

## CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL CERRO TASAJERO, SAN JOSÉ DE CÚCUTA (NORTE DE SANTANDER), COLOMBIA

FLORISTIC AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE TROPICAL DRY FOREST CERRO TASAJERO, SAN JOSE DE CÚCUTA (NORTE DE SANTANDER), COLOMBIA

Merly Carrillo-Fajardo<sup>1</sup>, Orlando Rivera-Díaz<sup>2</sup>, Roberto Sánchez-Montaño<sup>3</sup>

### Resumen

Se analiza la composición y estructura florística de 0,1 hectárea de bosque seco tropical del Cerro Tasajero, mediante el método propuesto por Gentry, como modificación se registran además individuos con DAP  $\geq$  1 cm. Los resultados de riqueza, al considerar los elementos con DAP  $\geq$  2,5 cm, presentan 281 individuos agrupados en 30 familias, 46 géneros y 60 especies; al añadir los elementos con DAP entre 1 y 2,5 cm (204 individuos), se registran los siguientes valores de diversidad (34 familias, 57 géneros y 79 especies). La familia con mayor diversidad es Fabaceae (*sensu lato*) con 18 especies, seguida de Myrtaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae con seis especies cada una; a nivel ecológico (valores de IVF) la más importante fue Myrtaceae. Los géneros más diversos son *Machaerium* (5 especies) y *Eugenia* (4). La especie que registra los mayores índices de valor de importancia es *Eugenia* aff. *biflora* con 39,6%, seguida por *Guazuma ulmifolia* (20,6%). Estructuralmente dominan especies de porte arbustivo, con diámetros inferiores a 10 cm, y alturas entre 8 y 13 m. Existe un elevado número de especies de tipo secundario, y una baja similitud a nivel florístico con otros bosques secos, lo cual se debe a los fuertes niveles de disturbio por la acción humana.

*Palabras clave:* bosque seco, diversidad, estructura, Fabaceae

### Abstract

The floristic composition and structure of 0.1 ha of tropical dry forest of Cerro Tasajero are analyzed by the method proposed by Gentry, including also individuals with DBH  $\geq$  1 cm. Results, considering the elements with DBH  $\geq$  2.5 cm, presented 281 individuals grouped in 30 families, 46 genera and 60 species; when adding the individuals with DBH between 1 and 2.5 cm (204 individuals), were registered the following diversity values (34 families, 57 genera and 79 species). The family with major diversity is Fabaceae (*sensu lato*) with 18 species, followed by Myrtaceae, Euphorbiaceae, and Rubiaceae with six species each one; at the ecological level (IVF's values) the most important family was Myrtaceae. The most diverse genera are *Machaerium* (5 species) and *Eugenia* (4). The species with greater indexes of value of importance is *Eugenia* aff. *biflora* with 39.6% followed by *Guazuma ulmifolia* (20.6%). Shrubs are dominant with diameters of less than 10 cm and at high between 8 and 13 m. Exists a high numbers of species of secondary type and a low similarity to floristic level with other dry forests, which is due to the strong levels of disturbance by human action.

*Key words:* diversity, dry forest, Fabaceae, structure

Recibido: agosto 2007; aceptado: noviembre 2007.

Correos electrónicos: <sup>1</sup> <mcarrillof@tux.uis.edu.co>, <meyecafa@hotmail.com>; <sup>2</sup> <oriverad@unal.edu.co>;

<sup>3</sup> <lrsanchez@unipamplona.edu.co>.

## INTRODUCCIÓN

El Cerro Tasajero hace parte del sistema orográfico aledaño a la ciudad de Cúcuta en el departamento de Norte de Santander (Colombia), en su flanco occidental presenta un enclave de bosque seco tropical, el cual regionalmente es reconocido por su aporte al desarrollo económico de la comunidad en el campo de la explotación minera y la cría de ganado caprino; dichas actividades han causado gran impacto en el ecosistema. La incesante acción humana, se ve favorecida además por la fertilidad de los suelos que presenta este bosque, por lo cual es empleado en actividades agrícolas evento que se da a nivel general en este tipo de bosques (Murphy y Lugo, 1986), razones por las cuales los bosques secos tropicales se constituyen como uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico (Janzen, 1988).

Según Espinal y Montenegro (1963), los bosques secos tropicales se establecen entre 0 y 1.100 m de altitud; presentan temperatura media superior a 24 °C, y un promedio anual de lluvias entre 1.000-2.000 mm, con variaciones debidas a efectos locales.

En la actualidad no se conoce con exactitud el área ocupada por el bosque seco tropical en Colombia, sin embargo su distribución geográfica se encuentra claramente definida, de acuerdo con Espinal y Montenegro (1963), este tipo de bosque se encuentran en la llanura del Caribe (departamentos de Córdoba, Atlántico, Bolívar, Magdalena, y sectores al oriente de la Sierra Nevada de Santa Marta), Valle central del río Magdalena (Llanos de Tolima y Huila), Valle del río Cauca, Uramita y Dabeiba en Antioquia, Villeta (Cundinamarca), Bucaramanga (Santander), Convención (Norte de Santander) y enclaves andinos secos en cañones encerrados como los de Dabeiba, ríos Patía y Chicamocha. Pese a su amplia distribución, este ecosistema no se encuentra representado de manera suficiente dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (IDEAM, 2006).

En cuanto al conocimiento de los bosques secos de Colombia, se destacan los estudios de Gentry (1995), Marulanda et al. (2003), Mendoza-C. (1999) y Rodríguez (2001) en la región Caribe; para la región del Valle del Cauca se conoce el trabajo de González y Devia (1995); en el Valle del Magdalena, se conocen los trabajos de Figueroa (2004) y Mendoza-C. (1999); en el Cañón del Chicamocha los trabajos de Albesiano et al., 2003 y Albesiano y Fernández-Alonso, 2006. Sectores como los cañones del río Dagua y Juanambú, en el sur del país y los enclaves secos de Cúcuta, Ocaña y Aguachica en el norte, carecen de información (Albesiano y Fernández-Alonso, 2006). Una revisión general sobre los bosques secos en Colombia, en la cual se presentan aspectos de su diversidad, extensión, endemismo, entre otros aspectos, se encuentra en GEMA (1998).

