

ESTADO DEL BOSQUE SECO TROPICAL E IMPORTANCIA RELATIVA DE SU FLORA LEÑOSA, ISLAS DE LA VIEJA PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA, COLOMBIA, CARIBE SUROCCIDENTAL

Por

Jorge Ruiz Linares¹ & María Claudia Fandiño Orozco²

Resumen

Ruiz Linares, J. & M. C. Fandiño Orozco: Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **33**(126): 5-15, 2009. ISSN 0370-3908.

El propósito del presente trabajo es presentar evidencia sobre la condición del Bosque Seco Tropical (BsT) en las islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina. Se realizó un estudio cronológico del cambio de la cobertura del BsT entre 1944 y 2005. Adicionalmente, se levantaron sobre el bosque 109 cuadrantes de 2 x 50 m siguiendo el protocolo de **Gentry** (1982) y se realizó una aplicación de los modelos de abundancia de especies a los datos. Se concluye que desde el año 1944 el BsT ha presentado una tendencia a la recuperación hasta el 2000. No obstante, para el año 2005 se observó un retroceso a los niveles observados en 1990. Por su parte, la distribución log-normal de abundancia de especies sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado. Anacardiaceae es la familia con el mayor Índice de Importancia Relativa y *Acacia collinsii* L. lo es a nivel de especies.

Palabras clave: Bosque seco tropical; Caribe; Colombia; índice del valor de importancia; Providencia.

¹ Profesor Asociado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, Convenio UPTC-IGAC. Investigador Asociado, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Docente Categoría Doctor III, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C. Correo electrónico: jorge.ruiz@uptc.edu.co

² Coordinadora Incentivos a la conservación para el manejo del territorio, Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y áreas protegidas, Bogotá, D. C. Colombia. Correo electrónico: mfandino@patrimoniounatural.org.co

Abstract

The purpose of this paper is to present evidence on the condition of the Dry Tropical Forest (DtF) in Old Providence. A chronological study was carried out in order to assess the land cover change in DtF between 1944 and 2005. Additionally, we established 109 plots 2 x 50 m, following the protocol by **Gentry** (1982); and species abundance models were fitted to the data. It is concluded that up to 2000 the forest recovered, yet, in 2005 it retreated to 1990 levels. The lognormal distribution suggests that the forest is indeed in good condition. Anacardiaceae is the family with the highest Importance Value Index (IVI) while *Acacia collinsii* is the species with the highest IVI.

Key words: Caribbean; Colombia; Dry Tropical Forest; Importance Value Index; Old Providence.

Introducción

Existen muchas definiciones de lo que constituye un bosque seco tropical (BsT) (**Mendoza**, 1999). No obstante, una de las principales características es el estrés hídrico que presentan por una pronunciada época seca con poca o ninguna precipitación (**Mooney et al.**, 1996); una precipitación inferior a los 2000 mm (**Cabrera et al.**, 2006); una elevación igual o inferior a 1000 m y una temperatura entre los 17 y 35°C (**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt**, 1998). Los bosques secos han recibido mucha menos atención científica y de gestión para su conservación en comparación a los bosques más húmedos (**Prance**, 2006). Cuando se hace referencia a la deforestación en América Latina y el Caribe, el análisis se centra generalmente en las zonas de bosques húmedos tropicales y subtropicales, olvidándose que las pérdidas pueden ser de igual o mayor magnitud en los BsT (**Winograd**, 1995). En efecto, muchos autores se refieren a este ecosistema, como uno de los más amenazados del neotrópico. Debido a la fertilidad de sus suelos, el BsT ha sido foco de desarrollo agrícola y objeto de una intensa transformación (**Chávez y Arango**, 1998; **Janzen**, 1988). **Miles y colaboradores** (2006) afirman que un 97% del BsT se encuentra en peligro de destrucción; y a pesar de sus altos niveles de endemismo y diversidad florística se encuentran mal protegidos (**Pennington et al.**, 2006). Las mayores aéreas de bosque seco tropical se encuentran al sur del Amazonas así como en las costas caribeñas de Colombia y Venezuela (**González-Carranza et al.**, 2008). **Prance** (2006) subraya que la vasta extensión de ese ecosistema frecuentemente no se ha contemplado en los esfuerzos de conservación. Colombia no es ajena a lo anterior y es claro lo mal representado que se encuentra este ecosistema en el portafolio de áreas protegidas (**Ruiz y Fandiño**, 2007; **Arango, et al.**, 2003; **IDEAM, SINCHI, iAvH, IIP, INVEMAR**, 2002), con relictos protegidos tan solo en dos parques

nacionales. El Tayrona en el departamento del Magdalena y el Old Providence & McBean Lagoon en Providencia. Según lo documentado a nivel de estudios subnacionales ecosistémicos en el Informe Nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004 (**Arango y Díaz**, 2006), se destaca de igual manera una baja representatividad de este ecosistema a nivel de las áreas protegidas referentes a categorías del orden nacional, regional y local (**IAvH**, 2002a, 2002b; **Armenteras et al.**, 2003; **Morales**, 2004).

Existe poca claridad frente a la extensión original del BsT en Colombia. Según **Etter** (1993), del área original de 80.000 km² de BsT o subhúmedos existentes en el país, sólo quedaba cerca del 1,5%. Empero, una reciente publicación (**IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIP**, 2007) calcula que el 13% de 76,581 km² del gran bioma del BsT corresponde a vegetación secundaria, excluyendo arbustales. Lo anterior estimaría la extensión actual del BsT en 9,955 km², en franco reto a los estimativos tanto de **Etter** (1993) como de **Díaz** (2006), como se observa a continuación.

La distribución original del BsT en Colombia se encontraba en los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca y en las regiones de la llanura Caribe (**Repizzo y Devia**, 2008). En estas últimas encontramos los bosques secos más extensos que cubren unos 1.355 km²; pero casi la mitad de estos se encuentran fuertemente intervenidos (**Díaz**, 2006). No obstante, la intervención no es reciente, toda vez que existe evidencia de esta desde la época precolombina (**Márquez**, 2004).

