

## COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE KÁRSTICO DE SAN PATRICIO, GUAYNABO, PUERTO RICO

Antonio Suárez<sup>1</sup>, Iván Vicéns<sup>2</sup> y Ariel E. Lugo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico

<sup>2</sup>Instituto Internacional de Dasonomía Tropical  
Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América  
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1119

### ABSTRACT

Five permanent plots were established along an elevational gradient in the San Patricio urban forest. At the time of the study (August, 2004) we found 29 forest species in a 0.19 ha area. Of these, seven were introduced and dominated the mogote valley where there had previously been a military base. The slopes and top of the mogote were dominated by native species, particularly *Coccoloba diversifolia*. Regeneration included foreign and native species that dominated the valley and the high areas of the mogote, respectively. The structure of the five stands was similar to tree densities between 1300 and 1790 trees/ha and the basal area between 18.4 and 38.6 m<sup>2</sup>/ha. Although the effect of human activity is conspicuous in the forest's species richness and class, we predict that in the future this effect will decrease in favor of a greater presence and richness of native species.

### ABSTRACTO

Se establecieron cinco parcelas permanentes a lo largo de un gradiente de elevación en el bosque urbano San Patricio. Al momento del estudio (agosto 2004) encontramos 29 especies arbóreas en un área de 0.19 ha. De éstas, siete eran introducidas y dominaban en el valle del mogote donde había existido una base militar. En las laderas y tope del mogote dominaban especies nativas, particularmente *Coccoloba diversifolia*. La regeneración incluía especies introducidas y nativas que dominaban respectivamente el valle y las áreas altas del mogote. La estructura de los cinco rodales era similar con densidades de árboles entre 1300 y 1790 árboles/ha y área basal entre 18.4 y 38.6 m<sup>2</sup>/ha. Aunque el efecto de la actividad humana es notable en la riqueza y tipo de especies del bosque, predecimos que en el futuro este efecto disminuirá a favor de una mayor presencia y riqueza de especies nativas.

### INTRODUCCIÓN

Con el aumento en el interés público de establecer contacto con la naturaleza, se torna necesario proveerle a la población acceso seguro a bosques públicos en zonas urbanas. Por lo general, estos bosques no han sido estudiados por los ecólogos, por lo que hay necesidad de describir su composición de especies, estructura y funcionamiento a la vez que se establezcan protocolos para su manejo y conservación.

Este estudio tiene como propósito describir los cambios en la estructura y composición de especies en el bosque San Patricio en Guaynabo, Puerto Rico a lo largo de un gradiente de elevación y servir como base para en el futuro observar el crecimiento y desarrollo del bosque. El estudio aporta al conocimiento de la estructura y composición de los bosques kársticos. A pesar de la gran extensión geográfica de los bosques kársticos en Puerto Rico (16 por ciento del área de bosques de la Isla; Helmer 2004) éstos han sido poco estudiados (Lugo *et al.*

2001). El bosque San Patricio tiene la peculiaridad de estar ubicado cerca del extremo este de la zona kárstica donde la incidencia de mogotes es considerablemente menor al sector oeste de la zona kárstica. Esta zona oeste es donde se han llevado a cabo la mayor parte de los estudios de la vegetación de los mogotes (Lugo *et al.* 2001).

### LUGAR DE ESTUDIO

El bosque San Patricio es un bosque urbano con un área de 27.6 ha (70 cuerdas) de las cuales 76 por ciento es una región llana y el resto está ocupado por un mogote. El bosque urbano es un concepto geográfico y se refiere a toda la vegetación arbórea de una ciudad o región urbana (Lugo 2002) incluso los árboles en bosques fragmentados, sus parques, avenidas, calles, casas, etc. A su vez, el bosque San Patricio es un bosque secundario, o sea, uno que ha crecido de forma natural luego de una modificación drástica del bosque que lo antecedió (Wadsworth 1997). El bosque surge luego de que una base militar abandona este lugar en la ciudad de

Guaynabo. Por lo tanto, la vegetación en la parte llana es secundaria ya que anteriormente el lugar era de uso residencial. La vegetación de mogote es vegetación nativa con poca evidencia de impacto humano.

### MÉTODOS

Se establecieron cinco parcelas circulares con un área de 380 m<sup>2</sup> cada una a distintas elevaciones, en el bosque San Patricio (Fig. 1). El centro de cada parcela se marcó con un tubo PBC de 2.5 cm de diámetro. Las elevaciones de las parcelas, determinadas con un aparato de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), fueron: 32, 26, 31, 56 y 92 m, comenzando por la región llana y culminando en el tope del mogote. Las parcelas se ubicaron permanentemente utilizando el GPS, con el cual se identifican las coordenadas de cada una (Tabla 1). Cada parcela consiste de un par de círculos concéntricos; el primero tiene un diámetro de 22 metros y el segundo de 5 metros (área de 19.6m<sup>2</sup>). Se marcó la vegetación del lugar

**FIGURA 1.** Foto aérea del bosque San Patricio. El mogote, con una torre de transmisión en el tope, está en la parte superior izquierda.



**TABLA 1.** Ubicación geográfica y elevación de las parcelas de estudio. Las coordenadas están en *Geographic/NAD-83, Rev. 97* y la elevación es sobre el nivel promedio del mar.

