

Regeneración de la vegetación arbórea en una pequeña reserva forestal urbana del nivel premontano húmedo, Costa Rica

José Fco. Di Stéfano, Vanessa Nielsen, Judy Hoomans y Luis A. Fournier
Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

(Rec. 18-XI-1994. Rev. 30-III-1995. Acep. 2-V-1995)

Abstract: The tropical premontane moist forest is one of the most destructed life zones in Costa Rica. For such regions, a small natural preserve system has been proposed. An inventory of trees greater than 3.5 cm in diameter at breast height was done in one hectare urban forest patch that was left under natural regeneration for 30 years. The inventory included 940 individuals of at least 55 species and 32 families. A Holdridge Complexity Index of 58 was obtained. There was a strong dominance by small-diameter trees of successional and exotic species.

Key words: Small urban reserves, biodiversity, tropical premontane moist forest, succession, regeneration.

En los últimos años, el mantenimiento de la diversidad biológica tropical se ha fomentado a través de la creación de grandes áreas silvestres. Sin embargo, una alternativa muy promisoriosa para regiones deforestadas o de amortiguamiento, consiste en establecer sistemas de pequeñas reservas forestales (Fournier y Herrera 1979, Chaverri 1982), interconectadas por corredores biológicos.

A pesar de su pequeño tamaño, dichos bosques presentan varias ventajas ecológicas:

1. Son refugios de la diversidad genética y el microambiente tropical. Por ejemplo, en parcelas con más de 30 años de regeneración natural en Mora, Costa Rica, Fournier (1992) observó un mayor número de grupos o abundancia de ácaros, colémbolos, hormigas, coleópteros, bacterias y micorrizas, un mejoramiento del microclima y el suelo, y la presencia de hasta 84 especies de árboles cuando se comparó con pastizales.

2. Pueden servir como núcleos de dispersión natural o artificial de propágulos. Por ejemplo,

en un proyecto de arborización educativo en 0.75 ha, un 40% de las plántulas y estacas plantadas provinieron de remanentes boscosos (Di Stéfano y Fournier 1988, mimeografiado).

3. Son ecosistemas apropiados para realizar estudios comparativos y medir el impacto ecológico de áreas intensamente manejadas por el hombre (Fournier y Herrera 1979, McDonnell y Pickett 1990).

A pesar de su importancia, muchos de los bosques continúan desapareciendo o se están alejando de su condición natural, sin que se cuente con suficiente información para proponer estrategias de conservación y manejo. Respecto al último aspecto, se recomienda realizar inventarios periódicos de la vegetación (Ferris y Patterson 1992) y de las condiciones microclimáticas y edáficas.

La "Ciudad Universitaria Rodrigo Facio" de la Universidad de Costa Rica es uno de los pocos sitios donde todavía se conservan pequeños parches de bosque de la zona de vida del Premontano Húmedo (una de las más destruidas y

escasas del país, Fournier 1976, Hartshorn *et al.* 1982, Gutiérrez y Mize 1993). En ellos se han registrado más de 45 especies de árboles nativos (Flores y Fournier 1983), unas 20 especies de aves residentes (varias de ellas propias del folclor nacional, Stiles 1990), hasta 22 mariposas/m²/día (durante febrero, Nielsen y Monge-Nájera 1991), y semillas viables almacenadas en el suelo, de unas 50 especies de hierbas y arbustos (Di Stéfano y Chaverri 1992).

Los objetivos fueron determinar en uno de los anteriores bosques, la riqueza, distribución diametral, abundancia y dominancia de las especies arbóreas, analizar las variaciones sucesionales, y dar algunas recomendaciones para su manejo.

MATERIAL Y METODOS

Se realizó un censo de la vegetación leñosa mayor de 3.5 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) en aprox. 1 ha dentro del Bosque Leonelo Oviedo (BLO), San Pedro de Montes de Oca. Éste se localiza a una altitud de 1200 msnm, sobre Andosoles. Los promedios de precipitación total y temperatura anual son de 1600 mm, y 20.5 C (Flores y Fournier 1983, Fournier 1976).