Por otro lado, algunos investigadores de este ecosistema, como por ejemplo **Gardner** (2006), así como **Silva y colaboradores** (2006), están postulando ante la comunidad científica tratar a las comunidades de sabanas tropicales y el bosque seco tropical como uno solo, en vista de su íntima relación y los mosaicos que estos forman. En el caso

colombiano, esto implicaría considerar a los llanos orientales como parte de este ecosistema. De hecho **Miles y colegas** (2006) consideran el piedemonte llanero colombiano como BsT. Lo anterior, hace aún menos claro, la extensión actual de este ecosistema tan amenazado.

En cuanto a las características de composición y estructura de los BsT de Colombia, se sabe que son similares a las observadas en otros bosques secos del neotrópico (**Gentry**, 1996; **Mendoza**, 1999). El estudio de los estados de crecimiento secundario es fundamental para el entendimiento de la dinámica de la pérdida del bosque y su recuperación (**Hartter et al.**, 2008).

Gentry y sus colegas (1982) desarrollaron una metodología estándar de muestreo rápido en BsT., la cual consiste en levantar diez cuadrantes de 2 x 50 m equivalentes a 0.1 ha., y censar toda la flora leñosa viva de más de 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) en estructura y composición. No obstante, algunos autores han optado por modificar el protocolo de **Gentry** (1982) con el fin de incluir especies de 1 a 2.5 cm **Mendoza** (1999). Este hecho, se ha convertido en un obstáculo para la comparación entre distintos puntos de muestreo, lo que ha dificultado en gran medida la posibilidad de establecer los patrones de riqueza y la distribución de especies leñosas de este ecosistema.

El botánico **Gentry** visitó la isla en 1993, meses antes de su fallecimiento, y en sus notas de campo en puño y letra, que fueron publicadas por **González y colaboradores**

(1995), menciona que el bosque de Providencia se encuentra en buen estado, valiendo la pena su conservación. Con base en el análisis conjunto de tres de nuestros estudios sobre el BsT en estas islas, deseamos mostrar evidencia al respecto, en tanto que se presenta una aproximación de ecología del paisaje que contempla el muestreo de varias edades sucesionales del BsT de todas las Islas, presentando la más larga cronosecuencia y la mayor área muestreada de BsT con réplicas de 2 por 50 m en el neotrópico, de manera que lo reportado puede acercarse al nivel del área de parcelas permanentes en BsT.

Descripción del área de estudio

Las islas colombianas de la Vieja Providencia y Santa Catalina se encuentran ubicadas en el caribe occidental, (13°21 N, 81°21 W), 230 km al este de Nicaragua y a 714 km, al noreste de Cartagena de Indias. El archipiélago registró entre 1973 y 2006 una temperatura promedio de 27.6°C y una precipitación media anual de 1.681 mm. Pareciera que durante los últimos 33 años la temperatura se ha incrementado ya que desde 1977 no se registra temperatura por debajo de 27°C. Al mismo tiempo, la precipitación parece haberse aumentado, ya que desde 1998 no se registra por debajo de 1,500 mm. El archipiélago presenta una época seca de enero a mayo, cuando la evaporación es superior a la precipitación, mientras que 90% de la precipitación ocurre de julio a diciembre (Figura 1). Lo anterior, según los datos provenientes de la estación meteorológica del Insti-

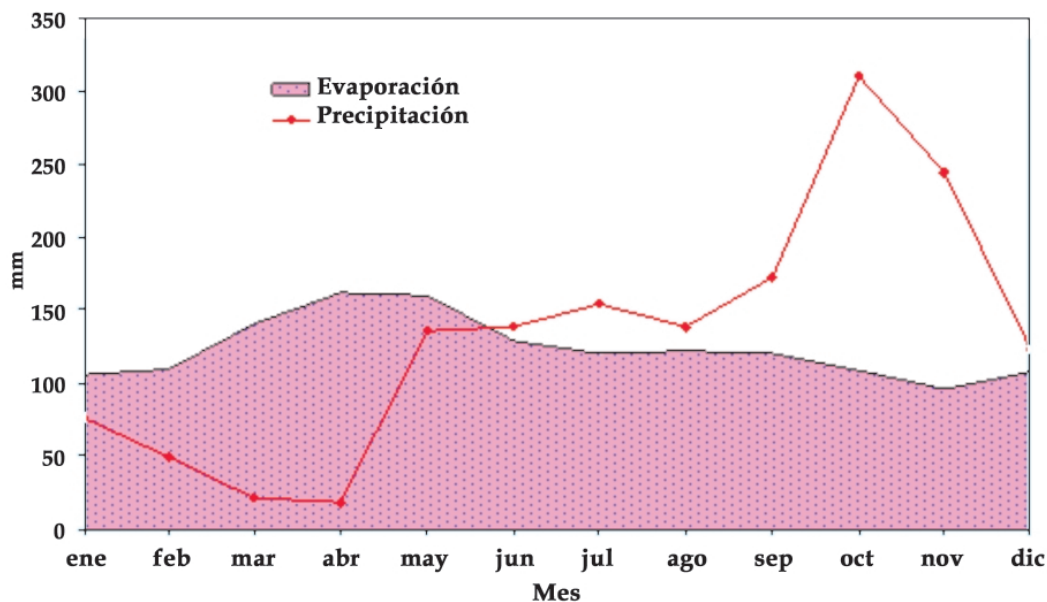


Figura 1. Evaporación y precipitación mensual en Providencia observada entre 1973 y 2006, estación meteorológica del IDEAM, Aeropuerto El Embrujo.

tuto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ubicada en el aeropuerto “El Embrujo” de Providencia.

