

**Comparación de la diversidad y la abundancia
de plantas vasculares en tres áreas boscosas
del Cerro La Carpintera, Costa Rica**

Carlos O. Morales¹ & Annika Lange²

¹ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 11501-2060 San José, Costa Rica

² Universität Ulm, 89069 Ulm, Baden-Württemberg, Alemania

Resumen

La mayor parte del bosque premontano húmedo de Costa Rica desapareció, porque se hallaba principalmente en el Valle Central, donde habita la mayor parte de la población humana del país. El Cerro La Carpintera (La Unión, Cartago) es la única área donde se conservan y se protegen bosques naturales entre las ciudades de Cartago y San José, sobre todo en la finca de la Escuela Nacional Iztarú, del movimiento de Guías y Scouts. Allí se realizó una comparación de la composición florística, la regeneración y el hábito de las especies de plantas vasculares en tres sitios boscosos a diferentes altitudes. En cada sitio se establecieron tres transectos de 30 m de largo, con al menos 6 m de distancia entre uno y otro. Se identificaron y anotaron las especies de cada transecto, abarcando 3 m a cada lado de la línea central. Para comparar la diversidad entre sitios se usaron los índices de Jaccard y de Sørensen. El sitio 1 (1490 m), una plantación de ciprés (*Cupressus lusitanica*, Cupressaceae), mostró el mayor porcentaje de plantas pioneras (60%), indicador de una sucesión muy dinámica de especies del bosque natural cercano, en contra de lo señalado a menudo en la literatura sobre el efecto alelopático inhibitor del ciprés. Los sitios 2 (1690 m) y 3 (1808 m) son bosques primarios con porcentajes mucho más bajos (27,30% y 28,43%, respectivamente) de plantas pioneras, pero con porcentajes relativamente altos (12,00% y 16,57%, respectivamente) de epífitas. Los índices de Jaccard y de Sørensen muestran que el sitio 1 se distingue significativamente del sitio 3, porque un bosque secundario bajo una plantación de ciprés es muy diferente a un bosque primario ubicado 300 m de altitud más arriba. La semejanza entre los sitios 2 y 3 se debe a que ambos son bosques primarios con una composición florística y estructural similar. En cada sitio las condiciones para la regeneración del bosque son buenas, porque se observan en regeneración numerosas especies de hábitos y tamaños diversos. Además, muchas especies de árboles del bosque maduro se hallan representadas en todas las etapas de la regeneración.

Palabras clave: Cerro La Carpintera, regeneración de plantas, diversidad de plantas, Costa Rica

Introducción

Según el sistema de zonas de vida o formaciones vegetales de Holdridge (1982), Costa Rica se divide en 12 zonas de vida y 12 zonas de transición, que están definidas según parámetros de temperatura, precipitación y humedad (Quesada 2007). El bosque premontano húmedo se ubica fundamentalmente en el Valle Central de Costa Rica. Las características que lo definen son una altitud de 1000 a 1800 m, una precipitación anual que varía entre 1200 y 2200 mm y un período seco de 3,5 a 5 meses (Bolaños *et al.* 2005). Los suelos son mayormente volcánicos y fértiles (Quesada 2007). El Cerro La Carpintera, donde se realizó el estudio, se ubica en este tipo de bosque. Aquí se encuentran áreas antropógenas como cafetales, plantaciones forestales y pastizales, además de bosques primarios y secundarios (Sánchez *et al.* 2008).

La dinámica de un bosque, es decir, la regeneración, la sucesión y el cambio de especies a lo largo del tiempo, es muy importante para conservar la diversidad y la complejidad estructural. Este proceso es afectado, entre otros factores, por la fragmentación y la alteración del bosque. La hipótesis de alteraciones intermedias de Connell (1978) propone que la máxima diversidad de un ecosistema se alcanza con intensidades medias de alteración, que suprimen a las especies más

competitivas y establecen un equilibrio entre éstas y las menos agresivas en la colonización y el desarrollo. De este modo pueden encontrarse muchas especies raras, con una frecuencia baja que aumenta la diversidad. Por tanto, una alteración intermedia es determinante de la diversidad en los bosques tropicales, donde los ambientes más dinámicos registran una alta productividad (Whitmore 1998).

La protección de los bosques es uno de los objetivos de la Escuela Nacional Iztarú, del movimiento de Guías y Scouts. La finca abarca 76.96 has. del Cerro La Carpintera. Por su gran deforestación, algunas propiedades vecinas contrastan drásticamente con Iztarú. En esa zona está localizada una fuente importante de recursos hídricos para las poblaciones aledañas, que dan origen a varias quebradas y ríos (Campo Escuela Iztarú, 2009). Para aumentar el interés de la gente en este ambiente y mejorar la protección de estos bosques es muy importante conocer la diversidad de plantas y animales, especialmente porque allí habitan especies raras y endémicas; por ej., epífitas orquídeas como *Oncidium obryzatooides* Kränzl. y *Pleurothallis strumosa* Ames (Sánchez *et al.* 2008).

El objetivo de este estudio fue comparar la diversidad y la abundancia de la flora en tres áreas boscosas a diferentes altitudes en el Cerro La Carpintera, para obtener información sobre la variación altitudinal de la flora en la región y sobre la regeneración de especies nativas en una plantación de ciprés y en dos áreas de bosque natural. Los datos obtenidos podrán ser valiosos para conocer el estado de regeneración y recuperación de bosques en la zona y dilucidar patrones de distribución altitudinal de ciertas especies, que a mediano o largo plazo podrían ser indicadoras de cambios ambientales.