Parcela	Elevación (m)	Latitud (N)	Longitud (O)
1	32	18 24 29.973	66 05 27.144
2	26	18 24 35.249	66 05 30.959
3	31	18 24 36.408	66 05 32.721
4	56	18 24 39.334	66 05 33.962
5	92	18 24 40.847	66 05 36.304

teniendo en consideración que los árboles a marcar, encontrados en el círculo mayor, debían tener un diámetro a la altura del pecho (dap a 1.3m) de por lo menos 5cm. El círculo menor se utilizó para medir árboles  $> 2.5\text{cm} < 5\text{cm}$  dap. Éste círculo menor tiene como propósito estudiar la regeneración del bosque. Marcamos cada árbol con una etiqueta que identificaba el número de la parcela y el número del árbol.

Durante el mes de agosto del 2004, se llevó a cabo un inventario de árboles en las parcelas, donde cada uno se identificaba por especie y se categorizaba como introducida o nativa. También se midió el dap y la altura de cada árbol. Además se estableció un mapa de ubicación de cada árbol tomando la distancia que éste tiene al centro de la parcela y el ángulo con respecto al norte y con el centro de las parcelas como punto de partida (*bearing*). El Apéndice contiene toda la información de campo para facilitar la re-ubicación y medida de los árboles en un futuro.

Con los datos de campo estimamos la densidad de árboles, el área basal de éstos y el Valor de Importancia de cada especie. El Valor de Importancia se estimó como la suma del área basal relativa y la densidad relativa de cada especie, expresado en porcentaje. La densidad relativa y el área basal relativa es el porcentaje de la densidad y área basal total (respectivamente) representado por cada especie.

## RESULTADOS

Se encontraron 29 especies arbóreas en las cinco parcelas (Tabla 2). Se observó mayor variedad de especies en la ladera del mogote (56m de elevación) y menor en el valle a 31m de elevación. Encontramos siete especies introducidas que predominaban sobre las nativas en las parcelas del valle pero no en la ladera y tope del mogote. En las dos parcelas de más alta elevación dominaban las especies nativas y la importancia de las especies introducidas era insignificante. El Valor de Importancia más alto fue de *Delonix regia* a 26m de elevación, seguido por *Coccoloba diversifolia* a 92m de elevación. La curva de los rangos del valor de importancia varían entre una distribución geométrica en la parcela a 31m de elevación hasta una distribución casi log-normal en la parcela a 56m de elevación en la ladera del mogote (Fig. 2).

La densidad de árboles con  $\text{dap} \geq 5\text{cm}$  varió poco con elevación, aunque la parcela con menor densidad de árboles a 26m tuvo el mayor valor de área basal dado a que contenía árboles con el dap promedio más alto (Tabla 3). El área basal se duplicó entre las parcelas a 32 y 26m de elevación. La parcela con mayor cantidad de especies (56m de elevación) junto a la parcela de mayor elevación tenían los árboles más altos.

La densidad de árboles  $> 2.5 < 5\text{cm}$  de dap fue casi el doble de la densidad de árboles con  $\text{dap} \geq 5\text{cm}$  (Tabla 3). Sin embargo, su área basal y altura fueron bajas en comparación con la de los árboles

**TABLA 2.** Distribución por elevación de especies arbóreas en el bosque San Patricio. El número corresponde al Valor de Importancia de la especie en la parcela indicada. Las especies introducidas se identifican con un asterisco (\*).

Especie	Elevación de Parcela (m)				
	32	26	31	56	92
<i>Tabebuia heterophylla</i>	9				
<i>Roystonea borinquena</i>	1				
<i>Calophyllum calaba</i>	1				
<i>Terminalia catappa</i> *	12				
<i>Delonix regia</i> *	10	59	25		
<i>Albizia procera</i> *	26	10	41		
<i>Spathodea campanulata</i> *	30	18	1		
<i>Citharexylum fruticosum</i>	9	5	4	9	
<i>Eugenia monticola</i>	1	2		2	
<i>Casearia guianensi</i>	1				
<i>Malpighia infestissima</i>		1			
<i>Bourreria succulenta</i>		4		1	2
<i>Carapa guianensis</i> *		1	1		1
<i>Coccoloba diversifolia</i>		1		32	52
<i>Leucaena leucocephala</i>			28		
<i>Eugenia rondicollia</i>				8	3
<i>Eucalyptus robusta</i> *				2	
<i>Eugenia lancea</i>				3	
<i>Exostema caribaeum</i>				5	
<i>Guapira fragans</i>				3	
<i>Guatterria caribaea</i>				4	
<i>Krugiodendron ferreum</i>				5	
<i>Maitenus eliptica</i>				1	
<i>Ficus laevigata</i>				2	14
<i>Bursera simaruba</i>				6	9
<i>Bucida buceras</i>				16	12
<i>Sideroxylon foetidissimu</i>					1
<i>Sideroxylon salicifolium</i>					2
<i>Adenantha pavonina</i> *					4

≥ 5cm dap. Encontramos 10 especies en este estrato (Tabla 4), de las cuales tres eran introducidas. Ninguna de las especies introducidas creció sobre 32 m de elevación.

## DISCUSIÓN

La distribución de los árboles del bosque San Patricio es consistente con lo que se conoce de las otras zonas ecológicas de Puerto Rico (Wadsworth 1997). Entre las especies nativas, *Coccoloba diversifolia* (uverillo), fue la más dominante

(Tabla 2). Uverillo crece en las regiones forestales de la zona caliza húmeda y de la zona caliza seca de Puerto Rico (Wadsworth 1997). Ninguna otra especie nativa fue tan dominante como uverillo. *Bucida buceras* fue un segundo distante a uverillo en cuanto a dominancia en el mogote.