Aproximadamente el 57% de la isla presenta una cobertura vegetal considerable (Ruiz *et al.*, 2005 a). La isla tiene relictos de manglar, bosques y fincas dedicadas a la ganadería, y en menor medida, a la agricultura. La topografía de estas islas, por su origen volcánico, es mayoritariamente escarpada. De otro lado, sus suelos son arcillosos, arenosos y franco arcillo arenoso y arcillo limosos, con un pH de 3.8- 6.2. En cuanto a la erosión, presentan una tendencia a muy erosionados y esqueléticos con cárcavas profundas y presenta una hidrología en crisis muy avanzada (Valdés *et al.*, 1997).

Materiales y métodos

En la tabla 1 se presentan los estudios sobre el bosque seco tropical en las Islas de la vieja Providencia y Santa Catalina que son objeto del análisis llevado a cabo en el presente artículo, los cuales, se han enfocado en establecer el cambio de la cobertura boscosa, la riqueza, la composición y el estado del BsT a través de una cronosecuencia 1944-2005 y de la aplicación de modelos de abundancia de especies.

A continuación se presentan, de manera sucinta, los aspectos metodológicos referentes a la estimación de la cronosecuencia, el muestreo estratificado aleatorio simple, y la caracterización de la flora leñosa del BsT según protocolo de Gentry (1982). Mayores detalles sobre la metodología de los tres estudios está disponible en las publicaciones e informes de Ruiz y Fandiño (2007, 2006 a y b), y Ruiz y colaboradores (2005a y b).

Estimación de la cronosecuencia 1944-2005

Con base en seis ventanas de ortofotografía pancromática de los años 1944, 1969, 1974, 1984, 1990 y 1996,

con escalas desde 1:6,500 a 1:22,500; así como tres juegos de imágenes satelitales de 1999, 2000 y 2005, LANDSAT 7 ETM+ para las dos primeras y QUICKBIRD para la última; se establece una cronosecuencia de las propiedades de al menos 45 por 70 m en las islas de la vieja Providencia y Santa Catalina, como unidad de análisis, que a junio del 2005 aparecieran con cobertura boscosa en la imagen QUICKBIRD. Para cada ventana de teledetección, esto es, fotografía aérea o imágenes de satélite, cada predio fue clasificado dicotómicamente con cobertura boscosa o no, si el predio tenía mayoritariamente una u otra categoría. Los polígonos de los predios se digitaron con base en los mapas catastrales de 1996 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Estos mapas análogos fueron escaneados y luego georeferenciados para luego digitar en el software ArcView 3.2 aquellos predios que cumplían con el criterio de inclusión anteriormente descrito. De esta forma se instaura la edad de los predios en el archipiélago. Esto es, de un lado, aquellos que jamás registraron actividad agrícola alguna y de otro, la edad desde su abandono de estas prácticas. A partir de la estimación de la cronosecuencia, se estableció la dinámica de la cobertura boscosa.

Marco muestral

A partir de la estimación de la cronosecuencia, se pudieron identificar 445 propiedades de diferentes edades de abandono del bosque (tabla 2).

Con este marco muestral, se procedió a efectuar un muestreo aleatorio estratificado, siendo la clase etárea el estrato, esto es, los seis grupos etarios (tabla 3). El objetivo era obtener un esfuerzo muestral aproximadamente equivalente por estrato, lo cual permite contar con una aproximación a escala de paisaje ya que se muestrearon varias edades sucesionales en todas las islas, en otras palabras, tanto en Providencia como en Santa Catalina.

Tabla 1. Estudios sobre el BsT de las Islas de la vieja Providencia y Santa Catalina, objeto del análisis llevado a cabo en este artículo

Estudio 1 Ruiz (2002)	Estudio 2 Ruiz y Fandiño (2006a)	Estudio 3 Ruiz y Fandiño (2006b)
La sucesión secundaria del bosque seco tropical a través de una cronosecuencia entre 1944-2000 en la isla de Providencia, Colombia. Tesis doctoral	Estructura y estimación no paramétrica de la riqueza total de especies del bosque seco tropical a través de una cronosecuencia teledetectada de más de 60 años en la Isla de Providencia, Colombia. Proyecto financiado por COLCIENCIAS, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad de La Salle en Bogotá, D.C.	Impacto del huracán Beta en los bosques de Providencia Proyecto financiado por Coralina.

Tabla 2. Número de propiedades de 45 x 70 m que conforman el marco muestral por clase etárea.

Clase etárea en años	Número de propiedades
< 6	62
6 a 10	43
11 a 16	46
17 a 31	52
32 a 61	62
> 61	180
Total	445

Caracterización de la vegetación

La tabla 4 muestra los principales aspectos de los tres estudios, en relación con la caracterización de la flora leñosa en las islas de la vieja Providencia y Santa Catalina, siguiendo el protocolo de Gentry (1982). Para cada cuadrante se censa toda la flora leñosa viva, con más de 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), perpendicular a la pendiente. Se mide el DAP de cada individuo a 1.3 m del suelo, o de cada fuste de este, si es del caso. En el evento de encontrar árboles que en su base son cónicos, se estima el DAP en el límite inferior cuando pasan a ser

Tabla 3. Esfuerzo muestral de cada uno de los estudios, mediante muestreo estratificado aleatorio simple.

Clase etárea	Edad aproximada de la clase etárea en años	Número de cuadrantes muestreados			Total
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	
1	< 6	6	11	0	17
2	6 a 10	12	4	0	16
3	11 a 16	13	3	0	16
4	17 a 31	9	8	2	19
5	32 a 61	7	9	2	18
6	> 61	12	6	5	23
Total		59	41	9	109

Tabla 4. Aspectos generales de los tres estudios, en relación con la caracterización de la flora leñosa en Providencia y Santa Catalina, siguiendo el protocolo de Gentry (1982).