Metodología

La investigación se realizó en la finca de la Escuela Nacional Iztarú, en el Cerro La Carpintera, La Unión, Cartago, ubicada entre las coordenadas geográficas 9°52'–9°54"N y 83°57'–84°00'O (Sánchez *et al.* 2008). La Asociación de Guías y Scouts adquirió en 1973 esta propiedad, que forma parte de la Zona Protectora Cerros de La Carpintera y está sometida a régimen forestal. Este es el único lugar donde se conservan bosques naturales de la zona comprendida entre las ciudades de San José y Cartago. La finca está ubicada principalmente en el lado nordeste del cerro, expuesta a los vientos que soplan precisamente desde el NE gran parte del año. Los bosques de la finca se hallan entre 1480 m y 1843 m de altitud.

El estudio se realizó en tres sitios a diferentes altitudes. El sitio 1 es una plantación de ciprés con abundante regeneración de plantas nativas del bosque cercano (50 a 100 m de distancia en sectores diferentes); los sitios 2 y 3 son bosques naturales. En cada sitio se establecieron tres transectos lineales de 30 m de longitud, alejados de bordes de caminos y senderos, para observar la vegetación hasta a 3 m de distancia a ambos lados de cada transecto. Entre los tres transectos de cada sitio hubo una distancia de por lo menos 6 m. Para medir los transectos y las distancias se usó una cinta métrica flexible de fibra de cristal (marca Sunico), de 30 metros de longitud. Al inicio de cada transecto se midió la altitud y las coordenadas con un aparato de localización geográfica (GPSMAP 60CSx, marca Garmin); después se obtuvo la altitud promedio de cada sitio. En cada transecto se hizo una descripción general del ambiente. Se anotaron nombres de géneros y especies, frecuencia de cada especie, hábito (hierba, epífita, parásita, bejuco herbáceo, bejuco leñoso, arbusto o árbol) y estado de desarrollo (regeneración, planta en desarrollo o planta madura). En cada sitio se calculó el porcentaje de especies pioneras en regeneración. Se

recolectaron muestras de las especies que no se pudieron identificar *in situ* para el Herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ). La base de datos TROPICOS, del Jardín Botánico de Missouri (TROPICOS, 2009), se usó para examinar nombres científicos dudosos.

Se hizo una lista de especies de cada transecto con datos de hábito, abundancia y número de plantas pioneras. Después, estos datos se resumieron para cada sitio. Se cuantificaron los números de familias, géneros y especies de cada transecto y cada sitio. Además, se obtuvo el porcentaje de plantas de cada hábito. Se comparó la regeneración entre sitios según el hábito y se determinó si existen especies indicadoras de cambios florísticos y ambientales al aumentar la altitud. Con el índice de similitud de Jaccard (Enzyco Online, 2009) se trató de establecer estadísticamente si existen diferencias florísticas al aumentar la altitud. Para obtener resultados con este índice se suman los números de especies de los sitios A y B y se dividen entre el número de especies compartidas por ambos sitios:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Si el valor es pequeño, los sitios A y B son similares.

Además, se usó el índice de Sørensen para comparar la diversidad entre los sitios (Looman *et al.* 1960). Aquí se divide el doble del valor del número de especies que dos sitios A y B comparten entre la suma de los números de especies de esos sitios:

$$QS = \frac{2 \cdot C}{A + B}$$

Si QS tiene un valor pequeño, hay poca diferencia de diversidad entre A y B; si el valor es cercano a 1, la diferencia es grande.

Resultados

Los transectos 1, 2 y 3 del sitio 1 (Cuadro 1) se localizaron a una altitud promedio de 1490 m, en una plantación de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill., Cupressaceae), nativo de México, de unos 30 años, donde se permitió la regeneración de plantas en los últimos cinco años, aproximadamente (M. Serrano, comun. pers., agosto 2009). Allí se desarrolló un sotobosque relativamente denso. La cobertura de las copas de los cipreses era de *ca.* 50%. No se observó regeneración de ciprés, sino de plantas predominantemente nativas, propias del bosque natural vecino.

En el sitio 2 (Cuadro 2) los transectos 4, 5 y 6 se ubicaron en promedio a 1690 m, en un bosque primario con claros en el dosel debidos a ramas y árboles caídos. La cobertura del dosel era de *ca.* 60%. Los árboles más altos son dos especies de *Quercus* (Fagaceae), de las que también se halló regeneración frecuente.

El sitio 3 (Cuadro 3), con los transectos 7, 8 y 9, se ubicó en promedio a 1808 m en un bosque primario. Estos transectos mostraron una regeneración muy diversa de especies, sobre todo en áreas de caída de ramas y árboles.

En el Cuadro 4 se resumen los datos de los sitios y los transectos. El Cuadro 5 incluye los resultados del índice de Jaccard y el Cuadro 6 los del índice de Sørensen.

Abreviaturas de los cuadros 1, 2, 3 y 6:

Hábito: A = árbol, Ar = arbusto, Bh = bejuco herbáceo, Bl = bejuco leñoso, E = epífita, H = hierba.

Frecuencia: ab = abundante, muy ab = muy abundante; * p = especie pionera.

Desarrollo: M = plantas maduras, R = plantas en regeneración (plántulas o brinzales), D = plantas en desarrollo (más grandes que en R, pero evidentemente inmaduras).