En contraste al comportamiento de las especies nativas, cuatro especies introducidas exhibieron altos niveles de dominancia, principalmente en el valle (Tabla 2). Encontrado en regiones húmedas de la Isla y a lo largo de las carreteras, al igual que en los

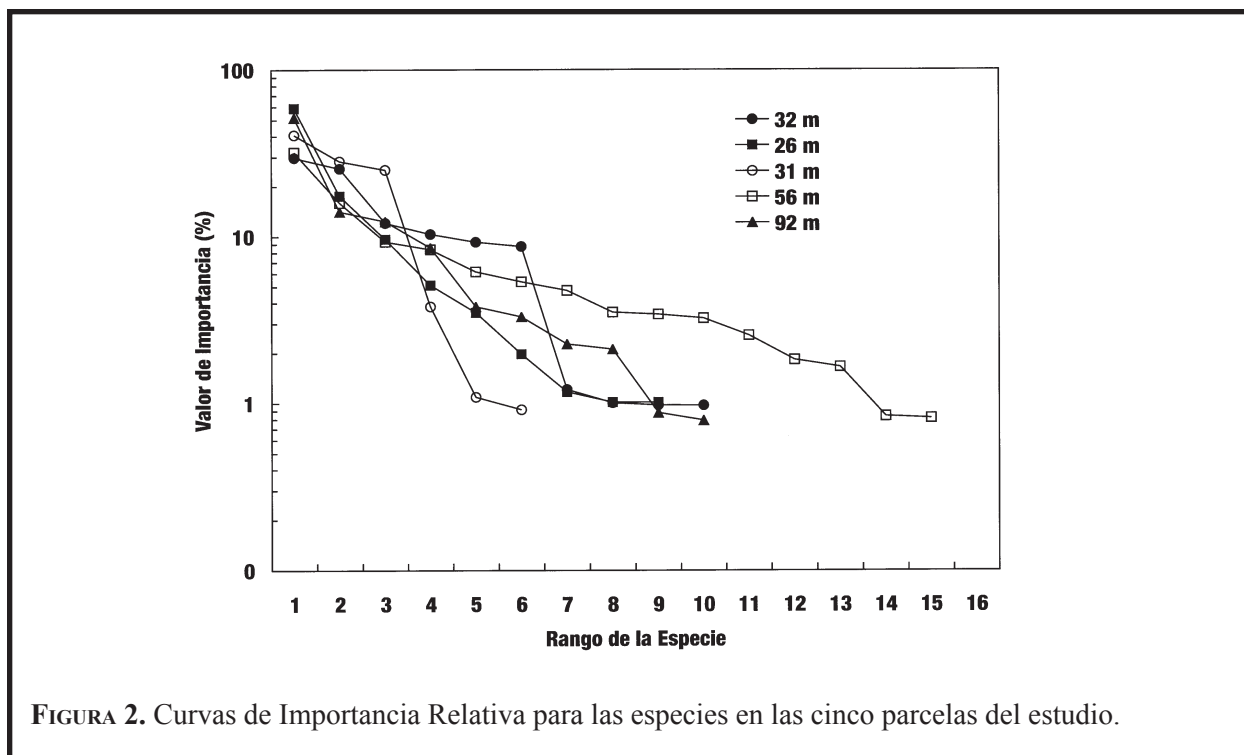


TABLA 3. Índices estructurales de árboles y parcelas en el bosque San Patricio. El área por parcela fue de 380 y 19.63 m<sup>2</sup>, respectivamente para árboles  $\geq 5$ cm y  $> 2.5 < 5.0$ cm dap.

Parámetro	Elevación de Parcela (m)				
	32	26	31	56	92
	Árboles $\geq 5$ cm dap				
Diámetro promedio (cm)	11.2	13.6	10.1	12.7	12.8
Altura promedio (m)	8.1	8.6	8.5	9.6	9.0
Densidad (árboles/ha)	1422	1395	1763	1763	1790
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	18.4	38.6	20.8	29.1	30.8
Número de especies	10	9	6	16	10
	Árboles $\geq 2.5 < 5$ cm dap				
Diámetro promedio (cm)	3.2	4.0	4.1	0.9	3.5
Altura promedio (m)	3.1	2.3	4.8	1.1	5.8
Densidad (árboles/ha)	3567	510	3568	3057	1529
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	3.0	0.6	0.7	2.5	2.5
Número de especies	3	1	2	4	2

jardines, el árbol *Delonix regia* (árbol dominante y con mayor importancia en la región llana) define el concepto exótico y a su vez es altamente conocido y propagado. En el caso de la *Leucaena leucocephala*,

un árbol invasor, es encontrado a lo largo de las carreteras, en pastos abandonados y en malezas, en las regiones calizas secas y costas secas de Puerto Rico (Wadsworth 1997). *Spathodea campanulata*

**TABLA 4.** Presencia de especies arbóreas en el sotobosque del bosque San Patricio. Las especies introducidas se identifican con un asterisco (\*).