Fue un cafetal con sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Inga paterno* Harms, *Ficus costaricana* y varias musáceas. Además, presentaba una franja de bosque de galería con *Turpinia paniculata* Vent., *Margaritaria nobilis* L.f., *Ficus jimenezii* Standl., *F. pertusa* L., *I. vera* subsp. *spuria* (Willd.)L.J.León, *I. mortoniana* L.J.León, y *Cestrum lanatus* Mart. & Gal., entre otros (ver Cuadro 1). Se cortó el café y se abandonó a la regeneración natural en 1965.

El área se subdividió en tres secciones. En una de ellas (aprox. un tercio del lote) predominaba la enredadera *Ipomoea* sp. con árboles dispersos de *E. poeppigiana*, *Cecropia obtusifolia* y *Montanoa hibiscifolia*, y ausencia casi total de plántulas. En las otras la sucesión se encontraba más avanzada.

Las plantas inventariadas se marcaron con una cinta, se les midió el DAP e identificó en el campo o con muestras que se compararon con las del herbario de la Universidad de Costa Rica. Se calculó el índice de complejidad de Holdridge (ICH, Holdridge 1978) y el índice de diversidad de Shannon-Weiner (IS-W).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron 940 individuos distribuidos en al menos 55 especies y 32 familias. Más del 50% de las plantas poseían un DAP menor de 10 cm y la mayoría de las familias tenían una sola especie (Cuadro 1).

En la categoría diamétrica menor de 10 cm, se identificaron 42 especies, con un 30% de los individuos entre 3.5 y 4.5 cm de DAP (Fig. 1). Algunas de éstas, como *Justicia* sp., presentaron una elevada agregación. Se obtuvo un IDS-W de 4.44 y una área basal total (ABT) de 1.6 m². Las familias con más especies fueron Fabaceae (4), Solanaceae (4) y Rubiaceae (3).

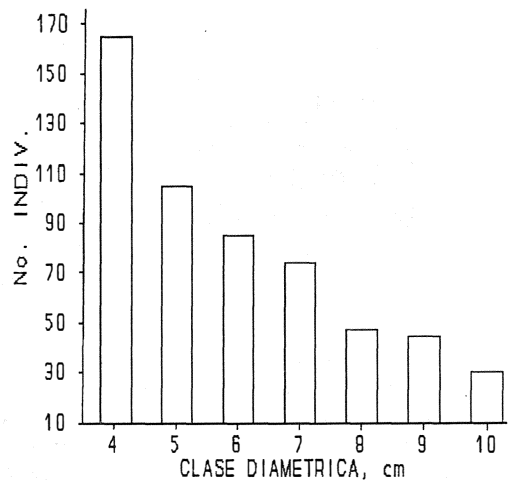


Fig. 1. Distribución de diámetros a la altura del pecho (DAP) en individuos cuyos DAP fueron menores de 11 cm, Bosque Leonelo Oviedo, Costa Rica.

Las plantas con un mayor índice de valor de importancia (IVI=abundancia y dominancia relativas) fueron *Justicia* sp., *Cinnamomum cinnamomifolia* y *Cupania glabra*. La presencia de estas últimas así como de *Licaria triandra*, *Cordia collococa*, *Trichilia havanensis* y *Sapium jamaicense* (Cuadro 1) hace suponer que el bosque podría evolucionar hacia etapas sucesionales más avanzadas pero con una fuerte dominancia de algunas de ellas.

El 60% de los individuos con DAP mayores de 10 cm se ubicaron en la primera clase diamétrica (Fig. 2). Si bien es frecuente encontrar distribuciones tipo J invertida, se percibe un fuerte desequilibrio estructural. Dicha tendencia

CUADRO I

Especies arbóreas mayores de 3.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) localizadas en aprox. una hectárea dentro del Bosque Leonelo Oviedo, Costa Rica