Cuadro 1: Datos del sitio 1: Plantación de ciprés; ambos lados del camino al subir; distancia de siembra: 3 m x 2 m; coordenadas: 09° 53' 39,7" N, 83° 58' 25,7" O; altitud: 1490 m; fecha: 23/IV/2009. Escuela Nacional Iztarú, Cerro La Carpintera.

Familia	género	sp.	*	hábito	desarrollo	transectos
Acanthaceae	<i>Hypoestes</i>	<i>phyllostachya</i>	p	H	R	1, 3
Acanthaceae	indeterminada 1		p	Ar	M	1
Amaranthaceae	<i>Iresine</i>	<i>diffusa</i>	p	H	M	1, 3
Anarcadiaceae	<i>Mauria</i>	<i>heterophylla</i>	p	A	R	1, 2, 3
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>cherimola</i>		A	R	3
Apocynacea	<i>Prestonia</i>	sp.	p	Bh	R	1, 2, 3
Araceae	<i>Philodendron</i>	sp.	p	Bh	R	1, 2, 3
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>xalapensis</i>		A	R	2
Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	<i>curassavica</i>	p	H	M	1
Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>reptans</i>	p	Bl	M, R	1, 3
Asteraceae	<i>Critonia</i>	<i>morifolia</i>	p	Ar	R	1, 2, 3
Asteraceae	indeterminada 1		p	Bh	R	1, 2, 3
Asteraceae	indeterminada 2		p	Ar	M	1
Asteraceae	<i>Lasianthaea</i>	<i>fruticosa</i>	p	Ar	M	1, 2
Asteraceae	<i>Montanoa</i>	<i>hibiscifolia</i>	p	Ar	M, R	1, 2, 3
Asteraceae	<i>Oyedaea</i>	<i>verbesinoides</i>	p	Ar	M	2, 3
Asteraceae	<i>Pseudogynoxys</i>	<i>cummingii</i>		Bh	M	1
Asteraceae	<i>Senecio</i>	sp.	p	Ar	R	2
Asteraceae	<i>Vernonia</i>	<i>patens</i>	p	Ar	M	1, 2
Asteraceae	<i>Vernonia</i>	sp.	p	Ar	M	3
Asteraceae	<i>Vernonia</i>	<i>triflosculosa</i>	p	A	R	3
Bignoniaceae	indeterminada 1			A	R	1, 2
Bignoniaceae	<i>Spathodea</i>	<i>campanulata</i>		A	M	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	sp.		E	D	3
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>stellato-tomentosum</i>		A	R	1, 2, 3
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	<i>obtusifolia</i>	p	A	M	1
Commelinaceae	indeterminada 1			H	R	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	sp.		Bh	R	1
Cucurbitaceae	<i>Rytidostylis</i>	<i>gracilis</i>	p	Bh	R	1
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>draco</i>		A	R	1

Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>hoffmanniana</i>		Ar	M	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	sp.	p	A	R	2
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>angustissima</i>		Ar	R	1
Fabaceae	<i>Inga</i>	<i>punctata</i>		A	R	1, 2
Fabaceae	<i>Inga</i>	sp.		A	R	1
Fabaceae	<i>Inga</i>	<i>tonduzii</i>		A	R	3
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i>	sp.		A	R	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	sp.		Bh	R	3
Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i>	<i>intermedia</i>		A	D	1
Flacourtiaceae	<i>Xylosma</i>	sp.		A	R	2, 3
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i>	<i>tortuosa</i>		H	R	1
Lauraceae	<i>Cinnamomum</i>	<i>costaricanum</i>		A	M	1, 2, 3
Lauraceae	<i>Licaria</i>	<i>triandra</i>		A	R	1, 2, 3
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>caerulea</i>	p	A	R	3
Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx</i>	<i>schiedeana</i>	p	Bl	M	2, 3
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>rhombofolia</i>	p	Ar	M	1, 2
Melastomataceae	<i>Clidemia</i>	sp.	p	Ar	R	1, 3
Melastomataceae	<i>Conostegia</i>	<i>xalapensis</i>	p	A	R	1, 2, 3
Melastomataceae	indeterminada 1		p	Ar	R	2
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	p	A	R	1, 2, 3
Myrsinaceae	<i>Myrsine</i>	<i>coriacea</i>		A	R	1, 2, 3
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>austin-smithii</i>		A	R	1, 2, 3
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>guineense</i>	p	Ar	R	2
Myrtaceae	<i>Syzygium</i>	<i>jambos</i>	p	A	R, M	1, 2, 3
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>uhdei</i>		A	R	2, 3
Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	sp. 1		Bh	M	3
Phytolaccaceae	<i>Rivina</i>	<i>humilis</i>	p	H	M	1
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>aff. marginatum</i>	p	Ar	R	1, 2, 3
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>bredemeyeri</i>	p	Ar	M	1, 2, 3
Piperaceae	<i>Piper</i>	sp. 1	p	Ar	R	2
Piperaceae	<i>Piper</i>	sp. 2	p	Ar	R	2
Poaceae	indeterminada 1		p	H	R	2
Poaceae	indeterminada 2		p	H	R	3
Poaceae	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>	p	H	M	1
Polypodiaceae	indeterminada 1			H	M	2
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i>	sp.		H	M	1
Proteaceae	<i>Grevillea</i>	<i>robusta</i>		A	R	3
Rhamnaceae	<i>Gouania</i>	<i>lupuloides</i>	p	Bl	R	1, 3
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i>	sp.		A	R	2