Variable	Estudio 1 Ruiz (2002)*	Estudio 2 Ruiz y Fandiño (2006a)	Estudio 3 Ruiz y Fandiño (2006b)**	TOTAL
Número de cuadrantes de 2 por 50 m	59	41	9	109
Raizal que apoyo el trabajo de campo	A. Duffis	H. Newball	R. Robinson	
Fecha de recolección de muestras	diciembre de 2000 a enero de 2001	julio a agosto de 2005 y diciembre 2005 a enero de 2006	abril de 2006	
Número de individuos	2.056	1.409	260	3.725
Número de fustes	3.120	1.993	403	5.516
Número de familias	36	24	13	39
Número de géneros	58	37	19	61
Número de especies	72	61	53	113

* Nota: se excluyeron lianas.

** Nota: este trabajo levanta 11 cuadrantes pero para el presente estudio se incluyen tan solo 9 cuadrantes puesto que los otros dos son duplicados exactos con individuos marcados.

cilíndricos. La altura se calcula con una vara si es menor a 5 m o visualmente si es mayor. Se anota su nombre vernacular, según cada uno de los tres raizales que asistieron el trabajo de campo. Se recolectaron *aproximadamente* 100 muestras de la flora leñosa. Todas las muestras vegetales de los tres trabajos se encuentran depositadas en el herbario Federico Medem (FMB) del Instituto de Investigación Alexander von Humboldt en Villa de Leyva, Boyacá, con 30 réplicas depositadas en el Museo de Historia Natural de la Universidad de La Salle, campus del centro en Bogotá, D. C. Las muestras recolectadas se compararon con otro material vegetal depositado en FMB, en particular el de **Morales** (2005). Lo anterior permitió adelantar una comparación de los ejemplares recolectados, a nivel de nombre científico, vernáculo, así como los ejemplares sin identificar, permitiendo reducir el número de especies desconocidas, o reportar la familia, género y en algunos casos hasta la especie. La identificación de los nuevos especímenes recolectados en el primer estudio (tabla 1) fue adelantada por R. Bernal, J. L. Fernández, E. Linares y J. C. Murillo del Herbario Nacional Colombiano (COL); P. E. Berry de la Universidad de Wisconsin (WIS, Madison, Wisconsin, EUA); R. Liesner, J. L. Matt, J. S. Miller, J. Pruski y C. M. Taylor del Missouri Botanical Garden (MO, Saint Louis, Missouri, EUA) y finalmente por F. R. Barrie del Field Museum (F, Chicago, Illinois, EUA) (**Ruiz y Fandiño**, 2007).

Cálculo del Índice de Valor de Importancia

Con el Índice de Valor de Importancia (IVI) se midió de forma comprensiva el aporte de frecuencia, densidad y dominancia relativa de las especies leñosas, como una forma de ilustrar la composición de la flora leñosa. Se fusionaron en EXCEL los datos de abundancia por especie con nombre común y científico de los tres estudios. En caso de no contar con ninguno de los dos, se les dio un único número luego de las letras PD "Por determinar. El Índice de valor de importancia (IVI) (**Stiling**, 1999; **Lamprecht**, 1990) está compuesto por la suma de la densidad, frecuencia y dominancia relativas. Su máximo valor es de 300 e indica la importancia estructural de una especie en particular respecto a la comunidad florística muestreada, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$IVI = DeR + DoR + FR$$

Donde IVI = Índice de Valor de Importancia

DeR = Densidad Relativa

DoR = Dominancia Relativa

FR = Frecuencia Relativa

La densidad relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las "ocurrencias" de una especie en particular, respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela. Se la calcula de la siguiente manera:

$$DeR = (E_i / \sum E) \times 100$$

Donde:

DeR = Densidad Relativa

E_i = Numero de ocurrencias de la especie i

$\sum E$ = Número total de individuos

La dominancia relativa se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:

$$DR = (AB_i / \sum AB) \times 100$$

donde:

DR = Dominancia relativa de la especie i

$\sum AB_i$ = Sumatoria de las áreas basales de la especie i

$\sum AB$ = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra

El área basal se calcula elevando al cuadrado el DAP de cada individuo o cada fuste, según el caso, y multiplicando el resultado por la constante 0.007854. El área basal se expresa en $m^2 \text{ ha}^{-1}$.

La frecuencia relativa de las especies mide su dispersión dentro la comunidad vegetal.

$$FR = (F_i / \sum F) \times 100$$

donde:

FR = Frecuencia relativa de la especie i

F_i = Número de cuadrantes donde la especie i ocurre

$\sum F$ = Sumatoria total de ocurrencias de todas las especies en todos los cuadrantes.

Adicionalmente, se calculó el mismo índice pero para familias en lugar de especie, haciendo los ajustes del caso.

Cálculo de la distribución y frecuencia de especies

Los datos de abundancia de las especies encontradas en cada estudio, se consolidaron en un solo archivo. Siguiendo a **Magurran** (2004) se calcula la distribución y

frecuencia de las especies encontradas para probar el modelo de abundancia de especies más apropiado. La metodología para este punto consiste en hacer una matriz de las frecuencias de las distintas especies y graficarlas en una figura con el eje "Y" en escala logarítmica. La prueba estadística es el Chi cuadrado.

Resultados

Los resultados de la dinámica de la cobertura boscosa corresponden al 70% de las islas aproximadamente, dado que el 30% restante se relaciona con cuerpos de agua, arena, coberturas impermeables, por ejemplo: vías, pista del aeropuerto, construcciones, entre otros, manglares y predios más pequeños a la unidad mínima de mapeo. De acuerdo a estos resultados la cobertura boscosa en las islas de la vieja Providencia y Santa Catalina tuvo una franca recuperación entre 1944 y 2000 (Ruiz *et al.*, 2005b), mientras que entre el 2000 y 2005 hubo pérdida del bosque. Se documenta que mientras para el período 1944 a

1969 hubo un decrecimiento del área boscosa, para 1984 se logró un crecimiento del bosque secundario y luego entre 1984 y 1990 vuelve a decrecer. De acuerdo a estos resultados, la recuperación del BsT observada entre 1944-2000 es la mayor registrada para los 60 años del periodo de observación, mientras que entre el 2000 y 2005 la cobertura boscosa se reduce a niveles comparables con los observados en 1990 por Ruiz (2002) (Figura 2).