Familia	Especie	DAP<10 cm		DAP>10 cm	
		A,B (m ²)	No. ind.	A,B (m ²)	No. ind.
Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp.	0.181	74	0.020	2
Agavaceae	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker			0.218	1
Annonaceae	<i>Annona cherimolia</i> * Mill.	0.009	4	0.156	2
Apocynaceae	<i>Stemmadenia glabra</i> * Benth.	0.050	11	0.311	7
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> * (Kunth) Decne.& Planch.	0.019	6	0.194	5
Araucariaceae	<i>Araucaria cunninghamii</i> D.Don.			0.449	8
Asteraceae	<i>Critonia morifolium</i> (Miller)K. & R.			0.057	1
	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.Bencher	0.002	1		
	<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth.	0.026	17	0.010	1
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	0.017	5	0.093	1
Bignoniaceae	<i>Parmentiera cerifera</i> Seem.			0.009	1
	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	0.014	3	1.198	18
	<i>Tecomaria</i> sp.	0.004	1		
Boraginaceae	<i>Cordia collococa</i> * L.	0.061	16	2.799	40
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> * Bertol.	0.068	16	7.433	98
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	0.002	1		
Desconocidas		0.076	29	0.743	14
Euphorbiaceae	<i>Croton gossypifolius</i> * Vahal.	0.095	24	2.235	41
	<i>Sapium jamaicense</i> Sw.	0.099	27	0.136	4
Fabaceae	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.)Britton & Rose			0.011	1
	<i>Calliandra calothyrsus</i> Meisn.	0.018	6	0.132	2
	<i>Cassia fruticosa</i> * Mill.	0.114	31	0.579	32
	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp) Cook	0.034	14	8.882	22
	<i>Inga ruiziana</i> G. Don.			0.547	3
	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) Urb.	0.008	2	0.037	2
Juglandaceae	<i>Juglans olanchanum</i> Stand. & Wms.			0.008	1
Lauraceae	<i>Cinnamomum cinnamomifolium</i> * (Kunth)Kosterm.	0.145	48	0.229	12
	<i>Licaria triandra</i> * (Sw.) Kosterm.	0.096	37	0.0825	
	<i>Tapiriria</i> sp.	0.06343			
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i> * (Bonpl.)Donn. Sm	0.008	2		
	<i>Miconia aeruginosa</i> * Naud.	0.008	2		
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	0.313	4		
	<i>Cedrela tonduzii</i> C.Dc.	0.014	3	0.046	3
	<i>Melia azederach</i> L.	0.041	1		
	<i>Trichilia havanensis</i> * Jacq.	0.061	20	0.290	13
Moraceae	<i>Ficus costaricana</i> * (Liebm.) Miq.	0.004	1	2.195	1
Myrsinaceae	<i>Ardisia revoluta</i> H.B.L.	0.001	1	0.010	1
	<i>Myrsianthes fragans</i> Sw. D.C.	0.006	2		
Myrtaceae	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (Berg)Niedensu	0.002	1		
	<i>Syzygium jambos</i> * (L.) Alston	0.005	3	0.017	1
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea</i> sp.	0.021	1		
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	0.005	1		
Rosaceae	<i>Prunus annularis</i> Koehne	0.006	1	0.014	1
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	0.008	5		
	<i>Hamelia patens</i> * Jacq.	0.006	3	0.071	3
	<i>Psychotria carthagenensis</i> * Jacq.	0.035	13	0.072	5
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> * Sw.	0.110	46	0.413	11
Simaroubaceae	<i>Picramnia antidesma</i> * Sw.	0.003	1	0.009	1
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> * (L.) Schltal	0.103	29	1.212	22
	<i>Brugmansia</i> sp.	0.017	5	0.049	3
	<i>Cestrum</i> sp.	0.020	6	0.045	3
	<i>Solanum umbellatum</i> Mill.	0.019	9	0.013	1
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.)Karst.	0.003	1		
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.			0.053	4
Verbenaceae	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> * Greenm.	0.017	5	0.317	1

* Presente en el bosque de galería antes del establecimiento del Bosque Leonelo Oviedo.

es característica de etapas sucesionales tempranas: abundante presencia juveniles delgados, algunas recientemente colonizando el sitio. Debido a los árboles viejos del antiguo cafetal, se observa un ligero incremento en las categorías superiores.