Especie	Elevación de Parcela (m)				
	32	26	31	56	92
<i>Tabebuia heterophylla</i>	X				
<i>Spathodea campanulata</i> *	X				
<i>Delonix regia</i> *	X		X		
<i>Eugenia monticola</i>		X			
<i>Albizia procera</i> *			X		
<i>Exostema caribaea</i>				X	
<i>Krugiodendron ferreum</i>				X	
<i>Eugenia lancea</i>				X	
<i>Coccoloba diversifolia</i>				X	X
<i>Bucida buceras</i>					X

es una especie introducida proveedora de sombra en la región llana. Por último, *Albizia procera*, un árbol dominante en la región plana del bosque San Patricio, es una especie introducida relativamente reciente y que crece a lo largo de las carreteras y en jardines (Wadsworth 1997).

Los resultados sugieren que el patrón de distribución de las especies arbóreas primeramente responde al impacto humano. Aunque se observan diferencias en la distribución de especies con la elevación (Tabla 2), el hecho de que la actividad humana fuese concentrada en el valle, enmascara efectos que pudiesen atribuírsele a la elevación. Allí, predominan especies introducidas. En las regiones donde el impacto humano no fue tan grave encontramos casi exclusivamente especies nativas y una riqueza de especies superior al de la zona impactada por la actividad humana. En otras palabras, el haber existido una base militar en esta región baja, resultó en que la variedad de especies disminuyera. Las especies introducidas dominaron la sucesión inicial luego del abandono de la base.

A pesar del efecto humano sobre la flora arbórea, la Tabla 2 refleja cambios en la distribución de especies nativas con la elevación, particularmente especies con bajos valores de importancia como

*Tabebuia heterophylla*, *Roystonea borinquena*, *Calophyllum calaba*, *Malpighia infestissima* y *Casearia guianensis* (exclusivas de parcelas en el valle) y un número alto de especies que crecen en el tope del mogote pero no en sus laderas. Sin descartar los factores tiempo y/o efecto humano, estas distribuciones de especies podrían deberse a altura o quizás a la topografía a lo largo de la línea de muestreo. Por ejemplo, *Coccoloba diversifolia* puede crecer a todas las elevaciones, pero predomina en el tope. *Tabebuia heterophylla* es una especie de sucesión cuya distribución quizás refleja las edades de los rodales.

Los rodales producidos por la sucesión de especies introducidas no tenían diferencias notables con los rodales nativos del mogote en cuanto a su densidad de árboles y área basal (Tabla 3). La diferenciación principal fue florística y en la dominancia de las especies (Fig. 2). Sin embargo, la regeneración de los bosques sugiere que con el paso del tiempo la influencia de las especies forasteras podría disminuir mientras que aumenta la de las especies nativas (Tabla 4).

La alta dominancia de *Coccoloba diversifolia* en el tope del mogote (Fig. 2) fue sorprendente debido a que, salvo en los humedales, los rodales nativos

normalmente no exhiben dominancias tan altas (Lugo *et al.* 2001). Posiblemente el ambiente extremo en el tope del mogote (poco suelo, poca fertilidad, más sequía y alta ventosidad) causan una reducción en la riqueza de especies permitiendo que la especie mejor adaptada domine ante menor competencia.

En resumen, el gradiente topográfico, la elevación y el gradiente de impacto humano son los tres factores principales que influyen la distribución de la vegetación del bosque San Patricio. De estos tres, el impacto humano es el más obvio debido a la introducción de especies. Sin embargo, con el paso del tiempo, las especies nativas deben aumentar en importancia a expensas de las introducidas estableciendo un nuevo ajuste ecológico en respuesta a las condiciones cambiantes del lugar.

#### AGRADECIMIENTOS

Este manuscrito fue producto de una clase de investigación en la Universidad de Puerto Rico

que tomó el primer autor y dirigió el último autor. Agradecemos la colaboración de Mildred Alayón y Carlos Rodríguez del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Ernesto Medina y Carlos Domínguez Cristóbal comentaron el manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

- Helmer, E. 2004. Forest conservation and land development in Puerto Rico. *Landscape Ecology* 19:29-40.
- Lugo, A.E. 2002. What is an urban forest? Pages 12-15 *in* T.W. Zimmerman, editor. Proceedings of the 5<sup>th</sup> annual Caribbean urban forestry conference. University of the Virgin Islands Cooperative Extension Service, St. Croix, U.S.V.I.
- Lugo, A.E., L. Miranda Castro, A. Vale, T. d. M. López, E. Hernández Prieto, A. García Martínó, A.R. Puente Rolón, A.G. Tossas, D.A. McFarlane, T. Miller, A. Rodríguez, J. Lundberg, J. Thomlinson, J. Colón, J.H. Schellekens, O. Ramos y E. Helmer. 2001. Puerto Rican karst - A vital resource. USDA Forest Service, General Technical Report WO-65, Washington, DC. 100 p.
- Wadsworth, F.H. 1997. Forest production for tropical America. USDA Forest Service Agriculture Handbook 710, Washington DC. 603 p.

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH.