Se censaron un total de 3.725 individuos con 5.516 fustes que reportaron 113 especies, 61 géneros y 39 familias (Tabla 4). De las muestras recolectadas en los tres estudios, 33 especímenes no se pudieron identificar ni siquiera a nivel de familia. El hecho que los tres estudios se hayan realizado primordialmente en la época seca dificultó la identificación de un mayor número de especies. Así mismo, el apoyo de tres raizales diferentes para el trabajo de campo, sin lugar a dudas, causó ruido en la identificación de especies por nombre común, ya que algunas especies tienen más de un nombre común.

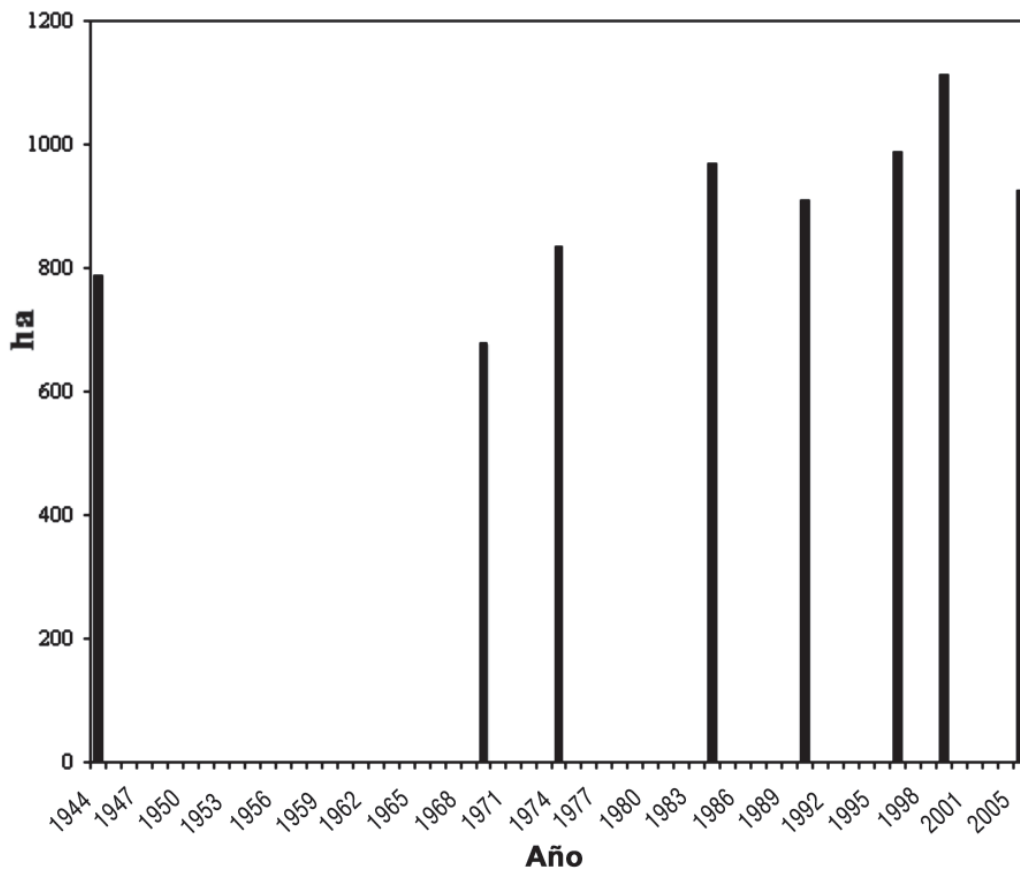


Figura 2. Cobertura del bosque seco tropical en las islas de la vieja Providencia y Santa Catalina en predios de al menos 45 por 70 m, 1944 a 2005.

La curva de abundancia relativa versus especies leñosas (figura 3) muestra una curva sigmoideal sugiriendo que las especies de abundancia intermedia son más comunes. Lo anterior sugiere que se trata de una curva log-normal, con una Chi-Cuadrado significativo, indicativa de una comunidad leñosa, grande, madura y variada (Magurran, 2004).

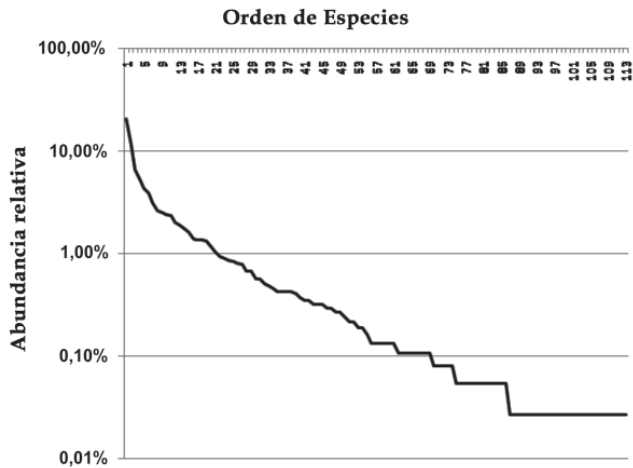


Figura 3. Abundancia relativa de las 113 especies leñosas encontradas en 109 cuadrantes de 2 x 50 m en Providencia y Santa Catalina, prueba de Chi-Cuadrado $p < 0.05$.