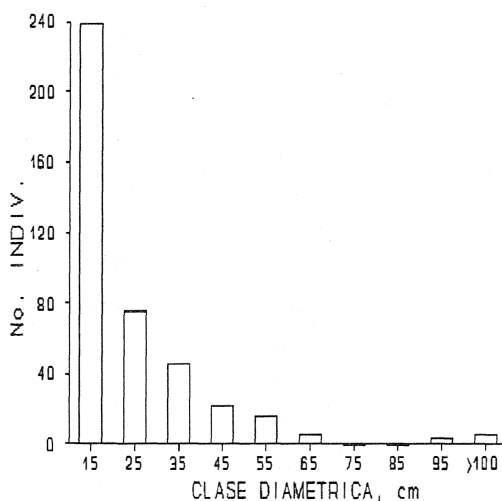


Fig. 2. Distribución de diámetros a la altura del pecho (DAP) en individuos cuyos DAP fueron mayores de 10 cm, Bosque Leonelo Oviedo, Costa Rica.

Se identificaron 44 especies (Cuadro 1), de las cuales un 60% coincidieron con las del primer grupo. Esto es indicativo de una aceptable regeneración por parte de un grupo de árboles del dosel superior. Las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae (6), Meliaceae (4), Solanaceae (4) y Lauraceae (3).

En cuanto al IVI, los mayores valores correspondieron a especies sucesionales tempranas o fóreanas como *Cecropia obtusifolia*, *E. poeppigiana*, *C. collococa*, *Croton gossipifolius*, *Spathodea campanulata* y *Acnistus arborecens*. Sin embargo, dentro de los primeros diez lugares también aparecen *Cinnamomum*, *Trichilia*, y *Cupania*.

Otras especies no propias de esta zona de vida son *Cupressus lusitanica*, *Araucaria cunninghamii*, *Alnus acuminata*, *Melia azederach*, las cuales se utilizan como ornamentales en los jardines de la Universidad y han invadido naturalmente el bosque, o fueron plantadas deliberadamente.

Se obtuvo un IDS-W de 4.24, similar a la categoría diamétrica anterior, un ABT de 31.8

m² y una densidad de 407 ind./ha. El ICH fue de 58 considerando una altura promedio del dosel de 15 m (no tomando en cuenta los árboles de poró). Para esta zona de vida, Holdridge (1978) calculó un ICH promedio de 90.

Algunas especies presentes no incluidas en el actual inventario, son *Lippia torresii* Stand. (un ejemplar de 20 años), *Inga mortoniana*, *I. vera*, *Bunchosia pilosa* Kunth. y *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urban.

El análisis de las especies inventariadas muestra que el bosque de galería y los árboles distribuidos en los predios universitarios jugaron un papel importante como fuentes de propágulos para la regeneración del BLO. Con base en las adaptaciones de sus frutos, se estima que un 55% de los árboles fueron dispersados por pájaros y murciélagos, mientras que el viento y el hombre fueron responsables, cada uno de ellos, del 20%. A los pequeños mamíferos como ardillas y zorros pelones se les atribuye no menos del 5% de las especies. Estos datos coinciden con los de Howe y Smallwood (1982) quienes señalan que en los bosques tropicales, entre el 50 y el 75% de las especies arbóreas producen frutos carnosos adaptados para ser dispersados por pájaros y mamíferos.

Luego de un análisis de estudios realizados en bosques cercanos en la misma o similar zona de vida (Holdridge *et al.* 1971, Fournier 1976, Fournier, Flores y Rivera 1985, Fournier 1988 mimeografiado, Gutiérrez y Mize 1993, Di Stéfano y Morales 1993), se determinó que entre el 50 y 90% de las especies del BLO están presentes en esos bosques. Las árboles coincidentes fueron en su mayoría, de amplia distribución natural o de uso frecuente por el hombre, entre ellas, géneros pioneros como *Ochroma*, *Cecropia*, *Piper*, *Hamelia*, *Heliocarpus*, *Cestrum*, y *Psychotria*; introducidas como *Spathodea*, *Cupressus*, *Coffea*, *Erythrina* y *Syzigium*; y algunas especies de etapas sucesionales tardías como *Cedrela*, *Cupania*, *Trichilia*, *Inga*, *Cinnamomum* y *Licaria*.