Rosaceae	<i>Eriobotrya</i>	<i>japonica</i>		A	R	1, 2, 3
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>skutchii</i>		A	R	1, 2
Rosaceae	<i>Rubus</i>	sp.		Ar	R	2
Rubiaceae	<i>Coffea</i>	<i>arabica</i>	p	Ar	M	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Hamelia</i>	<i>patens</i>	p	Ar	M	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>marginata</i>		Ar	M	2
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	sp.		Ar	M	1, 2
Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>aculeata</i>	p	Ar	M	1, 2, 3
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>limoncello</i>		Ar	R	2
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>	sp.	p	Bh	R	1, 2, 3
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>brenesii</i>		A	R	1
Simaroubaceae	<i>Picramnia</i>	<i>antidesma</i>		Ar	R	1, 3
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	sp.	p	Bh	R	2
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	sp.	p	Bl	R	3
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>megalophyllum</i>		Ar	R	2
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	sp.	p	Ar	R	2
Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp.	p	Ar	R	1
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>torvum</i>	p	Ar	M	1
Solanaceae	<i>Witheringia</i>	sp.	p	Ar	R	2
Staphyleaceae	<i>Turpinia</i>	<i>occidentalis</i>		A	R	3
Tiliaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>americanus</i>	p	A	R	2
Tiliaceae	<i>Triumfetta</i>	sp.	p	Ar	R + M	1, 3
Urticaceae	<i>Urera</i>	<i>baccifera</i>	p	Ar	R	1, 3
Verbenaceae	<i>Citharexylum</i>	<i>donnell-smithii</i>		A	M, R	1, 2, 3
Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>myriocephala</i>		A	R	2

Cuadro 2: Datos del sitio 2: Bosque primario; cobertura del dosel *ca.* 80%; árboles más altos son de *Quercus* spp.; coordenadas 09°53'35.7" N, 83°58'09.8" O; altitud: 1690 m; fecha: 22/V/2009. Escuela Nacional Iztarú, Cerro La Carpintera.

Familia	género	sp.	*	hábito	desarrollo	transectos
Amaranthaceae	<i>Pleuropetalum</i>	<i>sprucei</i>		Ar	R	2
Anacardiaceae	<i>Mauria</i>	<i>heterophylla</i>		A	R	1, 2
Anacardiaceae	<i>Tapirira</i>	<i>mexicana</i>		A	R	1
Apiaceae	<i>Sanicula</i>	<i>liberta</i>	p	H	R	2
Apocynaceae	<i>Stemmadenia</i>	<i>litoralis</i>		A	R	1
Apocynaceae	<i>Prestonia</i>	sp.	p	Bh	R	1
Araceae	<i>Anthurium</i>	sp.	p	Bh	R	2
Araceae	<i>Anthurium</i>	sp.		E	R	3

Araceae	indeterminada 1		p	Bh	R	1
Araceae	<i>Monstera</i>	sp.	p	Bh	R	3
Araceae	<i>Philodendron</i>	sp. 1	p	Bh	R	2
Araceae	<i>Philodendron</i>	sp. 2	p	Bh	R	2
Araceae	<i>Syngonium</i>	sp.	p	Bh	R, M	1, 2
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>xalapensis</i>		A	R	1, 2, 3
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>elegans</i>		H	R	2
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>pinnatifrons</i>		H	R	1, 3
Asclepiadaceae	<i>Tassadia</i>	sp.		Bh	R	2
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>	sp.		H	R	3
Asteraceae	indeterminada 1		p	Bh	R	1, 2
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus</i>	<i>spicatus</i>		H	R	1, 2
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>oerstediana</i>	p	Ar	R	1, 2, 3
Bromeliaceae	<i>Guzmania</i>	sp.		E	R	1, 2, 3
Bromeliaceae	indeterminada 1			E	R	1
Bromeliaceae	indeterminada 2			E	R	3
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia</i>	sp.		E	M	3
Cactaceae	<i>Epiphyllum</i>	sp.		E	R	1, 3
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>costaricanum</i>		A	M	3
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>stellato-tomentosum</i>		A	H	3
Celastraceae	<i>Crossopetalum</i>	<i>tonduzii</i>		A	R	2
Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>	<i>zanonia</i>	p	H	R	1, 2, 3
Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera</i>	sp.		Bh	R	2
Cucurbitaceae	indeterminada 1			Bh	R	1, 2
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>latifolia</i>		A	R	1
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>niveus</i>		A	R	1, 2, 3
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima</i>	<i>oblonga</i>		A	M	3
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	sp.	p	A	M	2
Fabaceae	<i>Cojoba</i>	<i>costaricensis</i>		A	R	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Inga</i>	sp.		Ar	R, M	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>atropurpureus</i>		A	R	2
Fagaceae	<i>Quercus</i>	aff. <i>seemannii</i>		A	R y M	2
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>insignis</i>		A	R y M	1, 2, 3
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	<i>arguta</i>		A	R	2
Gesneriaceae	<i>Columnea</i>	sp.		E	R	3
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i>	<i>tortuosa</i>	p	H	M	1, 2, 3
Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i>	<i>asterolasia</i>		Ar	R	3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i>	sp.		H	M, R	3
Lauraceae	<i>Cinnamomum</i>	<i>costaricanum</i>		A	R	1, 2, 3
Lauraceae	indeterminada 1			A	R	1, 2, 3
Lauraceae	indeterminada 2			A	R	1, 2, 3
Lauraceae	indeterminada 3			A	R	1, 3