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
Parcela 1 (32 m de elevación)				
<i>Spathodea campanulata</i>	8.6	8.5	10.2	0
<i>Spathodea campanulata</i>	5.3	2.7	3.9	1
<i>Spathodea campanulata</i>	2.7	2.5	1.9	5
<i>Spathodea campanulata</i>	4.8	3.0	2.3	10
<i>Tabebuia heterophylla</i>	6.3	8.0	6.7	10
<i>Spathodea campanulata</i>	5.0	3.8	5.1	15
<i>Albizia procera</i>	17.7	11.0	8.6	25
<i>Albizia procera</i>	18.8	11.5	11.0	30
<i>Terminalia catappa</i>	21.0	12.0	11.0	30
<i>Spathodea campanulata</i>	9.8	9.5	4.1	35
<i>Citharexylum fruticosum</i>	20.1	13.0	3.7	45
<i>Tabebuia heterophylla</i>	2.9	2.3	1.0	45
<i>Spathodea campanulata</i>	3.0	2.3	1.9	65
<i>Citharexylum fruticosum</i>	8.1	9.0	7.7	68
<i>Spathodea campanulata</i>	7.9	7.0	2.3	68
<i>Spathodea campanulata</i>	8.8	6.3	7.7	72
<i>Albizia procera</i>	19.3	13.5	9.5	75
<i>Roystonea borinquena</i>	5.3	2.3	7.7	80
<i>Citharexylum fruticosum</i>	14.8	12.2	9.2	85
<i>Tabebuia heterophylla</i>	7.4	4.8	10.3	87
<i>Citharexylum fruticosum</i>	12.2	9.0	7.0	92
<i>Spathodea campanulata</i>	6.9	6.5	7.2	93
<i>Spathodea campanulata</i>	5.9	2.8	7.3	95
<i>Albizia procera</i>	7.4	5.0	7.8	100
<i>Citharexylum fruticosum</i>	9.9	8.5	4.9	105
<i>Eugenia monticola</i>	5.3	6.0	5.7	105
<i>Albizia procera</i>	13.0	10.5	5.3	108
<i>Spathodea campanulata</i>	28.0	10.0	8.9	110
<i>Albizia procera</i>	15.0	10.0	5.8	115
<i>Tabebuia heterophylla</i>	7.1	5.5	7.8	115
<i>Tabebuia heterophylla</i>	7.6	6.0	7.8	115
<i>Spathodea campanulata</i>	8.2	6.0	10.1	120
<i>Delonix regia</i>	2.6	4.0	2.2	125
<i>Delonix regia</i>	2.8	4.5	1.4	130
<i>Delonix regia</i>	5.0	5.5	4.5	135
<i>Tabebuia heterophylla</i>	11.1	10.0	7.8	140
<i>Spathodea campanulata</i>	7.8	6.8	7.6	160
<i>Albizia procera</i>	11.4	8.5	9.1	177



**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Albizia procera</i>	9.5	8.5	10.2	180
<i>Spathodea campanulata</i>	21.8	10.5	9.5	180
<i>Spathodea campanulata</i>	10.4	5.0	6.2	200
<i>Delonix regia</i>	30.6	14.5	5.9	205
<i>Albizia procera</i>	7.2	6.0	3.4	215
<i>Albizia procera</i>	5.8	6.5	5.7	230
<i>Tabebuia heterophylla</i>	3.5	3.0	1.7	245
<i>Albizia procera</i>	16.0	12.0	7.9	250
<i>Spathodea campanulata</i>	6.4	5.0	7.6	250
<i>Spathodea campanulata</i>	6.9	4.5	7.4	250
<i>Spathodea campanulata</i>	9.1	8.0	8.9	250
<i>Albizia procera</i>	15.7	13.0	5.0	260
<i>Delonix regia</i>	12.3	9.0	7.5	260
<i>Spathodea campanulata</i>	8.7	6.0	10.3	265
<i>Calophyllum calaba</i>	5.8	7.0	10.4	271
<i>Terminalia catappa</i>	19.4	14.5	9.6	300
<i>Terminalia catappa</i>	27.2	15.0	3.8	300
<i>Casearia guianensis</i>	8.4	6.5	7.8	315
<i>Spathodea campanulata</i>	6.2	5.0	5.2	318
<i>Tabebuia heterophylla</i>	6.8	4.0	4.3	320
<i>Albizia procera</i>	8.4	9.0	8.1	330
<i>Terminalia catappa</i>	5.5	6.5	10.4	345
<i>Albizia procera</i>	13.2	9.0	10.2	359
Parcela 2 (26 m de elevación)				
<i>Citharexylum fruticosum</i>	18.2	9.5	3.7	0
<i>Bourreria succulenta</i>	7.7	6.0	8.1	2
<i>Bourreria succulenta</i>	10.3	8.0	8.0	5
<i>Bourreria succulenta</i>	10.4	9.0	9.4	7
<i>Albizia procera</i>	18.2	15.5	6.7	10
<i>Citharexylum fruticosum</i>	8.8	11.5	7.1	15
<i>Spathodea campanulata</i>	5.5	5.0	4.1	22
<i>Carapa guianensis</i>	9.6	8.0	4.6	23
<i>Citharexylum fruticosum</i>	9.1	10.3	8.3	28
<i>Eugenia monticola</i>	5.6	4.5	6.3	31
<i>Eugenia monticola</i>	4.0	2.3	2.3	38
<i>Delonix regia</i>	34.1	16.5	8.9	50
<i>Delonix regia</i>	11.4	8.5	8.9	50
<i>Malpighia infestissima</i>	5.8	3.3	8.2	53
<i>Delonix regia</i>	15.2	6.0	10.4	65