En el presente estudio, se da a conocer la caracterización florística del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, en la ciudad de Cúcuta, se analiza su composición florística y estructura de la vegetación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El Cerro Tasajero se ubica entre las coordenadas 7° 59' 50" N y 72° 25' 50" O, en cercanías a la ciudad de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia; presenta un intervalo de elevación entre 100 y 1.000 m y una extensión aproximada de 135 km<sup>2</sup>, se halla enmarcado por el río Pamplonita en la zona este, al oeste por la vía que conduce de Cúcuta a Puerto Santander, al norte con la hacienda La Unión y al sur limita con el área urbana de la ciudad (Concejo Municipal de Cúcuta, 2001).

Para la caracterización climática, se tomaron como base los registros del IDEAM, correspondientes a las estaciones Tasajero y Aeropuerto Camilo Daza. Sus condiciones climáticas se caracterizan por exhibir un patrón de lluvias bimodal-tetraestacional, la precipitación promedio anual es 1.150 mm, los valo-

res máximos se presentan en marzo-abril (112-133 mm) y octubre-noviembre (161-150 mm), la época seca se manifiesta en los meses de julio (34 mm) a agosto (40 mm); la temperatura no sobrepasa los 27,4 °C y la humedad relativa anual el 75%.

Geológicamente, el Cerro representa un anticlinal asimétrico con cabeceo hacia el norte, litológicamente está conformado por un núcleo de rocas del Cretácico, y los flancos están representados por rocas de edad terciaria que se constituyen en las formaciones: Catatumbo, Barco, Los Cuervos y Carbonera, representadas por calizas, arcillas pizarrosas, areniscas glauconíticas y arcillas limolíticas, entre otras. Su proceso de formación se vio influido por las direcciones de las presiones litológicas dominantes en Colombia dado que la cuenca sedimentaria de esta área sufrió un fuerte plegamiento por presiones emitidas en dirección este-oeste que originaron el anticlinal Tasajero (Carrascal et al., 1969 y Concejo Municipal de Cúcuta, 2001).

**Muestreo.** La fase de campo se llevó a cabo entre diciembre de 2005 y agosto de 2006, mediante cuatro salidas en épocas climáticas diferentes, con el fin de hacer un seguimiento del bosque en periodos lluviosos, de transición y secos. Se aplicó la "metodología de inventario rápido" (Gentry, 1982), empleando las modificaciones propuestas por Franco-Rosselli et al. (1997), Galindo-T. et al. (2003) y Mendoza-C. (1999). Los diez transectos de 50 x 2 m se ubicaron en el gradiente altitudinal del Cerro Tasajero entre 100 y 900 m, en las veredas Los Peracos, Paso de los Ríos y Puerto Nuevo, los puntos fueron escogidos con base en cartografía de la zona suministrada por Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (**CORPONOR**), y distribuidos al azar sin determinar las distancias entre ellos. Dentro de cada transecto se censaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (**DAP**) mayor o igual a un centímetro, para cada transecto se registraron datos de fecha, localidad, coordenadas, altitud, y colectores. Para cada individuo censado se tomaron las características

morfológicas que se pudieran perder durante el proceso de herborización (colores, presencia de aromas, látex, entre otras), además de la información requerida para el análisis estructural del bosque: altura, hábito de crecimiento (Font-Quer, 1985) y circunferencia a la altura del pecho (**CAP**), para el caso de las plantas con ramificaciones por debajo de dicha altura se tomó el dato para cada rama independientemente.

Los ejemplares testigo fueron depositados en los herbarios: Nacional Colombiano (**COL**), Herbario de la Universidad Industrial de Santander (**UIS**), y el Herbario Catatumbo Sarare de la Universidad de Pamplona (**HECASA**), bajo la serie de numeración de Merly Carrillo Fajardo (**MCF**).

Tratamiento de la información. Estructura. El **CAP** registrado en campo, fue transferido a **DAP** mediante la ecuación:

$$\mathbf{DAP} = \mathbf{CAP}/\pi$$

Para el caso de los individuos con varios brotes o pecíolos se calculó un **DAP** total (**Dt**) así:

$$\mathbf{Dt} = (4\mathbf{At}/\pi)^{1/2}$$

donde:  $\mathbf{At} = \sum \mathbf{Ai}$ ;  $\mathbf{Ai} = \pi (\mathbf{DAP})^{1/2}$ ;  $\mathbf{At}$  = área total;  $\mathbf{Ai}$  = área de cada brote.

Una vez establecidos los valores de **DAP** se procedió a obtener el área basal según lo planteado por Franco-Roselli et al. (1997):

$$\mathbf{AB} = \pi/4(\mathbf{DAP})^2$$

Para los parámetros altura y **DAP** se construyeron intervalos de clase de frecuencia mediante la ecuación propuesta por Rangel-Ch. y Velásquez (1997):

$$\mathbf{C} = (\mathbf{Xmáx} - \mathbf{Xmín})/\mathbf{m}$$

donde **C** = amplitud del intervalo;  $\mathbf{m} = 1 + 3,3 \log \mathbf{N}$ ; **N** = número de individuos.

El índice de valor de importancia de cada especie se estableció mediante la sumatoria entre la densidad relativa (**DeR**), frecuencia relativa (**FR**) y dominancia relativa (**DoR**). Cada una de estas se estimaron según lo propuesto por Finol (1976):

**DeR** = (número de individuos por especie / número total de individuos en la comunidad) x 100

**FR** = (número de veces o subtransectos en los que aparece la especie / número total de submuestras) x 100

**DoR** = ( $\sum AB$  de todos los individuos de la especie /  $\sum AB$  de toda la comunidad) x 100

**Diversidad.** El nivel de influencia ecológica de las familias se estableció mediante el índice de importancia familiar (**IVF**), de acuerdo a lo propuesto por Mori y Boom (1983):

**IVF** = DeR + DoR + RiR de cada familia.

La diversidad entre transectos se evaluó mediante el índice de Shannon, teniendo en cuenta que proporciona una descripción global de la información y es uno de los más ampliamente difundidos (Bravo, 1991), el nivel de significancia del índice (para cada transecto) se estimó mediante la prueba t de Student (Magurran, 1989).

