas mostraron ser diferentes en cuanto a dominancia y número de especies (67 y 42), densidad total promedio (764 y 486 ind./ha), porcentaje de árboles den-

tro de categoría de DBH entre 10 y 20 cm (48 y 57%), en el índice de complejidad de Holdridge (252 y 142), y en el índice de diversidad alfa de Shannon-Weiner (5.45 y 4.18) a pesar de estar separados solo 1.5 km, pero a la misma altitud (900 msnm). Solo el 22% de las especies coincidieron (Índice de Similitud de Jaccard = 0.1). Preliminarmente se atribuyen las diferencias a una mayor pendiente en la parcela menos compleja.

REFERENCIAS

- Alpízar, W. 1981. Análisis preliminar, con énfasis en el recurso forestal de la zona de Murciélago, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 56p.
- Anónimo. 1993a. Mapas de Zonas de Vida de Costa Rica. Escala 1:200.000. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.
- Anónimo 1993b. Boletín informativo. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica. 15 p.
- Brenes, L. 1986. Estudio del bosque aledaño a Mina Moncada (San Ramón, Costa Rica), para establecer un refugio de vida silvestre. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 97 p.
- Gutiérrez, E. & C.W. Mize. 1993. A quantitative model for relating species and tropical forest sites: A synecological study. *Rev. Biol. Trop.* 41:7-21.
- Holdridge, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano. Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 216 p.
- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, R. Liang & J.A. Tosi. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones. A Pilot Study. Pergamon, Oxford. 541 p.
- Hubble, S.P. & R.B. Foster. 1983. Diversity of canopy trees in neotropical forest and implications for conservation. p.25-41. *In* S.L. Sutton, T.C. Whitmore, & A.C. Chadwick (eds.). Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell, Londres.
- Lamprecht, H. 1972. Einnige strukturmerkmale natürlicher tropenwaldtypen un ihre waldbaulich bedeutung. *Forstwissenschaftliches Zentralblatt* 91 (4):270-277. Citado en: Ecosistemas de los bosques tropicales. 1980. UNESCO/CIFCA, Madrid.
- Ortiz, R. 1985. Análisis ecológico de un bosque premontano muy húmedo en la Reserva Forestal de San Ramón, Alajuela, Costa Rica. *Cienc. Tec.* 9:59-71.
- Ortiz, R.(ed.). 1991. Memoria de investigación Reserva Forestal de San Ramón. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 110 p.

- Ramírez, A. & T. Maldonado. 1988. Desarrollo socioeconómico y el ambiente natural de Costa Rica. Situación actual y perspectivas. Fundación Neotrópica, San José, Costa Rica. 159 p.
- Santander, C. 1980. Inventario detallado de la Finca Las Cruces, Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 136 p.
- Santander, C. 1989. Evaluación preliminar de los recursos forestales de Costa Rica. Consultoría y Asesoría Agroforestal CASAF, San José, Costa Rica. 54 p.
- Thorington, Jr., R.W., B. Tannenbaum, A. Tarak & R. Rudran. 1990. Distribución de los árboles en la isla de Barro Colorado: Una muestra de cinco hectáreas. p.129-140. *In* E.G. Leigh, Jr., A.S. Rand & D.M. Windsor (eds.). Ecología de un bosque tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Smithsonian Tropical Research Inst., Balboa, Panamá.
- Vargas, G. 1991. Algunas consideraciones geográficas, geológicas y ecológicas de la cuenca del río San Lorenzo, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. p.17-22. *In* R. Ortiz (ed.). Memoria de investigación Reserva Forestal de San Ramón. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Vásquez, A. 1983. Soils, p.63-65. *In* D.H. Janzen (ed.). Costa Rican Natural History. University of Chicago, Chicago.
- Whitmore, T.C. 1990. An Introduction to Tropical Rain Forests. Clarendon, Oxford. 225 p.