Por su parte, dado el alto valor reportado por la dominancia relativa, la familia con el mayor IVI es Anacardiaceae, una familia claramente asociada al BsT. (figura 4). Esta familia reporta cuatro especies de gran porte, entre las que

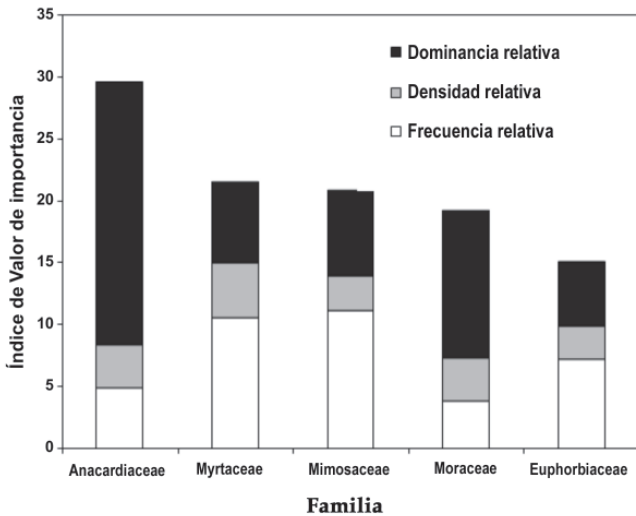


Figura 4. Las primeras cinco familias de especies leñosas del BsT de Providencia y Santa Catalina, con los Índices de Valor de Importancia (IVI) más altos, y los respectivos aportes de dominancia, densidad y frecuencia relativa.

se encuentran el mango (*Mangifera indica* L.), *Metopium brownei* Jacq. Urb.), Hog plum (*Spondias mombin* L.) y (*Spondias purpurea* L.). Le siguen las familias Myrtaceae con cinco especies y Mimosaceae con tres especies, pero no por el considerable aporte de las áreas basales, como es el caso de Anacardiaceae, sino principalmente por su frecuencia relativa. En otras palabras, estas dos familias fueron frecuentemente encontradas en los sitios muestreados pero, se trata de árboles que no son de gran porte como es el caso de Cock spur (*Acacia collinsii* L.) o Round Berries (*Campomanesia* sp.). Entre estas cinco familias con más altos IVI, sobresale Myrtaceae por tener el mayor valor en lo que respecta a densidad relativa, atribuible a lo prevalente que es Round Berries. Finalmente están Moraceae con tres especies, entre las que se encuentra el Higo (*Ficus trigonata* L.) y Euphorbiaceae con cuatro con especies como el Goat wood (*Croton glabellus*).

La figura 5 muestra las primeras cinco especies con los Índices de Valor de Importancia (IVI) más altos y los respectivos aportes de dominancia, densidad y frecuencia relativa. Cock spur (*Acacia collinsii* Saff.) presenta el mayor índice de valor de importancia atribuible principalmente al elevado número de ocurrencias de esta especie en los cuadrantes levantados. Es sin lugar a dudas la especie leñosa más común en el bosque. Enseguida se encuentra Round Berries (*Campomanesia* sp.) que exhibe una dominancia y frecuencia relativa muy similar a Cock spur, siendo la densidad relativa un poco menor. En otras palabras, tanto Cock spur como Round Berries son especies muy comunes en el archipiélago. Hog plum (*Spondias*

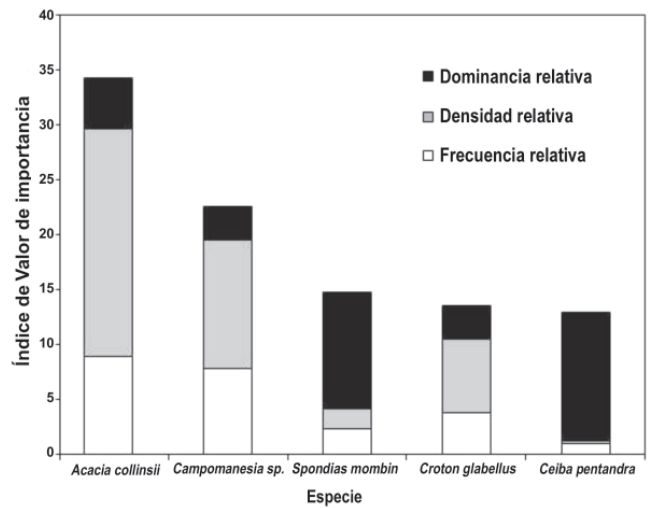


Figura 5. Las primeras cinco especies de flora leñosa del BsT de Providencia y Santa Catalina, con los Índices de Valor de Importancia (IVI) más altos, y los respectivos aportes de dominancia, densidad y frecuencia relativa.

mombin L.) es la especie arbórea que ocupa el tercer lugar del IVI, principalmente por su gran porte y por ende su contribución de área basal, siendo sobrepasada en este aspecto tan solo por otro árbol de gran tamaño como lo es la Ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), que ocupa el quinto lugar. El cuarto lugar lo registra el Goat wood (*Croton glabellus* L.) un árbol que alcanza 10 m de altura, que es común en el archipiélago.

Discusión

Con más de 3500 individuos censados, consideramos que la representación de la flora leñosa de Providencia es robusta.

La flora aquí descrita con base en los cinco primeros IVIs a nivel de familia y especie, nos indica que los bosques de Providencia son característicos del BsT. Adicionalmente, encontramos que hay especies de fauna que también se encuentra asociada al BsT, tal es el caso de la tortuga Morrocoy (*Geochelone carbonaria*), de ecología de este bosque, la cual fue supuestamente introducida en Providencia (Castaño-Mora, 2002). Como en otros BsT, vemos varias características a resaltar: presencia de cactáceas como el Dildoc (*Acanthocereus pentagonus* (L.) Britton & Rose), lianas como por ejemplo la familia Dilleniaceae, palmas como Wild pop thatch (*Acoelorrhaphe wrightii* (Grisen. & H. A. Wendl.) Sobre este particular, cabe anotar que dos de las especies de palmas se encuentran clasificadas en peligro según el libro rojo de UICN. También se encuentran en el BsT del Providencia y Santa Catalina, plantas espinosas como el Prickly yellow (*Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC). Aunque las anteriores especies no alcanzaron a ubicarse entre los primeros cinco IVI reportados fueron reportados en Ruiz y Fandiño (2007) o González *et al.*, 1995. Además se encuentran un buen número de especies caducifolias como Round Berries (*Campomanesia* sp.), muchos árboles de hojas pequeñas o micrófilas, como el Wild tamarind (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) salvo contadas excepciones como el trompeta (*Cecropia peltata* L.).