Para comparar la diversidad beta en relación con bosques secos tropicales estudiados en Colombia con la misma metodología de muestreo, se aplicaron los índices cualitativos de Jaccard y Sorensen, que son los coeficientes de similitud más antiguos y útiles (Magurran, 1989).

Para establecer el grado de disimilitud que se presenta entre los bosques analizados se aplicó el concepto de complementariedad (Colwell y Coddington, 1994), según la siguiente ecuación:

**Cjk** = Ujk/Sjk, donde

$$U_{jk} = S_j + S_k - 2V_{jk}$$

$$S_{jk} = S_j + S_k - V_{jk}$$

Vjk representa las especies comunes entre pares de biotas; adicionalmente se estableció el grado de complementariedad entre transectos para definir el nivel de heterogeneidad entre estos, y por tanto ver si la composición florística del área estudiada es homogénea.

## RESULTADOS

**Riqueza.** El número de especies registradas en el bosque del Cerro Tasajero, derivada del muestreo de 0,1 ha, esta representada por 34 familias (asumiendo Fabaceae *s. l.*), 57 géneros y 79 especies. Al analizar los datos asumiendo la metodología tradicional de Gentry, se catalogan 281 individuos con DAP  $\geq 2,5$  cm, agrupados en 60 especies, 46 géneros y 30 familias (tabla 1). Al juzgar la modificación, y registrar individuos con DAP entre 1 y 2,5 cm, se catalogan 204 elementos adicionales (42,1% del total), agrupados en 53 especies. La familia más sobresaliente por su riqueza fue Fabaceae con 18 especies (Faboidae 12, Caesalpinioideae y Mimosoidae 3 cada una), seguida por Myrtaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae, con seis especies cada una (tabla 2). A nivel de género los más diversos fueron *Machaerium* (Fabaceae) y *Eugenia* (Myrtaceae), con cinco y cuatro especies respectivamente. En el anexo 1 se muestra la lista de especies registradas.

**Tabla 1.** Riqueza florística del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

nivel taxonómico/DAP	DAP 1-2,5 cm	DAP $\geq$ 2,5 cm	DAP $\geq$ 1cm
familias	29	30	34
géneros	40	46	57
especies	53	60	79
individuos	204	281	485

**Tabla 2.** Familias con mayor riqueza de especies en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

familia	N.º especies	%
Fabaceae	18	22,8
Myrtaceae	6	7,6
Euphorbiaceae	6	7,6
Rubiaceae	6	7,6
Verbenaceae	4	5,1
Melastomataceae	4	5,1
Asteraceae	4	5,1
Flacourtiaceae	4	5,1
Otras familias	27	34,2
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>

**Formas de crecimiento.** La mayoría de elementos corresponden a arbustos (273 individuos, 54 especies), seguidos por árboles (197 individuos, 36 especies). Las trepadoras (lianas y bejucos) están representadas por las especies *Anemopaegma* sp. (Bignoniaceae), *Paullinia, alata* G. Don (Sapindaceae), *Pereskia aculeata* Mill., *Petrea* sp. (Verbenaceae), *Philodendron* sp. (Araceae) y *Pinzona coriacea* Mart. y Zucc., que agrupan 13 individuos. Las hierbas constituyeron la minoría de hábitos de crecimiento con dos especies [*Calathea* sp. y *Marantha* sp. (Maranthaceae)], cada una con un individuo.

**Estructura.** La mayor parte de elementos registrados presentan alturas inferiores a 6,5 m, (82,1%), los elementos emergentes, por lo general se encuentran entre 12 y 20 m (tabla 3), y corresponden a *Croton* sp., *Phyllanthus attenuatus* Miq. (Euphorbiaceae), Mimosaceae sp. 2, y *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae).

En lo que respecta a DAP, la mayoría de los individuos no sobrepasa 10 cm (tabla 4), solo 74 poseen medidas superiores, y corresponden a las especies que se encuentran en los estratos emergentes.

**Tabla 3.** Distribución de individuos y especies por intervalos de altura en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

intervalo	rango (m)	N.º individuos	%
1	1-1,6	6	1,3
2	1,6-3,2	167	35,5
3	3,2-4,8	129	27,4
4	4,8-6,4	84	17,9
5	6,4-8,0	45	9,6
6	8,0-9,6	1	0,2
7	9,6-11,2	16	3,4
8	11,2-12,8	14	3,0
9	12,8-14,4	0	0
10	14,4-16,0	2	0,4
11	16,0-17,6	0	0
12	17,6-19,2	0	0
13	19,2-20,8	6	1,3
<b>Total</b>		<b>470</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 4.** Distribución de individuos y especies por clases diamétricas en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

intervalo	rango (cm)	N.º individuos	%
1	1,0-4,8	306	63,1
2	4,8-9,6	105	21,6
3	9,6-14,4	29	6,0
4	14,4-19,2	17	3,5
5	19,2-24	15	3,1
6	24-28,8	5	1,0
7	28,8-33,6	4	0,8
8	33,6-38,4	1	0,2
9	38,4-43,2	0	0,0
10	43,2-48	1	0,2
11	48-52,8	1	0,2
12	52,8-57,6	1	0,2
<b>Total</b>		<b>485</b>	<b>100,0</b>

**Densidad, dominancia y frecuencia relativa.** En cada uno de estos parámetros *Eugenia* aff. *biflora* (L.) DC., prevalece como la especie más representativa del bosque (DeR = 15,7%, DoR = 18,2%

y FrR = 5,7), seguida por *Croton* sp. 1, con una densidad de 9,9%, *G. ulmifolia* fue la segunda en dominancia con 16,5% y *Cupania americana* L. es la segunda especie mas frecuente con 4% (anexo 2).