En general, la recuperación de la diversidad arbórea del BLO fue rápida. Durante los primeros años dominó *Acnistus arborecens*, pero para 1975 se lograron establecer entre 40 y 45 especies de árboles en 41 familias (Fournier 1976, Flores y Fournier 1983).

Similar situación ocurrió en otras parcelas de 11 años de regeneración natural en la misma zona de vida, en las cuales se lograron establecer

50 especies (26 familias) de árboles (Fournier y Herrera 1985). Es importante mencionar que en los casos anteriores, las condiciones edáficas no fueron limitantes, como si sucede en muchos otros sitios del trópico degradados por un mal uso de la tierra.

Sin embargo, y a pesar que la riqueza de especies se ha mantenido, en los últimos años se ha observado una tendencia hacia un posible estancamiento (y retroceso en una parte del bosque) del proceso sucesional, una menor complejidad y una alta dominancia de especies sucesionales o exóticas en el dosel superior. Por ejemplo, si se compara con lote en la misma zona de vida con una extensión y tiempo de regeneración similar, en ese se localizaron aprox. dos veces más especies de árboles (Fournier y Herrera 1985). Por otra parte, Holdridge *et al.* (1971) calcularon un ICH de 66.6 para un bosque premontano húmedo en Alajuela creciendo en un sitio un poco más seco, sobre andosoles y a una altitud de 800 msnm. En la parcela de 5.000 m² encontraron 44 especies de árboles mayores de 10 cm DAP, una altura dominante entre 20 y 25 m, una densidad de 49 indiv/0.1 ha y un ABT de 3.36 m²/0.1 ha.

Las posibles explicaciones se resumen a continuación:

1. La diversidad y velocidad de regeneración natural varían entre otros, de acuerdo a la disponibilidad de propágulos en las áreas circunvecinas, al almacén de semillas en el suelo, y a la presencia de los agentes dispersores apropiados (Gómez-Pompa 1976, Howe y Smallwood 1982, Fournier 1992). Para el caso del BLO, a través de los años ha sufrido un acelerado aislamiento debido a la desaparición de varios bosquetes en los alrededores (Fournier 1976, Stiles 1990).

2. Desde que se estableció el bosque, se han realizado actividades que favorecieron la expansión y dominancia de especies pioneras tales como *Cecropia*, *Croton* y *Ipomoea*. Con respecto a esta última, además de su impacto negativo sobre el crecimiento de las plantas de regeneración, Di Stefano y Chaverri (1992) determinaron que su presencia también tuvo efectos detrimentales sobre el número y diversidad de semillas que germinaban del suelo.

3. El tamaño relativamente pequeño del lote y la destrucción de bosques aledaños, han reducido la diversidad y abundancia de polinizadores y dispersores de frutos y semillas (ver Stiles

1990) en el área, y por lo tanto, el potencial de propagación y regeneración de las plantas (ver Jansen y Vázquez-Yanes 1991, Compton *et al.* 1994).

Con base en lo anterior, se recomienda establecer varias pautas de manejo para lograr, al menos en parte, un mayor acercamiento y permanencia de las condiciones ecológicas de bosques maduros característicos de la zona de vida. Estas son:

1. Aumentar el área efectiva del bosque a través de corredores biológicos sobre los cauces de riachuelos de la universidad. Esto a la vez, facilitará la integración de los pequeños bosquetes que todavía permanecen dentro del campus.

2. Promover condiciones ecológicas que tiendan a disminuir el dominio de ciertas especies herbáceas como *Ipomoea* (por ejemplo, aumentando la sombra), e ir reduciendo paulatinamente la presencia de especies exóticas sin ocasionar grandes claros.

3. Introducir artificialmente plantas propias de la región incluyendo especies que atraigan dispersores de semillas, como los higueros (*Ficus* spp, ver Compton *et al.* 1994), aprovechando los claros presentes.

4. Regular el tipo y número de las actividades humanas que se realicen dentro de este bosque.

Si bien en estos momentos el BLO presenta una condición de inestabilidad ecológica, su permanencia en el tiempo puede ser mantenida a través de estrategias de manejo poco costosas. Dado que es uno de los pocos refugios naturales en la región para un importante número de especies dentro de una zona de vida altamente destruida, merece realizarse los esfuerzos necesarios para conservarla.