Lauraceae	<i>Licaria</i>	<i>triandra</i>		A	R	1, 2, 3
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	<i>membranacea</i>		A	R	2
Lauraceae	Ocotea	sp. 1		A	R	3
Lauraceae	Ocotea	sp. 2		A	R	3
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>americana</i>		A	R	1
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>caerulea</i>	p	A	M	3
Malvaceae	<i>Malvaviscus</i>	sp.		Ar	R, M	1, 2, 3
Malvaceae	<i>Pavonia</i>	<i>rosea</i>		Ar	R y M	2
Melastomataceae	<i>Blakea</i>	<i>gracilis</i>		E	M	3
Melastomataceae	<i>Conostegia</i>	<i>xalapensis</i>	p	A	R y M	3
Meliaceae	<i>Guarea</i>	sp.	p	A	R	1, 2, 3
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	p	A	R	1, 2, 3
Monimiaceae	<i>Mollinedia</i>	sp.		A	R	1
Moraceae	<i>Sorocea</i>	<i>trophoides</i>		A	R	1, 2, 3
Myrsinaceae	<i>Parathesis</i>	<i>glabra</i>		A	R	1, 2, 3
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>austin-smithii</i>		A	R	1, 2, 3
Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	sp.		Ar	R	1, 2, 3
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i>	sp.		E	R	1, 2
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i>	sp.		E	R	2
Orchidaceae	<i>Stelis</i>	sp.		E	M	2
Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>biflora</i>	p	Bh	R	2
Phytolaccaceae	<i>Rivina</i>	<i>humilis</i>	p	Ar	M	1, 2, 3
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp.		E	M	1, 2
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 2		E	R	3
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 3		E	R	3
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 4		E	R	3
Piperaceae	<i>Piper</i>	aff. <i>amalago</i>	p	Ar	R	1
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>bredemeyeri</i>	p	Ar	M	1, 2
Piperaceae	<i>Piper</i>	sp. 1	p	Ar	R	1, 2, 3
Poaceae	indeterminada 1		p	H	R y M	1, 2, 3
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis</i>	sp.		E	R	1, 2
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i>	sp.		H	R	3
Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>		A	R y M	1, 2, 3
Rosaceae	<i>Eriobotrya</i>	<i>japonica</i>		A	R	2
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>skutchii</i>		A	R	2
Rubiaceae	<i>Coffea</i>	<i>arabica</i>	p	Ar	R	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Hillia</i>	<i>triflora</i>		E	M	2, 3
Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i>	<i>arborescens</i>		Ar	R	3
Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i>	<i>psychotriifolia</i>		Ar	R	1, 2
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>padifolia</i>		Ar	R	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	sp.		Ar	M	2, 3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>aggregata</i>		Ar	M	3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>graciliflora</i>		Ar	R	1, 2

Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	sp.		Ar	M	2, 3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	sp. 2		Ar	R	3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>tonduzii</i>		Ar	R	2
Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>aculeata</i>	p	Ar	R, M	1, 2, 3
Rutaceae	<i>Casimiroa</i>	<i>edulis</i>		A	R	3
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>limoncello</i>		A	M	2
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabra</i>		A	R	1, 2, 3
Sapindaceae	<i>Serjania</i>	sp.	p	Bl	R	1, 2
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	sp.		A	R	3
Simaroubaceae	<i>Picramnia</i>	<i>teapensis</i>		A	R	1, 2, 3
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	sp. 2	p	Bl	R	3
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	<i>subpubescens</i>	p	Bh	R	1, 2
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>megalophyllum</i>		Ar	R	1, 2, 3
Solanaceae	<i>Lycianthes</i>	sp.		Ar	R	1, 3
Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp.	p	Bh	R	2
Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp.	p	Ar	M	3
Tiliaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>americanus</i>	p	A	R	1, 2, 3
Urticaceae	<i>Pilea</i>	<i>gracilipes</i>		H	R	2, 3
Urticaceae	<i>Urera</i>	<i>caracasana</i>		Ar	R	1
Verbenaceae	<i>Citharexylum</i>	<i>donnell-smithii</i>		A	M	1, 2, 3

Cuadro 3: Datos del sitio 3: Bosque primario; sitio con muchas ramas caídas; claro con abundante regeneración; cobertura del dosel *ca.* 50%; coordenadas 09°53'08,1" N, 83° 58'18,8" O; altitud: 1808 m; fecha: 30/V/2009. Escuela Nacional Iztarú, Cerro La Carpintera.

Familia	género	sp.	*	hábito	desarrollo	transectos
Acanthaceae	<i>Blechnum</i>	sp.	p	H	R y M	3
Acanthaceae	indeterminada 1		p	Ar	R	1, 2
Acanthaceae	<i>Justicia</i>	<i>aurea</i>	p	Ar	R y M	1, 2, 3
Acanthaceae	<i>Justicia</i>	sp.	p	Ar	R	2
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>mexicana</i>		H	M	2
Araceae	<i>Anthurium</i>	<i>microspadix</i>		E	M	3
Araceae	<i>Anthurium</i>	<i>trinerve</i>		E	M	1
Araceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>elegans</i>		H	R	3
Araceae	<i>Chamaedorea</i>	<i>pinnatifrons</i>		H	R	2
Araceae	<i>Monstera</i>	sp.	p	Bh	M	1, 2
Araceae	<i>Philodendron</i>	sp.	p	Bh	R	1, 2, 3
Araceae	<i>Syngonium</i>	sp.	p	Bh		1
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>incisus</i>		A	R y M	1, 3
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	<i>xalapensis</i>		A	M	2, 3
Asteraceae	indeterminada 1		p	Ar	R	2
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>oerstediana</i>	p	Ar	M	1, 3
Begoniaceae	<i>Begonia</i>	sp.		E	M	3