**Índices de valor de importancia de las especies (IVI) y de las Familias (IVF).** Los resultados mantuvieron la tendencia a mostrar la relevancia ecológica que presenta la familia Myrtaceae, y *E. aff. biflora*, estos taxones poseen los porcentajes más altos en los valores de IVF e IVI (59,5 y 39,6%, respectivamente). Adicionalmente *G. ulmifolia*, es la segunda especie en importancia con un IVI de 20,6%, seguida de *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski (18%), *Croton* sp. 1 y *Myrcia* sp. (anexo 2).

Después de Myrtaceae, aparece Fabaceae con 42,5% (Faboideae 24%, Mimosoideae 13,8% y Caesalpinioideae 4,7%) como la segunda familia en importancia ecológica, seguidas por Euphorbiaceae, Asteraceae y Sterculiaceae (anexo 3).

**Similitud.** Al comparar las especies registradas con DAP > 1 cm, en el bosque del Cerro Tasajero, con los bosques secos de la costa Caribe y el Valle del río Magdalena estudiados por Mendoza-C. (1999), encontramos que el grado de similitud empleando el índice de Jaccard no excede el 4%, y mediante el índice de Sorensen se obtiene un valor máximo de 8%, en ambos casos para el bosque de Neguanje y los mínimos valores se presentan en la comparación con los bosques del Tolima, los cuales no so-

brepan el 1% en los índices mencionados respectivamente (tabla 5).

**Tabla 5.** Coeficientes de similitud (DAP ≥ 1 cm) en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

	localidades	Jaccard	Sorensen
Cerro Tasajero	Bremen (Tolima)	0,01	0,01
	Cardonal (Tolima)	0,01	0,01
	Santo Tomás (Tolima)	0,01	0,01
	F. Monterrey (Bolívar)	0,01	0,03
	Los Colorados (Bolívar)	0,02	0,03
	Tierra Bomba (Bolívar)	0,03	0,06
	Neguanje (Magdalena)	0,04	0,08

El valor del índice de diversidad de Shannon para la zona de Tasajero fue de 3,52, ubicándose en el límite superior del rango enunciado: 1-3,5 (Margalef, 1972, citado en Magurran, 1989).

**Complementariedad.** El análisis de este componente de la diversidad β arrojó valores de 0,99 ≈ 1 para todos los casos en los que se comparó la biota del Cerro Tasajero con otros bosques secos, y al evaluar el nivel de complementariedad entre los bosques solo Bremen presentó los valores más bajos 0,33 y 0,44 cuando fue relacionado con Cardonal y Santo Tomás (tabla 6). La comparación entre los transectos realizados mostró valores de complementariedad próximos a 1, no se presentaron casos excepcionales de valores bajos que indiquen homogeneidad a lo largo del gradiente del cerro (tabla 7).

**Tabla 6.** Complementariedad de los bosques secos de Colombia a nivel de especie

localidades	Tasajero	Bremen	Cardonal	Colorados	Monterrey	Neguanje	Santo Tomás	Tierra Bomba
Bremen	1	0	0,33	0,84	0,87	0,88	0,44	0,84
Cardonal	1		0	0,85	0,85	0,86	0,42	0,84
Colorados	0,98			0	0,86	0,78	0,88	0,84
Monterrey	0,99				0	0,78	0,87	0,65
Neguanje	0,96					0	0,99	0,68
Santo Tomás	1						0	0,84
Tierra Bomba	1							0
Tasajero	0							
Elevación (msnm)	1.000	250	250	300	155	300	250	50
Riqueza	88	71	64	99	72	93	70	77
Precipitación (mm)	1.150	1.380	1.380	1.189	1.048	1.420	1.380	789

**Tabla 7.** Complementariedad de los transectos en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

<b>Transectos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>T1</b>	0	0,93	0,99	1	0,98	0,99	0,99	0,96	0,99	0,97
<b>T2</b>		0	0,97	1	0,97	0,96	0,99	0,97	1	0,99
<b>T3</b>			0	1	0,98	0,98	0,99	0,99	1	1
<b>T4</b>				0	0,96	0,94	0,97	0,96	0,97	0,96
<b>T5</b>					0	0,9	0,95	0,94	0,92	0,92
<b>T6</b>						0	0,93	0,91	0,93	0,93
<b>T7</b>							0	0,94	0,95	0,95
<b>T8</b>								0	0,95	0,97
<b>T9</b>									0	0,94
<b>T10</b>										0

## DISCUSIÓN

Variados estudios florísticos en los bosques secos de Colombia han sido realizados mediante la utilización de transectos de 0,1 ha, en su condición original (Gentry, 1982), a excepción del trabajo realizado por Mendoza-C. (1999) en el que tiene en cuenta los individuos con  $DAP \geq 1$  cm; lo anterior permite comparar los valores de riqueza total registradas en este trabajo (34 familias, 57 géneros, 79 especies y 485 individuos) con los de la costa Ca-

ribe y el valle medio del río Magdalena, concentrando nuestro interés principalmente en el número de especies.