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Espece	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Delonix regia</i>	23.3	12.0	10.9	65
<i>Spathodea campanulata</i>	16.0	12.0	2.2	82
<i>Delonix regia</i>	25.8	14.0	9.1	99
<i>Delonix regia</i>	12.9	4.5	5.5	100
<i>Delonix regia</i>	12.6	6.0	11.0	100
<i>Delonix regia</i>	15.4	17.0	11.0	100
<i>Delonix regia</i>	16.7	10.0	7.3	126
<i>Delonix regia</i>	38.0	15.5	7.3	126
<i>Delonix regia</i>	12.4	2.5	7.3	126
<i>Delonix regia</i>	23.1	14.0	9.4	130
<i>Delonix regia</i>	26.9	16.3	9.4	130
<i>Delonix regia</i>	8.8	7.0	2.4	150
<i>Delonix regia</i>	15.7	9.0	5.6	168
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5.8	5.3	7.6	170
<i>Delonix regia</i>	25.9	12.5	7.6	170
<i>Delonix regia</i>	11.9	8.0	2.5	180
<i>Albizia procera</i>	29.2	14.5	10.0	190
<i>Spathodea campanulata</i>	16.9	9.0	7.7	200
<i>Spathodea campanulata</i>	5.2	2.3	4.7	220
<i>Spathodea campanulata</i>	6.0	2.5	7.3	220
<i>Delonix regia</i>	13.4	12.0	6.9	240
<i>Delonix regia</i>	8.1	8.5	6.9	240
<i>Delonix regia</i>	18.8	15.0	6.9	240
<i>Delonix regia</i>	6.6	8.3	1.8	250
<i>Delonix regia</i>	6.1	7.0	9.6	260
<i>Delonix regia</i>	13.6	12.0	4.7	290
<i>Delonix regia</i>	8.7	11.5	6.7	290
<i>Delonix regia</i>	32.4	17.8	11.0	290
<i>Delonix regia</i>	5.1	4.5	7.5	300
<i>Delonix regia</i>	5.1	4.3	7.5	300
<i>Delonix regia</i>	12.3	11.0	8.2	300
<i>Delonix regia</i>	19.6	16.3	3.6	310
<i>Delonix regia</i>	24.7	13.0	11.2	310
<i>Delonix regia</i>	23.5	12.5	10.1	320
<i>Albizia procera</i>	22.4	14.8	8.4	340
<i>Citharexylum fruticosum</i>	6.3	7.0	8.4	340
<i>Albizia procera</i>	23.3	11.8	5.9	350
<i>Spathodea campanulata</i>	11.9	9.0	6.1	350
<i>Spathodea campanulata</i>	58.0	5.8	8.5	360

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Espece	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
Parcela 3 (31 m de elevación)				
<i>Delonix regia</i>	4.9	5.0	0.60	5
<i>Delonix regia</i>	3.1	5.2	2.03	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.4	8.0	1.56	5
<i>Albizia procera</i>	6.1	7.0	6.90	7
<i>Delonix regia</i>	4.6	6.0	2.63	7
<i>Albizia procera</i>	4.2	4.0	2.75	7.1
<i>Albizia procera</i>	7.2	2.0	7.20	8
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.1	9.0	7.00	8
<i>Albizia procera</i>	10.0	10.0	7.10	9
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.5	7.0	6.55	15
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.7	2.2	3.00	17
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.5	8.5	4.10	17
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.2	6.0	7.90	20
<i>Albizia procera</i>	6.0	5.5	8.70	21
<i>Spathodea campanulata</i>	9.2	6.0	10.20	23
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.3	6.8	8.30	25
<i>Albizia procera</i>	17.8	15.0	4.20	28
<i>Albizia procera</i>	6.4	4.3	8.70	28.5
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.0	3.0	9.60	34
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.7	4.0	7.80	35
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.1	5.0	5.30	36
<i>Leucaena leucocephala</i>	8.7	7.0	10.60	36
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.7	6.5	4.50	39
<i>Albizia procera</i>	5.9	2.5	6.90	40
<i>Leucaena leucocephala</i>	26.1	18.0	9.70	43
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.0	5.0	8.40	48
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.3	5.0	7.70	49
<i>Albizia procera</i>	11.5	8.0	10.40	50
<i>Albizia procera</i>	10.6		8.80	51
<i>Leucaena leucocephala</i>	10.0	12.0	8.90	56
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.0	6.0	3.90	57
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.2	8.2	3.70	57
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.2	5.2	9.80	69
<i>Albizia procera</i>	8.6	8.7	10.40	70
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.1	5.0	8.50	70
<i>Albizia procera</i>	8.0	6.0	5.40	166
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.7	2.0	5.90	166
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.5	8.0	7.11	178