Boraginaceae	<i>Ehretia</i>	<i>latifolia</i>	p	A	M	1
Bromeliaceae	<i>Guzmania</i>	sp.		E	R y M	2, 3
Bromeliaceae	indeterminada 1			E	R	1, 2
Bromeliaceae	<i>Vriesea</i>	<i>magdalena</i>		E	M	1, 2, 3
Cactaceae	<i>Epiphyllum</i>	sp.		E	M	1
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>costaricanum</i>		A	D	1, 2
Celastraceae	<i>Celastrus</i>	<i>liebmanii</i>		Bl	R	2
Celastraceae	<i>Crossopetalum</i>	<i>tonduzii</i>		A	R	2
Commelinaceae	<i>Commelina</i>	sp.		H	M	1, 2, 3
Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>	<i>zانونيا</i>	P	H	R	3
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	sp.	p	Bh	R	1
Cucurbitaceae	indeterminada 2			Bh	R	2
Cucurbitaceae	<i>Psiguria</i>	<i>bignoniacea</i>		Bh	R	2
Cyperaceae	<i>Scleria</i>	sp.	p	H	M	1
Ericaceae	<i>Sphyraspermum</i>	sp.		E	R	2
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	<i>latifolia</i>		A	R	2, 3
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i>	sp.		A	R	2
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>draco</i>		A	M	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i>	sp.	p	A	M	1, 2
Fabaceae	<i>Cojoba</i>	<i>costaricensis</i>		A	R	2
Fabaceae	<i>Erythrina</i>	<i>berteroana</i>		A	R	1
Fabaceae	<i>Inga</i>	sp.		A	R	2
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	<i>arguta</i>		A	R	3
Gesneriaceae	<i>Columnnea</i>	sp.		E	R	1
Gesneriaceae	<i>Drymonia</i>	sp.		E	R	1, 2
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i>	<i>tortuosa</i>		H	M	1, 2, 3
Lauraceae	indeterminada 1			A	M	1
Lauraceae	indeterminada 2			A	R	3
Lauraceae	indeterminada 6			A	R	1
Lauraceae	indeterminada 7			A	M	2, 3
Lauraceae	<i>Licaria</i>	<i>triandra</i>		A	R y M	1, 2, 3
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	<i>cufodontisii</i>		A	R	1, 2
Lauraceae	<i>Pleurothyrium</i>	sp.		A	R	2, 3
Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>macrophylla</i>		R		2
Malvaceae	<i>Pavonia</i>	<i>rosea</i>		Ar	R	1
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia</i>	<i>serrae</i>		Bl	R	2
Melastomataceae	indeterminada 1		p	Ar	R	1, 2
Melastomataceae	<i>Blakea</i>	<i>gracilis</i>		E	M	1
Melastomataceae	<i>Clidemia</i>	sp.	P	Ar	R	3
Melastomataceae	<i>Conostegia</i>	sp.	P	A	M	3
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>tonduzii</i>		A	R	1
Meliaceae	<i>Guarea</i>	aff. <i>montana</i>		A	R	2, 3

Meliaceae	<i>Guarea</i>	<i>aff. rhopalocarpa</i>		A	R	1, 2
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>havanensis</i>	p	A	R	1, 2, 3
Monimiaceae	<i>Mollinedia</i>	sp.		A	R	1
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>pertusa</i>		E	M	1
Moraceae	<i>Sorocea</i>	<i>trophoides</i>		A	R	3
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i>	sp.		Ar	R	1
Myrsinaceae	<i>Parathesis</i>	<i>glabra</i>		A	R	1
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>austin-smithii</i>		A	M	2, 3
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i>	sp.		E	R	1, 2
Orchidaceae	indeterminada 2			E	R	2
Orchidiaceae	<i>Ornithocephalus</i>	sp.		E	M	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	<i>maculosa</i>		E	R	2
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 5		E	M	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 6		E	M	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 7		E	M	2
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 8		E	M	2
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	sp. 8		E	M	3
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>aff. amalago</i>	P	Ar	R	3
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>aff. glabrescens</i>	P	Ar	D	3
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>hispidum</i>	P	Ar	D, M	1, 2, 3
Piperaceae	<i>Pothomorphe</i>	<i>umbellata</i>	p	Ar	R	1, 2
Poaceae	indeterminada 1		P	H	R y M	3
Rubiaceae	<i>Hillia</i>	<i>triflora</i>		E	M	2
Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i>	<i>arborescens</i>		Ar	M	2
Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i>	sp.		Ar	M	2, 3
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	<i>padifolia</i>		Ar	R y M	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Palicourea</i>	sp. 2		Ar	R	2
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>graciliflora</i>		Ar	R	2
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>quinqueradiata</i>		Ar	R y M	1, 2, 3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	sp.		Ar	R	2, 3
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	<i>tonduzii</i>		Ar	R	1, 2
Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>glabra</i>		A	R	1, 2, 3
Simaroubaceae	<i>Picramnia</i>	<i>teapensis</i>		Ar	R y M	1, 2, 3
Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	sp.		Ar	R	1, 2
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	<i>subpubescens</i>	p	Bl	M	2
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>megalophyllum</i>		Ar	M	1, 3
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	sp.	p	A	M	1, 3
Solanaceae	<i>Cuatresia</i>	<i>riparia</i>		Ar	M	1, 3
Solanaceae	<i>Solanum</i>	sp.	p	Ar	M	2
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>trizygum</i>		Bh	R	1
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i>	<i>americana</i>		Ar	M	1, 2
Tiliaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>americanus</i>	p	A	R y M	1, 2, 3
Tiliaceae	<i>Triumfetta</i>	sp.	p	Ar	M	3
Urticaceae	<i>Pilea</i>	<i>gracilipes</i>		H	R	1, 2