Los resultados muestran que la riqueza específica en el Cerro Tasajero es más baja que los bosques de Neguanje (93) y Loma de los Colorados (99), pero considerablemente alta con respecto a los otros bosques estudiados (F. Monterrey, Tierra Bomba, Bremen, Cardonal y Santo Tomás) como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** Comparación de la riqueza florística en muestreos de 0,1 ha de los bosques secos estudiados en Colombia

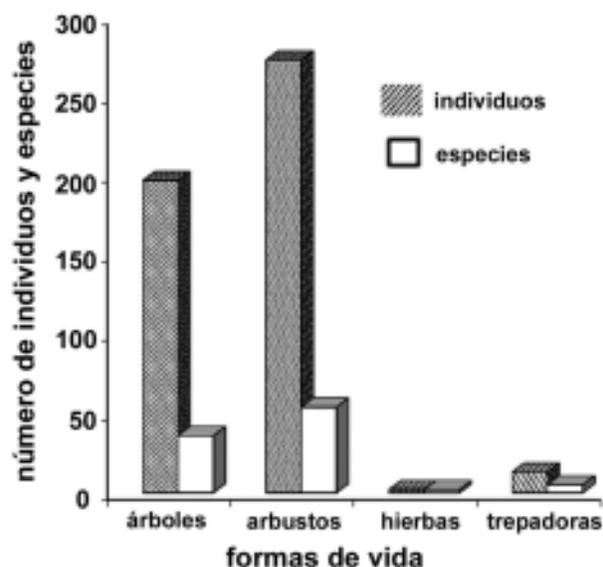
<b>localidades</b>	<b>N.º familias</b>		<b>N.º especies</b>		<b>N.º individuos</b>	
	<b>DAP <math>\geq</math> 1 cm</b>	<b>DAP <math>\geq</math> 2,5 cm</b>	<b>DAP <math>\geq</math> 1 cm</b>	<b>DAP <math>\geq</math> 2,5 cm</b>	<b>DAP <math>\geq</math> 1 cm</b>	<b>DAP <math>\geq</math> 2,5 cm</b>
Cerro Tasajero	34	30	79	60	485	281
F. Monterrey	24		72		620	
Los Colorados	42	41	99	120	635	492
Tierra Bomba	33		77		632	
Neguanje	33	30	93	67	734	326
Bremen	31		71		1004	
Cardonal	30		64		780	
Santo Tomás	32	32	70	77	747	382
Colosó		47		110		315
Galerazamba		24		52		228
Mariquita		39		94		337
Mateguadua		23		44		300

Al analizar los datos excluyendo los individuos con DAP entre 1 y 2,5 cm con las otras localidades estudiadas con este parámetro de muestreo, el resultado de la riqueza específica para Tasajero es: 29 familias, 40 géneros, 53 especies y 204 individuos; manteniendo valores afines con los de Neguanje estudiado por Gentry (1995) y reportados en Phillips y Miller (2002), además, los valores más bajos en cuanto a especies son los reportados por González y Devia (1995) para el corregimiento de Mateguadua con 23 familias y 44 especies, contrario a los más altos valores presentados para Colosó y Los Colorados con 110 y 120 especies respectivamente (tabla 8).

La composición florística de los bosques secos tropicales en Colombia mantiene la tendencia reportada por Gentry (1995) según la cual las familias dominantes son Fabaceae (*s. s.*), Bignoniaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae y Capparidaceae. En el Cerro Tasajero se mantiene la prevalencia de Fabaceae, seguida por Myrtaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Verbenaceae. El nivel de importancia de Myrtaceae en este bosque seco parece un resultado atípico, sólo se ha reportado información similar para Mateguadua (González y Devia, 1995); sin embargo la especie que da este valor de dominancia a la familia (*E. biflora*), es un taxón ampliamente distribuido en la región tropical, se conoce desde la zona de México hasta Bolivia (Holst et al., 2003), y se ha reportado que se adapta a variados hábitats que incluyen matorrales sobre afloramientos rocosos (Parra-O., 2006), bosques secos subtropicales (Weaver y China, 2003), bosques estacionalmente inundados, riveras rocosas de ríos o parches arbustivos en sabanas (Holst et al., 2003) y bosques húmedos (Mori y Boom, 1983), lo cual indica una alta plasticidad de esta especie, que en cierta medida explica su dominancia en el Cerro Tasajero.

En cuanto al hábito de crecimiento predominante en los bosques secos de la costa Caribe y el Tolima, dominan los árboles, seguidos por arbustos, lianas y en mínimas cantidades hierbas; en Cerro Tasajero

sobresale el estrato arbustivo y las lianas sufren una marcada disminución (figura 1), aunque hay una buena representación de árboles (36 especies), las especies de porte arbustivo predominan (54); esto puede ser debido a que algunas especies de árboles que se encuentran en este ecosistema son caducifolias (Bullock, 1995, citado en Pennigton et al., 2000) y/o cuentan con un follaje ralo que facilita una buena iluminación en los estratos inferiores favoreciendo el desarrollo de los individuos del sotobosque (una de las características estructurales de este bosque presentadas por Murphy y Lugo, 1986).



**Figura 1.** Comparación del número de individuos y especies según las formas de vida presentes en la vegetación del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

Otro aspecto que puede ayudar a explicar la dominancia de elementos arbustivos en Cerro Tasajero se asocia a los niveles de precipitación local; de acuerdo con Fajardo et al. (2005) al estudiar cinco bosques secos tropicales en Venezuela encontraron que bajo niveles de precipitación iguales o superiores a 1.200 mm, los elementos arbóreos presentaban un dosel discontinuo emergente de hasta 20 m, y un dosel continuo entre 10 y 12 m, en áreas con niveles por debajo de 1.000 mm se encontraba

un solo estrato arbóreo con alturas entre 10 y 15 m. Los niveles de precipitación del Cerro Tasajero (1.150 mm), indicarían que su dosel presentaría un doble estrato arbóreo, lo cual es evidente pues presenta elementos emergentes con alturas entre 12 y 20 m, y un segundo estrato con una gran cantidad de individuos con alturas que no superan los 6,5 m. Lo anterior coincide parcialmente con lo registrado por Fajardo et al. (2005), la baja altura del segundo dosel se puede explicar por el grado de intervención que origina la pérdida de muchos elementos arbóreos, y por las condiciones edáficas y de pendiente de cada zona, otros aspectos que pueden explicar esto se asocian a la tolerancia al estrés hídrico que pueden presentar las especies ante el incremento de las épocas de sequía, sin embargo son atributos que merecen ser evaluados en detalle en investigaciones posteriores.

Con respecto a la diversidad representada por el índice de Shannon (3,52), es alta teniendo en cuenta el intervalo (1,5-3,5) para establecer la equidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Esto indica que las especies del bosque del Cerro Tasajero se distribuyen uniformemente.