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.7	7.0	6.80	178
<i>Carapa guianensis</i>	7.0	5.8	10.30	183
<i>Delonix regia</i>	7.3	5.0	9.70	183
<i>Albizia procera</i>	10.0	11.0	9.30	184
<i>Leucaena leucocephala</i>	8.3	8.0	9.60	184
<i>Albizia procera</i>	19.0	15.0	4.16	188
<i>Citharexylum fruticosum</i>	5.4	13.0	3.75	188
<i>Delonix regia</i>	17.1	17.0	2.04	188
<i>Delonix regia</i>	4.7	4.0	2.04	188
<i>Delonix regia</i>	47.0	17.0	3.12	188
<i>Delonix regia</i>	3.0	4.6	2.04	188
<i>Albizia procera</i>	16.4	14.0	0.77	189
<i>Albizia procera</i>	9.0	8.7	8.35	194
<i>Delonix regia</i>	5.3	5.0	5.23	198
<i>Delonix regia</i>	8.8	5.8	1.63	203
<i>Delonix regia</i>	4.5	5.0	1.70	203
<i>Delonix regia</i>	19.3	20.0	1.31	203
<i>Delonix regia</i>	5.6	5.0	6.94	220
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.4	7.5	2.90	222
<i>Citharexylum fruticosum</i>	6.5	6.0	9.54	238
<i>Albizia procera</i>	10.7	9.0	7.70	258
<i>Albizia procera</i>	18.8	16.0	7.70	258
<i>Albizia procera</i>	21.7	16.5	7.70	258
<i>Citharexylum fruticosum</i>	17.1	8.0	8.20	258
<i>Delonix regia</i>	5.7	4.2	8.90	268
<i>Albizia procera</i>	5.9	5.0	5.84	276
<i>Leucaena leucocephala</i>	5.3	5.0	1.94	299
<i>Albizia procera</i>	5.2	13.0	5.56	300
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.9	10.0	7.33	300
<i>Albizia procera</i>	10.6	12.0	10.71	320
<i>Albizia procera</i>	28.7	16.0	7.40	330
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.1	3.0	4.98	338
<i>Albizia procera</i>	13.9	12.0	5.00	345
<i>Albizia procera</i>	13.7	15.0	7.41	345
<i>Albizia procera</i>	14.0	14.0	5.83	350
<i>Albizia procera</i>	15.5	15.5	5.83	350
Parcela 4 (56 m de elevación)				
<i>Exostema caribaeum</i>	6.2	8.0	9.49	5
<i>Citharexylum fruticosum</i>	22.1	11.0	8.50	10

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Exostema caribaeum</i>	1.1	7.0	10.40	19
<i>Coccoloba diversifolia</i>	8.5	6.0	9.36	21
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.8	8.2	3.95	22
<i>Coccoloba diversifolia</i>	16.1	10.3	8.88	22
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.1	4.8	7.16	23
<i>Guatterria caribaea</i>	8.9	9.0	11.00	27
<i>Coccoloba diversifolia</i>	3.1	3.0	1.78	28
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.8	12.0	1.78	28
<i>Citharexylum fruticosum</i>	9.7	13.0	9.47	30
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.7	14.0	8.98	30
<i>Coccoloba diversifolia</i>	15.3	8.0	8.98	30
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.5	6.0	1.95	31
<i>Eucalyptus robusta</i>	7.5	6.5	11.00	38
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.7	12.0	5.08	44
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13.1	8.0	5.08	44
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17.7	5.0	10.63	50
<i>Coccoloba diversifolia</i>	25.3	17.0	8.42	60
<i>Guapira fragans</i>	26.9	16.5	5.21	60
<i>Ficus laevigata</i>	5.2	3.0	9.32	76
<i>Ficus laevigata</i>	10.2	7.0	9.17	76
<i>Eugenia lancea</i>	5.3	4.5	5.16	78
<i>Eugenia rondicolia</i>	23.7	14.0	2.28	80
<i>Eugenia rondicolia</i>	6.7	6.0	8.56	82
<i>Exostema caribaeum</i>	17.7	15.0	8.25	90
<i>Eucalyptus robusta</i>	7.1	7.0	8.36	91.5
<i>Coccoloba diversifolia</i>	19.9	13.8	9.26	100
<i>Eugenia lancea</i>	9.5	8.5	4.45	100
<i>Citharexylum fruticosum</i>	14.9	13.0	9.80	102
<i>Bourreria succulenta</i>	6.1	5.0	9.63	116
<i>Eucalyptus robusta</i>	6.1	7.0	6.46	118
<i>Eugenia rondicolia</i>	19.7	12.0	6.14	132
<i>Bucida buceras</i>	24.7	12.0	2.56	152
<i>Bucida buceras</i>	8.5	10.0	2.56	152
<i>Bucida buceras</i>	6.8	8.0	2.56	152
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17.3	13.0	7.60	168
<i>Coccoloba diversifolia</i>	16.2	8.0	6.70	176
<i>Krugiodendron ferreum</i>	5.4	8.0	6.95	176
<i>Citharexylum fruticosum</i>	16.6	12.5	11.00	180
<i>Eugenia monticola</i>	5.0	6.0	10.41	202