Urticaceae	<i>Pilea</i>	<i>pittieri</i>		H	R	1, 3
Verbenaceae	<i>Cornutia</i>	<i>pyramidata</i>		A	R y M	1, 2, 3
Verbenaceae	<i>Cytharexylum</i>	<i>caudatum</i>		A	R y M	2
Violaceae	<i>Hybanthus</i>	<i>thiemi</i>		H	M	3

Cuadro 4: Porcentaje de tipos de hábitos, número de familias, géneros y especies; número de especies por familia, especies pioneras en cada transecto y promedios de cada sitio.

Transecto	Sitio 1			% ó #	Sitio 2			% ó #	Sitio 3		
	1	2	3		4	5	6		7	8	9
Hábito											
A	35,10%	40,80%	41,10%	39,00%	42,40%	39,40%	40,60%	40,80%	32,10%	35,90%	40,00%
Ar	35,10%	44,40%	26,10%	35,20%	27,10%	26,80%	26,10%	26,67%	28,60%	28,10%	28,90%
Bh	12,30%	9,30%	15,20%	12,27%	10,20%	12,70%	2,90%	8,60%	10,70%	6,30%	2,20%
Bl	3,50%	1,90%	8,70%	4,70%	1,70%	0%	1,40%	1,03%	0%	4,70%	0%
E	0%	0%	2,10%	0,70%	10,20%	9,90%	15,90%	12,00%	21,40%	17,20%	11,10%
H	14%	3,70%	6,50%	8,07%	8,50%	11,30%	13,00%	10,93%	7,10%	7,80%	17,80%
# fam.	37	30	32	33	36	42	39	39	33	33	
# gén.	50	44	44	46	49	60	57	55	47	47	
# spp.	57	54	46	52	59	71	69	66	56	64	
spp./fam.				1,58				1,69			
% spp. pion.	59,60	57,40	63	60,00	30,50	28,20	23,20	27,30	28,60	23,40	33,30

Hábito: A = árbol, Ar = arbusto, Bh = bejuco herbáceo, Bl = bejuco leñoso, E = epífita, H = hierba.

Cuadro 5: Resultados del índice de Jaccard entre los tres sitios de estudio.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Sitio 1		13,19	18,94
Sitio 2	13,19		8,09
Sitio 3	18,94	8,09	

Cuadro 6: Resultados del índice de Sørensen entre los tres sitios de estudio.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Sitio 1		0,15	0,11
Sitio 2	0,15		0,25
Sitio 3	0,11	0,25	

Discusión

En los tres primeros transectos 60% de las especies de plantas vasculares son pioneras, de modo que la regeneración natural en la plantación de ciprés (sitios 1) es característica de un bosque

secundario en sus primeros cinco años, con una dinámica rápida de crecimiento y sustitución de especies. Por ejemplo, los mayores porcentajes de bejucos herbáceos y de arbustos se registraron en el sitio 1 (Cuadro 1), donde todavía hay abundante luz en el sotobosque. Aquí la abundancia relativa de luz se debe sobre todo a la distancia de siembra de los cipreses (3 m x 2 m). En los sitios 2 y 3, de bosque natural, el porcentaje de especies pioneras es menor que 30%.

Se ha dicho y escrito mucho acerca del efecto alelopático de cipreses, pinos y otras coníferas. En Costa Rica, un estudio pionero fue llevado a cabo por Lines & Fournier (1979), quienes trataron las semillas de algunas hierbas con extractos de hojas de ciprés (*Cupressus lusitanica*) y demostraron que a mayor concentración de extractos, menor es la germinación de las semillas. Estos resultados de laboratorio no reflejan lo observado en la plantación de ciprés de 30 años de edad en La Carpintera. Observaciones personales del primer autor evidencian que pocas hierbas crecen en un radio de un metro alrededor de la base de los troncos de cipreses grandes (30 o más años) sembrados como ornamentales en áreas urbanas de San José, Costa Rica (ca. 1160 m); sin embargo, no podemos atribuir este hecho solamente a un efecto alelopático. Otros factores pueden intervenir, como la sombra de los árboles, la compactación del suelo por pisoteo y la corta anual de las malezas. Si existe un efecto alelopático significativo en plantaciones de ciprés, probablemente varía con la edad de los cipreses y podría ser mayor en las primeras etapas de desarrollo de esta conífera. Solamente un enfoque experimental a largo plazo podría probar esta hipótesis.

Comparados con el sitio 1, los sitios 2 y 3 representan bosques más estables, con una dinámica de regeneración menos intensa, que se refleja en los menores porcentajes de especies pioneras. En estos bosques no es notable una influencia antropógena directa, a diferencia de lo observado en el sitio 1. Prácticamente no se observaron epífitas vasculares en los cipreses del sitio 1 (0,70%), mientras que en los sitios 2 y 3 se halló 12% y 16,57% de epífitas, respectivamente (Cuadro 4). De este modo, tenemos evidencia de que al aumentar la altitud aumenta también el número de especies epífitas en los bosques protegidos de La Carpintera. Aunque no fue posible analizar datos meteorológicos, se observó que los vientos que soplan desde el NE tienen, ya a unos 1600 m de elevación, un efecto relevante en la formación de niebla y en la condensación nocturna, lo que se refleja en una mayor abundancia de epífitas en áreas protegidas de la parte más alta del cerro (1600 a 2000 m), en contraste con las partes más bajas (1400 a 1500 m). El porcentaje de árboles es relativamente alto (36% a 40,8%) y no varió sustancialmente entre los tres sitios. Esto parece indicar que allí la regeneración del bosque natural es saludable y dinámica, en contraste con la formación de matorrales dominados, durante décadas, por plantas herbáceas, trepadoras y arbustivas pioneras, que se da en muchas otras regiones de Costa Rica, donde ya no existen bosques o éstos se hallan a distancias considerables (500 m o más).