Al evaluar la similitud según los índices de Jaccard y Sorensen se encuentran valores muy bajos con relación a los registrados en los bosques del Tolima (la similitud no es mayor al 1%), con los de la costa Caribe los valores aumentan levemente. Esta baja similitud entre localidades se explica al observar los valores de complementariedad los cuales tienden a uno, indicándonos una alta heterogeneidad a nivel florístico entre los sectores analizados.

El bosque del Cerro Tasajero, se ubica en sectores de Serranía sobre laderas de pendientes pronunciadas abarcando un gradiente altitudinal con diferencias de hasta 800 m; esto origina diferencias importantes en su vegetación, asociado además a otros factores de tipo ambiental como la precipitación, los tipos de suelo, la humedad, y la temperatura, entre otras, que conducen a incrementar la diversi-

dad beta. Los otros bosques analizados se encuentran por debajo de los 300 m de altitud, originando que en ellos exista una dominancia de elementos florísticos de tierras bajas.

Al analizar la composición de especies que se comparten entre Tasajero y otros bosques secos de Colombia solo se encuentran *Machaerium arboreum* (Jacq.) Vogel (Fabaceae), *Brosimum alicastrum* Sw. (Moraceae), *G. ulmifolia* (Sterculiaceae) y *Morisonia americana* L. (Caparidaceae), estas especies no son exclusivas de los bosques secos, y se encuentran además en sectores de bosque subandino y tropical de nuestro país; sumado a lo anterior, es importante destacar que especies frecuentes en la mayor parte de bosques secos (GEMA, 1998; Gentry, 1995; Pennigton et al., 2000) como *Aspidosperma polyneuron* Muell., *Mandevilla villosa* (Miers) R.E. Woodson (Apocynaceae), *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae), *Bursera simaruba* Sarg. (Burseraceae), *Capparis eustachyana* Jacq., *C. frondosa* Jacq., *C. odoratissima* Jacq. (Capparaceae), *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae), *Pristimera verrucosa* (Kunth) Miers (Hippocrateaceae), *Randia armata* (Sw.) DC. (Rubiaceae), y *Seguiera aculeata* Jacq. (Phytolaccaceae), no se han registrado en Tasajero. Igualmente, al comparar con las especies registradas en bosques secos de otros países como Venezuela para el cual se registran (Fajardo et al., 2005) *Bourreria cumanensis* (Loefl.) O. E. Schulz (Rubiaceae), *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson (Bignoniaceae), *Acacia glomerosa* Benth. (Fabaceae, Mimosoidae), *Guapira pacurero* (Kunth) Lundell (Nyctaginaceae) y *Erythroxylum havanense* Jacq (Erythroxylaceae), tampoco se han encontrado en Cerro Tasajero.

De acuerdo con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Cúcuta (Concejo Municipal de Cúcuta, 2001), el bosque seco tropical cubre un 18,33% del total del territorio municipal, la mayor parte de esta zona de vida se establece en el Cerro Tasajero; sin embargo y pese a ser un ecosistema frágil, éste se encuentra fragmentado

por ramales internos que atraviesan zonas de producción agrícola, ganadera y minera, además de vías internas que comunican la ciudad con las repetidoras de radio y televisión establecidas en la cima del cerro. Los suelos del Cerro han sido modificados mediante la extracción de carbón, y se ha introducido ganado caprino el cual ha limitado los procesos de regeneración natural de las especies. Según el POT del municipio, la zona del Cerro ha sido considerada como área con vocación forestal, y se ha planteado la necesidad de mantener los suelos con buena cobertura vegetal mediante la implementación de bosques productores y/o protectores (sin describir claramente las especies que se utilizan), adicionalmente se ha propuesto establecer bosques de tipo comercial y áreas de cultivos transitorios como maíz y cultivos permanentes como cacao, además de zonas de ganadería extensiva. Las anteriores acciones obviamente incrementan la alteración de este ecosistema por la gran actividad humana. Todo lo anterior puede explicar en parte los resultados encontrados, pues dicha acción aunque pueda ser considerada leve, esta comprometiendo la sostenibilidad del ecosistema. Se podría considerar que actualmente en el Cerro se encuentran zonas de bosque secundario con muchas especies de tipo secundario y otras atípicas de bosques secos tropicales como *Licania apetala* (E. Mey.) Fritsch (Chrysobalanaceae), y géneros como *Ocotea* (Lauraceae) y *Brownea* (Fabaceae, Caesalpinioideae).

Los resultados obtenidos en este estudio se pueden considerar como preliminares, la alta heterogeneidad entre transectos, y el alto número de especies registradas una sola vez muestran que el muestreo es insuficiente y obviamente es necesario ampliarlo para abarcar todo el gradiente del Cerro. Además es importante plantear estudios ecológicos que permitan determinar el efecto que las diferentes actividades desarrolladas por los habitantes de la región tienen sobre la flora del Cerro. Adicionalmente, se recomienda que en los nuevos inventarios se incluyan especies de hábito herbáceo, epifito, y aquellos que tradicionalmente no se

resaltan con la metodología empleada (transectos), también es importante muestrear otros flancos del Cerro, para ver el tipo de bosques que se ubican en ellos y plantear finalmente una vez realizados estos estudios medidas de protección adecuadas para este ecosistema tan importante en el departamento de Norte de Santander.