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Exostema caribaeum</i>	9.1	7.0	6.83	204
<i>Eugenia monticola</i>	7.6	9.0	7.57	207
<i>Eugenia lancea</i>	7.9	7.8	5.87	208
<i>Citharexylum fruticosum</i>	10.4	13.0	8.73	213
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13.6	13.5	9.52	214
<i>Guatterria caribaea</i>	7.2	7.0	11.00	236
<i>Exostema caribaeum</i>	10.7	11.0	6.46	238
<i>Guatterria caribaea</i>	7.4	10.6	8.48	238
<i>Eugenia rondicola</i>	9.9	5.0	8.15	239
<i>Bursera simaruba</i>	39.4	17.0	3.26	240
<i>Citharexylum fruticosum</i>	17.1	8.0	11.00	244
<i>Coccoloba diversifolia</i>	12.2	6.8	7.20	250
<i>Krugiodendron ferreum</i>	7.0	5.5	2.70	250
<i>Krugiodendron ferreum</i>	4.7	3.5	2.70	250
<i>Krugiodendron ferreum</i>	2.9	3.0	2.70	250
<i>Krugiodendron ferreum</i>	3.2	2.0	2.70	250
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.9	9.0	3.00	278
<i>Krugiodendron ferreum</i>	8.1	7.0	8.50	280
<i>Coccoloba diversifolia</i>	11.0	7.0	4.60	284
<i>Eugenia lancea</i>	3.5	2.5	1.70	284
<i>Bucida buceras</i>	13.5	12.0	11.00	286
<i>Bucida buceras</i>	11.1	10.0	11.00	286
<i>Guatterria caribaea</i>	6.1	6.5	9.83	290
<i>Maitenus eliptica</i>	6.6	5.5	7.40	296
<i>Coccoloba diversifolia</i>	10.8	11.0	5.22	302
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17.0	11.0	5.48	320
<i>Coccoloba diversifolia</i>	10.1	9.8	5.48	320
<i>Bucida buceras</i>	25.9	13.0	8.32	332
<i>Bucida buceras</i>	22.7	14.5	8.32	332
<i>Bucida buceras</i>	27.4	16.0	8.32	332
<i>Eugenia rondicola</i>	17.8	14.0	5.36	358
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.8	10.0	3.94	358
Parcela 5 (92 m de elevación)				
<i>Coccoloba diversifolia</i>	12.8	8.5	2.2	4
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	7.2	5	3.5	5
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.4	5.5	2.2	10
<i>Coccoloba diversifolia</i>	3.5	4	2.1	10
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.2	6.5	8.2	10
<i>Coccoloba diversifolia</i>	11.3	6	4.2	10

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Especie	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.3	6	7.4	18
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.5	6	7.4	18
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.9	4	7.4	18
<i>Bucida buceras</i>	21.5	14	2	20
<i>Bucida buceras</i>	21.5	13	2	20
<i>Bucida buceras</i>	8.8	1.5	2	20
<i>Bucida buceras</i>	2.5	3.5	2	20
<i>Coccoloba diversifolia</i>	12	7	9.3	42
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13.1	8	10.2	53
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	11.2	8	8	62
<i>Ficus laevigata</i>	40.2	13	10.6	68
<i>Bursera simaruba</i>	18.2	12.5	11	74
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17.9	10	9.3	74
<i>Bursera simaruba</i>	25.1	11	5	84
<i>Bursera simaruba</i>	31.2	12.5	5	84
<i>Coccoloba diversifolia</i>	15.2	9	8.1	84
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.3	6.5	5.8	84
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.5	9	3.7	90
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	11.5	10	5	96
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.6	4	3.5	108
<i>Coccoloba diversifolia</i>	12.2	6.5	3.5	110
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.1	6.5	10.1	110
<i>Bourreria succulenta</i>	8.7	6.5	8.7	117
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5.8	6	4	130
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.5	9	5.9	140
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.2	10.6	3.25	144
<i>Ficus laevigata</i>	25.45	12.75	3.88	146
<i>Ficus laevigata</i>	20.9	13.5	3.88	146
<i>Ficus laevigata</i>	19.1	10	3.88	146
<i>Coccoloba diversifolia</i>	17.25	11	8.8	158
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.1	7	8.5	162
<i>Coccoloba diversifolia</i>	16.73	12.6	9.5	162
<i>Bourreria succulenta</i>	11.65	14	8.65	165
<i>Coccoloba diversifolia</i>	12.8	10	9.4	165
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.9	7.5	8.42	166
<i>Ficus laevigata</i>	10.3	8.25	1.9	168
<i>Coccoloba diversifolia</i>	27.2	15	8.6	170
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6	4	4.5	180
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5.1	11.5	11	185

**Apéndice.** Datos de campo por parcela. Los árboles están de acuerdo al Asimut. Detalles en los métodos. El diámetro a la altura del pecho es el DBH (continuación).

Espece	DBH (cm)	Longitud/Altura (m)	Distancia (m)	Asimut
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.25	7	8.7	200
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.75	10.3	9.7	201
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.6	9	9.7	201
<i>Eugenia rondicolia</i>	27.9	15	9.35	215
<i>Adenanthera pavonina</i>	6.1	8.5	6.6	235
<i>Adenanthera pavonina</i>	12.7	9	7.9	236
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5.3	7.25	7.63	260
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.9	7.25	7.63	260
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13.7	11	8.25	270
<i>Coccoloba diversifolia</i>	11.4	10	8.25	270
<i>Carapa guianensis</i>	5.1	7.75	9.15	275
<i>Coccoloba diversifolia</i>	8.55	8	9.95	277
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13.9	3	7.85	279
<i>Adenanthera pavonina</i>	7.7	12.25	10.2	280
<i>Coccoloba diversifolia</i>	16.1	12	5.7	290
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.6	7.5	5.7	290
<i>Coccoloba diversifolia</i>	11.6	10	5.7	290
<i>Coccoloba diversifolia</i>	14.55	13.25	2.05	292
<i>Adenanthera pavonina</i>	6.2	9	9.8	295
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5	3	8.3	296
<i>Bucida buceras</i>	28.35	15	3	297
<i>Bucida buceras</i>	24.9	16	3	297
<i>Coccoloba diversifolia</i>	5.9	3	2	297
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.3	7	4.35	300
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4.5	9.75	10.3	302
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.5	9.5	1.1	