El sitio 3, de mayor altitud, parece tener las mejores condiciones para el crecimiento y la reproducción de epífitas vasculares (Cuadro 3). Además, este sitio exhibe el mayor número de especies por familia (1,83; Cuadro 3), debido a que varias de las familias más representativas de estos bosques allí son más diversas (Cuadros 1, 2 y 3). En contra de lo esperado, no se halló el género *Quercus* (Fagaceae) en ninguno de los transectos del sitio 3, ni siquiera en regeneración. Con una sola excepción en las bajuras estacionales del Pacífico norte (*Quercus oleoides* Schltdl. & Cham.; Poveda & Sánchez 1999), las especies de este género habitan en zonas montañosas de Costa Rica por encima de 1500 m. Se observó que los terrenos del sitio 3 son laderas muy pendientes con suelos arcillosos, donde a menudo caen árboles. Otros sitios observados, donde

habitan simpátricamente las dos especies de *Quercus* observadas, parece mostrar suelos más estables o con menores pendientes, o ambos factores a la vez.

Los índices de Jaccard y de Sørensen muestran que los sitios 2 y 3 son más similares entre sí, con el menor valor de Jaccard (8,09; Cuadro 5) y el mayor valor de Sørensen (0,25; Cuadro 6) y. Esta coincidencia debe a que ambos son bosques naturales y comparten rasgos esenciales de estructura (por ejemplo la distribución de tipos de hábitos, Cuadro 3) y diversidad (por ejemplo, mayor diversidad de epífitas). Aunque la mayoría de especies que se regeneran en la plantación de ciprés del sitio 1 proceden de estos bosques, la plantación es un ecosistema en gran parte artificial, con rasgos muy diferentes a los de los bosques naturales de la zona estudiada.

En el sitio 1, el hallazgo de regeneración de algunas especies introducidas es indicador de que se han naturalizado en los bosques secundarios y las áreas abiertas de Iztarú. Los ejemplos más notables son los árboles *Fraxinus uhdei* (Oleaceae), *Syzygium jambos* (Myrtaceae), *Grevillea robusta* (Proteaceae) y la hierba invasora *Hypoestes phyllostachya* (Acanthaceae). Otras especies introducidas observadas en el sitio 1 son *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) y *Coffea arabica* (Rubiaceae). En el sitio 2 se registró solamente una especie naturalizada: *Eriobotrya japonica* (Rosaceae), mientras que en el sitio 3 no se hallaron especies alógenas, lo que indica que este sitio es un bosque primario con menor influencia antropogénica que los sitios 1 y 2.

La metodología utilizada y el número de sitios y transectos analizados no permiten identificar especies indicadoras de cambios altitudinales. Tampoco tenemos evidencias de cambios en la distribución altitudinal de especies debidos a cambio climático, por lo que serán necesarias observaciones a mediano y largo plazo.

Referencias

- Bolaños, R., V. Watson & J. Tosi. 2005. Mapa ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida), según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge, escala 1: 750 000. Centro Científico Tropical, San José.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zona de vida. Trad. del inglés por Jiménez, H. 2ª. reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 216 p.
- Lines M., Nuria & L.A. Fournier. 1979. Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. sobre la germinación de las semillas de algunas hierbas. *Rev. Biol. Trop.* 27: 223-229.
- Looman, J. & J.B. Campbell. 1960. Adaptation of Sorensen's K (1948) for estimating unit affinities in prairie vegetation. *Ecology* 41(3): 409-416.
- Poveda, L.J. & P. Sánchez V. 1999. Árboles y palmas del Pacífico norte de Costa Rica (Claves dendrológicas). San José, Ed. Guayacán. 186 p.
- Sánchez González, J., F. Durán Alvarado & G. Vega Araya. 2008. Diversidad de plantas, mamíferos y mariposas en los cerros de La Carpintera, Costa Rica. Informe interno de proyecto. Departamento de Historia Natural, Museo Nacional de Costa Rica, Ministerio de Cultura y Juventud, San José. 98 p.
- Whitmore, T.C. 1998. An Introduction to Tropical Rain Forests. p. 125-126.

Referencias de Internet

Enzyco Online Enzylopedia, 2009:
[http://www.encyclo.co.uk/define/Jaccard index](http://www.encyclo.co.uk/define/Jaccard%20index)

Campo Escuela Iztarú, 2009:
<http://www.siemprelistos.com/propio/html/iztaru/educacion.htm>

Quesada M., R. 2007. Los bosques de Costa Rica, IX Congreso Nacional de Ciencias; exploraciones fuera y dentro del aula, 24 y 25 de agosto, 2007. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 16 p.
www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf

TROPICOS. 2009. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 14 jul. 2009:
<<http://www.tropicos.org>>

Nota: El trabajo original fue una investigación por tutoría realizada por la autora, guiada por el autor, en el primer semestre de 2009; Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.