Se recomienda reevaluar las medidas de manejo que se tienen actualmente para el Cerro, y definir sectores que sean de protección y regeneración, limitar las áreas de cultivos (tanto permanentes como transitorios) y evitar la ampliación de la ganadería extensiva. Estas acciones permitirían recuperar a mediano y largo tiempo la vegetación natural de la zona y mantener la cobertura vegetal nativa.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece de manera especial a su familia por el apoyo incondicional en el cumplimiento de cada uno de los proyectos emprendidos, a sus tutores por las orientaciones encaminadas a cumplir las metas propuestas, a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (**CORPONOR**) por la financiación y logística para el desarrollo del proyecto, especialmente a la Subdirectora de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas, Melva Yaneth Álvarez Vargas y los ingenieros Sergio Iván Niño y Miguel Antonio Correa. A los Herbarios de la Universidad Industrial de Santander y Catatumbo Sarare de la Universidad de Pamplona por las facilidades proporcionadas en el proceso de herborización y determinación preliminar de las muestras. A Gustavo Torres por su colaboración en campo. Al Instituto de Ciencias Naturales y Herbario Nacional Colombiano de la Universidad Nacional de Colombia por facilitar el desarrollo de la fase final de determinación junto con la colaboración de los especialistas en cada grupo taxonómico, los botánicos Robinson Galindo-T (**PNN**), José Luís Fernández-A, Julio Betancur, Diego Giraldo-C, Santiago Díaz-P, José Murillo, María Eugenia

Morales, Líz Karen Ruiz, y Javier Garzón (COL), y a los estudiantes que también colaboraron en la determinación del material, Adolfo Jara, Jhon In-

fante, Alejandro Zuluaga y Carlos Nelson Díaz, finalmente a la bióloga Lilia L. Roa por su asesoría en el manejo de la información.

## REFERENCIAS

- Albesiano S, Rangel-Ch JO, Cadena A.** 2003. La vegetación del Cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia*, 25(1):73-99.
- Albesiano S, Fernández-Alonso JL.** 2006. Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical. (500-1200) del Cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera parte. *Caldasia*, 28(1):23-44.
- Bravo NE.** 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica*, 1(1):87-93.
- Bruce KH, Landrum L, Grifo F.** 2003. Myrtaceae. Pp. 1-99. En: Steyermark JA, Berry PE, Yatskievych K, Holst BK (eds.). *Flora of the Venezuelan Guyana*. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, U. S. A.
- Carrascal A JL, Avella AG, Arango F, Rey JA.** 1969. *Estudio general de suelos de los municipios de Cúcuta (parte sur) y el Zulía, Norte de Santander*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, PROAGROS Ltda. Bogotá, Colombia.
- Colwell RK, Coddington JA.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Serie B)*, 345:101-118.
- Concejo Municipal de Cúcuta.** 2001. *Acuerdo N.º 0083 de enero 7 de 2001. Por el cual se aprueba y adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Cúcuta*, Cúcuta, Colombia.
- Espinal LS, Montenegro E.** 1963. Bosque seco tropical. Pp. 22-67. En: Espinal LS (ed.). *Formaciones vegetales de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Fajardo L, González V, Nassar JM, Lacabana P, Portillo CA, Carrasquel F, Rodríguez JP.** 2005. Tropical dry forests of Venezuela: characterization and current status. *Biotropica*, 37(4):531-547.
- Figueroa CY.** 2004. Guía ilustrada de la flora del "Desierto de la Tatacoa" Huila, Colombia. Trabajo de grado para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Finol H.** 1976. Estudio Fitosociológico de las unidades II y III de la Reserva Forestal de Carapo, Estado de Barinas. *Acta Botánica Venezuelica*, 10(1-4):15-103.
- Font-Quer P.** 1985. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor S. A. Barcelona, España.
- Franco-Rosselli P, Betancur J, Fernández-Alonso JL.** 1997. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia*, 19(1-2):205-234.
- Galindo-T R, Betancur J, Cadena-M JJ.** 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna de Guanentá-Alto Río Fonce, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*, 25(2):313-335.
- GEMA** Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental. 1998. *El bosque seco tropical (bs-T) en Colombia*. Página WEB Instituto Alexander von Humboldt. <<http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/Doc3.pdf>>. Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2005.
- Gentry AH.** 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 15:1-84.
- Gentry AH.** 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En: Bullock SH, Mooney HA, Medina E (eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press. Cambridge.
- González BS, Devia-A W.** 1995. Caracterización fisionómica de la flora de un bosque seco secundario en el corregimiento de Mateguadua, Tulua-Valle. *Cespedesia*, 20(66):35-65.
- IDEAM** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2006. *Estrategias para un Sistema Nacional de Áreas Protegidas*. <[www.ideam.gov.co/apc-aa/img\\_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/Estrategias\\_de\\_areas\\_protegidas.pdf](http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/Estrategias_de_areas_protegidas.pdf)> Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2005.
- Janzen DH.** 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: Grow. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1):105-116.
- Magurran AE.** 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Primera edición. Ediciones Vedral. Barcelona, España.
- Marulanda LO, Uribe A, Velásquez P, Montoya MA, Idarraga A, López MC, López JM.** 2003. Estructura y composición florística de la vegetación de un fragmento de bosque seco tropical en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades Biológicas*, 25(78):17-30.
- Mendoza-C H.** 1999. Estructura y composición florística del bosque seco tropical en la región Caribe y en el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1):70-94.

- Moreno CE.** 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T-Manuales y Tesis, vol 1. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España.
- Mori S, Boom B.** 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica*, 15(1):68-70.
- Murphy PG, Lugo AE.** 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17:67-88.
- Parra-O C.** 2006. Estudio general de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia*, 28(2):165-177.
- Pennington RT, Prado DE, Pendry CA.** 2000. Neotropical seasonally dry forest and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27:261-273.
- Phillips O, Miller JS.** 2002. Colombia, sites 90-123. Pp. 164-198. En: Hollowell VC (ed.). *Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry Forest Data Set*. Monography in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Volumen 89. Missouri, U. S. A.
- Rangel-Ch JO, Velázquez A.** 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel-Ch JO, Lowy-C P, Aguilar-P M (eds.). *Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez-M GM.** 2001. Inventario florístico del bosque seco tropical (bs-T) en la hacienda "El Ceibal", Santa Catalina (Bolívar), con énfasis en las especies asociadas a la dieta del títí cabeciblanco (*Sanguinus oedipus*). Trabajo de grado para optar el título de Bióloga. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Weaver P, China D.** 2003. Secondary subtropical dry forest at the La Tinaja tract of the Cartagena Lagoon National Wildlife Refuge, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 39(3):273-285.