La flora de las islas de Providencia y Santa Catalina es muy diversa, tal y como lo evidencia el modelo log-normal, propio de bosques en buen estado. Lo anterior, sumado a la tendencia general observada de recuperación del bosque en los últimos 60 años, representan evidencias a la anotación de Gentry en el libro de González *et al.* 1995, siendo la flora leñosa del archipiélago un juego de la flora mesoamericana y antillana, más afín a esta última (Ruiz y Fandiño, 2007). El trabajo de Morales (2005) concluye una mayor afinidad florística con las Antillas, no obstante este

trabajo es exclusivo de la zona del *Peak*. Con el trabajo de González *et al.*, (1995) así como el de Lowy (2000), no es posible discernir cual flora es reportada para San Andrés y cuál para Providencia.

La diferencia positiva del IVI de *Acacia collinsii* Saff., una especie leñosa, dura, y asociada a ecosistemas secos (Steward & Dunson, 1994), resulta significativa frente a los demás valores del IVI reportados para las otras especies, posiblemente porque esta especie es pionera e indicadora de bosques secundarios que han sido intervenidos, o que están sufriendo un proceso de regeneración, característica de la mayor parte del bosque de las islas. Además, esta especie se encontró incluso en los bosques que albergan árboles de gran porte. Cabe anotar que las especies que presentaron un mayor índice de valor de importancia presentan una alta distribución en los bosques secos que circundan las islas y que pueden estar poblándola seguramente por sus habilidades de dispersión.

Finalmente, sin lugar a dudas el BsT de Providencia y Santa Catalina exhibe bosques muy ricos en especies y en buen estado de conservación. Por lo que se puede considerar como banco genético *in situ* de especies que alguna vez poblaron las islas antillanas (Morales, 2005). Este banco es importante en vista de que es posible que el bosque seco primario, independientemente de su uso pasado, se recupere (Romero-Duque *et al.*, 2007). Empero, el archipiélago es extremadamente pequeño y por lo tanto con poca resistencia al disturbio.

Agradecimientos

Parte de esta investigación se adelantó en la jurisdicción del Parque Nacional Natural Old Providence y McBean Lagoon, gracias al permiso de investigación 229 de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. La colecta de especies estuvo amparada por el permiso de investigación 006 y la resolución 598 del 15 de agosto de 2006 de CORALINA. Este artículo fusiona tres trabajos de investigación, en primer lugar la tesis doctoral de Jorge Ruiz (2002) en la University of Connecticut, el proyecto de investigación financiado por la Universidad de La Salle (Proyecto No. PINV-013-05), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y COLCIENCIAS (Proyecto Número 1243-13-16640), y por último el proyecto sobre el impacto del Huracán Beta financiado por CORALINA. Agradecemos el soporte prestado por María Cristina Durán y Camilo Cárdenas de COLCIENCIAS, así como de la Dra. María de Jesús Restrepo y Alexander Cotte del Departamento de Investigaciones de la Universidad de La Salle. La identifi-

cación de especies a nivel de nombre común fue posible gracias a los raizales Asmond Duffis (Q. E. P. D.), Hawthorne Newball, y Regino Robinson. Agradecemos el apoyo logístico prestado en el archipiélago por Marcela Cano de Parques Nacionales, así como por Elizabeth Taylor, Martha Prada y Fanny Howard de CORALINA. Reconocemos la calurosa hospitalidad brindada por la familia Talero durante nuestras salidas de campo y el apoyo logístico gentilmente ofrecido del Ing. Juan Manuel Orozco. Finalmente, deseamos reconocer las correcciones y sugerencias de un evaluador anónimo nombrado por la ACCEFYN y a Miguel Ángel Romero la corrección de estilo. Esta es una publicación oficial del grupo Caldas registrado con el número COL0021613 en el GrupLac de Colciencias.