RESUMEN

El bosque premontano húmedo ha sido uno de los más destruidos en Costa Rica. Para dichas regiones se ha propuesto la creación de un sistema de pequeñas reservas. Se realizó un inventario de los árboles mayores de 3.5 cm de diámetro a la altura del pecho en una hectárea dentro de un parche de bosque urbano el cual fue dejado a la regeneración natural por 30 años. Se encontraron 940 individuos de al menos 55 especies y 32 familias, y se obtuvo un Índice de Complejidad de Holdridge de 58. Se observó una fuerte dominancia de plantas delgadas de especies pioneras o introducidas.

REFERENCIAS

- Compton, S.G., S.J. Ross & I.W.B. Thornton. 1994. Pollinator limitation of fig tree reproduction on the island of Ank Krakatau (Indonesia). *Biotropica* 26: 180-186.
- Chaverri, A. 1982. Un sistema de reservas biológicas privadas para Costa Rica. *Ciencias Ambientales (Costa Rica)* 5-6: 139-147.
- Di Stefano, J.F. & L.G. Chaverri. 1992. Potencial de germinación de semillas en un bosque secundario premontano húmedo en San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 7-10.
- Di Stefano, J.F. & C. Morales. 1993. Inventario florístico en varias áreas boscosas en Tabarcia de Mora y Palmichal de Acosta, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 41: 423-431.
- Ferris-Kaan, R. & G.S. Patterson. 1992. Monitoring Vegetation Changes in Conservation Management of Forests. *Forestry Comm. Bull.* 108 (Londres): 1-31.
- Flores, E.M. & L.A. Fournier. 1983. Descripción de un método para el estudio de las especies de árboles del Valle Central de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 317-321.
- Fournier, L.A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26: 54-59.
- Fournier, L.A. 1992. El establecimiento de pequeñas reservas mediante la regeneración natural y su importancia en el desarrollo, p. 12.1-12.11. *In Segundo Simposio de Ecología y Municipio, Vol. 2.* Instituto Costarricense de Turismo. San José, Costa Rica.
- Fournier, L.A. & M.E. Herrera. 1979. Importancia científica, económica y cultural de un sistema de pequeñas reservas naturales en Costa Rica. *Agron. Costar.* 3: 53-55.
- Fournier, L.A. & M.E. Herrera. 1985. Recuperación del bosque en el Premontano Húmedo y Muy Húmedo del Cantón de Mora, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 151-155.
- Fournier, L.A., E.M. Flores & D.I. Rivera. 1985. Flora arborecente del Valle Central de Costa Rica. Jiménez y Tanzi, San José. 149 p.
- Gómez-Pompa, A. & B. Ludlow. 1976. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales, p.11-30 *In* A. Gómez-Pompa (ed.). *Regeneración de selvas.* Continental. México.
- 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.
- Hartshorn, G., L. Hartshorn, A. Atmella, L.D. Gómez, A. Mata, L. Mata, R. Morales, R. Ocampo, D. Pool, C. Quesada, C. Solera, R. Solórzano, G. Stiles, J. Tosi, Jr., A. Umaña, C. Villalobos & R. Wells. 1982. Costa Rica: Perfil Ambiental. Estudio de Campo. Centro Científico Tropical, San José. 151 p.
- Holdridge, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida.* Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas, San José. 216 p.
- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang & J.A. Tosi, Jr. 1971. *Forest Environment in Tropical Life Zones. A Pilot Study.* Pergamon, Oxford. 731 p.
- Howe, H.F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228
- Jansen, D.H. & C. Vázquez-Yanes. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands, p. 137-157. *In* A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore & M. Hadley (eds.). *Rain Forest Regeneration and Management.* Man and Biosphere Program, Vol.6. UNESCO, París.
- McDonnell, M.J. & T.A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: An unexploited opportunity for ecology. *Ecology.* 71: 1232-1237.
- Nielsen, V. & J. Monge-Nájera. 1991. A comparison of four methods to evaluate butterfly abundance, using a tropical community. *J. Lepid. Soc.* 45: 108-115.
- Stiles, G. 1990. La avifauna de la Universidad de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 38: 361-381.