Bibliografía

- Arango, N., Armenteras, D., Castro, M., Gottsmann, T., Hernandez, O.L., Matallana, C.L., Morales, M., Naranjo, L.G., Rengifo, L.M., Trujillo, A.F., y H. Villarreal. 2003. Vacíos de conservación del sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF Colombia, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 64 p.
- Arango-V, N. y J.M., Diaz-M. 2006. Representatividad del sistema de áreas protegidas de Colombia. Tomo I. 272-286 p. En: Chaves, M.E. y Santamaria, M. (eds). 2006. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 2 tomos.
- Armenteras, D., Gast, F. & Villarreal H. 2003 Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113: 245 – 256.
- Cabrera, E. & Galindo G. A. 2006. Aproximación metodológica para la delimitación de ecosistemas de enclaves secos. Caso piloto: Cañones del río Dagua y del río Tuluá, Valle del Cauca – Colombia. Bogotá, D. C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Castaño-Mora, O. V. (Ed.) 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá, D. C. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional.
- Chávez M. & N. Arango (Eds.) 1988. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Bogotá, D. C.: Ministerio del Medio Ambiente/United Nations.
- Díaz, J. M. 2006. Bosque seco tropical en Colombia. Cali: Banco de Occidente.
- Etter, A. 1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. Bogotá: CEREC/Fundación Alejandro Ángel Escobar.
- Gardner, T. A. 2006. Tree-grass coexistence in the Brazilian cerrado: demographic consequences of environmental instability. *Journal of Biogeography* 33:448-463.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.
- Gentry, A. H. 1996. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forest. En: Bullock S, Medina EHA, Mooney HA (Editores). *Tropical deciduous forest Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gonzalez-Carranza, Z., Berrio, J. C. Hooghiemstra, H., Duivenvoorden, J. F. & Behling, H. 2008. Changes of seasonally dry forest in the Colombian Patia Valley during the early and middle Holocene and the development of a dry climatic record for the northernmost Andes. *Review of Palaeobotany and Palynology en imprenta*.
- Gonzalez, F, Díaz J. N. & Lowy, P. 1995. An illustrated flora of San Andrés and Providencia. Bogotá: SENA.
- Hartter, J., Lucas, C., Gaughan, A. E. & Aranda, L. L. 2008. Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Applied Geography* 28:134-149.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIAP, 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIAP.
- IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR. 2002. Sistema de información ambiental de Colombia (SIAC). Tomo 2, Primera generación de Indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (1998). Bosque seco tropical. En: Chávez M. y N. Arango (Editores) Tomo 1 pp 56-71. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente/United Nations.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, IAvH. (2002a). Análisis preliminar de representatividad ecosistémica e identificación de vacíos de conservación y alternativas para el SIRAP del Departamento del Valle del Cauca utilizando sistemas de información geográfica. Informe interno. Bogotá, Colombia. 48p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, IAvH. (2002b). Caracterización biótica del corredor oriental de conservación para el SIRAP Huila. Informe interno. Bogotá, Colombia. 172 p.
- Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:105-116.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducido del alemán por A. Cacillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 365 p.
- Lowy, P. D. 2000. Flora vascular terrestre del archipiélago de San Andrés y Providencia. *Biota Colombiana* 1:109-124.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Márquez, G. 2004. Mapas de un fracaso naturaleza y conflicto en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales, IDEA No. 5.

- Mendoza, C. H.** 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del Río Magdalena, Colombia. *Caldasia* **21**:70-94.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C. May, I., Blyth, S., Kapos, V. & Gordon, J. E.** 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* **33**:491-505.
- Mooney, H. A., S. H. Bullock, & E. Medina.** 1996. Introducción. Pp 1-6. En: Bullock, S. H., H. A. Mooney, E. Medina (Eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Morales D. A.** 2005. Estudio de la flora del bosque seco caribeño de la isla de Providencia (Colombia) en el área del *Peak* y análisis de su afinidad geográfica. Bogotá, DC: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Departamento de Ecología, trabajo de grado presentado para obtener el título de Ecólogo.
- Morales M.M.** 2004. La presencia de la Asociación Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil en los Andes colombianos. Variaciones en los últimos dos años. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe interno. Bogotá, Colombia. 14 p + anexos.
- Pennington, R. T, Lewis, G. P. & Ratter, J. A.** 2006. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. Boca Raton, FL: Taylor and Francis.
- Prance, W.** 2006. Tropical savannas and seasonally dry forests: an introduction. *Journal of Biogeography* **33**:385-386.
- Repizo, A. A. & Devia, C. A.** 2008. Árboles y arbustos del valle seco del río Magdalena y e la región Caribe colombiana: su ecología y usos. Bogotá, D. C. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana.
- Romero-Duque, L. P., Jaramillo, V. J., Perez-Jimenez, A.** 2007. Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management* **253**:38-47.
- Ruiz, J. & Fandiño, M. C.** 2007. Plantas leñosas del bosque seco tropical de la Isla de Providencia, Colombia, Caribe occidental. *Biota Colombiana*, **8**:87-98.
- Ruiz, J. & Fandiño, M. C.** 2006a. Estructura y estimación no paramétrica de la riqueza total de especies del bosque seco tropical a través de una cronosecuencia teledetectada de más de 60 años en la Isla de Providencia, Colombia. Bogotá: Informe Final Proyecto1243-13-16640 presentado a COLCIENCIAS. Proyecto financiado por COLCIENCIAS, la universidad de La Salle y el Instituto Alexander von Humboldt.
- Ruiz, J. & Fandiño, M. C.** 2006b. The impact of hurricane Beta on the forests of Providencia Island, Colombia, southwest Caribbean. San Andrés Isla: CORALINA.
- Ruiz, J., Fandiño M. C. & Chazdon R. L.** 2005a. Vegetation Structure, Composition, and Species Richness Across a 56-year Chronosequence of Dry Tropical Forest on Providencia Island, Colombia. *Biotropica* **37**:520-530
- Ruiz, J., Fandiño M. C., Meyer, T. H. & Ortega I. M.** 2005b. Cambio de la cobertura boscosa en Providencia. *Revista de Investigación, Universidad de La Salle* **5**:141-153.
- Ruiz, J.** 2002. Long-term seasonally dry tropical forest succession after human disturbance in Providencia Island, Colombia. Storrs, CT: University of Connecticut, tesis de grado para optar el título de Ph. D. en Recursos Naturales.
- Silva, J. F., Fariñas, M. R., Felfil, J. M. & Klink, C. A.** 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* **33**:536-548.
- Stewart, J. L & Dunsdon, A. J.** 1994. Performance of 25 Central American dry zone hardwoods in a pantropical series of species elimination trials. *Forest Ecology and Management* **65**:183-193.
- Stiling, P.** 1999. *Ecology: Theories and applications*. New Jersey: Prentice Hall, 3rd. Edition.
- Valdés, C., Cárdenas, F., Devia, C. A.** 1997. Paisajes culturales y sistemas de producción en las islas de Providencia y Santa Catalina (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*. **6 y 7**:29-71.
- Winograd, M.** 1995. Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. GASE Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos. Proyecto IICA/GTZ, OEA y WRI. Costa Rica: San José.

Recibido: abril 28 de 2008.

Aceptado para su publicación: febrero 24 de 2009.