**Anexo 1.** Lista de especies encontradas en 0,1 ha del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Voucher</b>
ANNONACEAE	<i>Duguetia lucida</i> Urb.	MCF 239
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	MCF 138
	<i>Xylopia</i> sp.	MCF 268
ARACEAE	<i>Philodendron</i> sp.	MCF 238
ARECACEAE	<i>Attalea</i> sp.	MCF 150
ASTERACEAE	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	MCF 233
	<i>Mikania</i> sp.	MCF 252
	Asteraceae sp. 1	MCF 129
	Asteraceae sp. 2	MCF 151
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	MCF 249
	<i>Memora</i> aff. <i>cladotricha</i> Sandwith	MCF 263
	<i>Anemopaegma</i> sp.	MCF 293
BORAGINACEAE	<i>Cordia panamensis</i> L. Riley	MCF 274
	<i>Cordia polycephala</i> (Lam.) I.M. Johnst.	MCF 159
CACTACEAE	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	MCF 295
CAPPARIDACEAE	<i>Morisonia americana</i> L.	MCF 254
CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i> L.	MCF 146
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	MCF 232
CLUSIACEAE	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	MCF 279
	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	MCF 125
DILLENACEAE	<i>Pinzona coriacea</i> Mart. & Zucc.	MCF 276
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum</i> aff. <i>novogranatense</i> (D. Morris) Hieron.	MCF 264
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	MCF 154
	<i>Croton leptostachyus</i> Kunth	MCF 134
	<i>Croton</i> sp. 1	MCF 156
	<i>Croton</i> sp. 2	MCF 284
	<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	MCF 269
	<i>Phyllanthus</i> sp. 1	MCF 127

<b>familia</b>	<b>especie</b>	<b>voucher</b>
FABACEAE (Faboideae)	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	MCF 155
	<i>Machaerium arboreum</i> (Jacq.) Vogel	MCF 241
	<i>Machaerium biovulatum</i> Michel	MCF 158
	<i>Machaerium microphyllum</i> (Emey) Standl	MCF 128
	<i>Machaerium milleflorum</i> Pittier	MCF 272
	<i>Machaerium</i> cf. <i>striatum</i> I.M. Johnst.	MCF 250
	<i>Pterocarpus</i> aff. <i>officinalis</i> Jacq.	MCF 288
	<i>Andira</i> sp. 1	MCF 145
	<i>Dioclea</i> sp. 1	MCF 256
	Fabaceae sp. 1	MCF 137
	Fabaceae sp. 2	MCF 251
	Fabaceae sp. 3	MCF 265
FABACEAE (Caesalpinioideae)	<i>Bahuinia guianensis</i> Aubl.	MCF 227
	<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) Irwin & Barneby	MCF 136
	<i>Senna</i> sp.	MCF 164
FABACEAE (Mimosoideae)	<i>Calliandra caracasana</i> (Jacq.) Benth.	MCF 282
	Mimosaceae sp. 1	MCF 273
	Mimosaceae sp. 2	MCF 283
FLACOURTIACEAE	<i>Banara glauca</i> (Kunth) Benth.	MCF 257
	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	MCF 247
	<i>Casearia</i> sp. 1	MCF 271
	<i>Casearia</i> sp. 2	MCF 152
LAURACEAE	<i>Ocotea</i> sp. 1	MCF 259
	<i>Ocotea</i> sp. 2	MCF 229
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia argentea</i> (Jacq.) DC.	MCF 149
	<i>Bunchosia odorata</i> (Jacq.) Kunth	MCF 292
MARANTACEAE	<i>Calathea</i> sp.	MCF 162
	<i>Maranta</i> sp.	MCF 270
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra</i> aff. <i>melanodesma</i> (Naudin) Cogn.	MCF 142
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	MCF 277
	<i>Miconia stenostachya</i> DC.	MCF 235
	<i>Leandra</i> sp. 1	MCF 248
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	MCF 275
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	MCF 255
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	MCF 165

<b>familia</b>	<b>especie</b>	<b>voucher</b>
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> aff. <i>biflora</i> (L.) DC.	MCF 237
	<i>Myrcianthes</i> aff. <i>orthostemum</i> (O. Berg) Grifo	MCF 245
	<i>Psidium</i> <i>guajava</i> Raddi	MCF 135
	<i>Myrcia</i> sp.	MCF 261
	<i>Eugenia</i> sp. 1	MCF 139
	<i>Eugenia</i> sp. 2	MCF 262
PIPERACEAE	<i>Piper</i> <i>reticulatum</i> L.	MCF 285
PROTEACEAE	<i>Roupala</i> <i>montana</i> Aubl.	MCF 234
RUBIACEAE	<i>Isertia</i> <i>haenkeana</i> DC.	MCF 131
	<i>Palicourea</i> <i>crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	MCF 157
	<i>Palicourea</i> <i>triphyllo</i> DC.	MCF 160
	<i>Psychotria</i> <i>anceps</i> Kunth	MCF 287
	<i>Randia</i> <i>dioica</i> H. Karst.	MCF 286
	<i>Warszewiczia</i> <i>coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	MCF 246
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum</i> <i>caribaeum</i> Lam.	MCF 290
SAPINDACEAE	<i>Cupania</i> <i>americana</i> L.	MCF 253
	<i>Paullinia</i> aff. <i>alata</i> G. Don	MCF 228
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum</i> sp.	MCF 242
STERCULIACEAE	<i>Guazuma</i> <i>ulmifolia</i> Lam.	MCF 266
THEOPHRASTACEAE	<i>Clavija</i> <i>harlingii</i> B. Ståhl	MCF 294
ULMACEAE	<i>Trema</i> <i>micranta</i> (L.) Blume	MCF 130
VERBENACEAE	<i>Aegiphila</i> aff. <i>bogotensis</i> (Spreng.) Moldenke	MCF 140
	<i>Aegiphila</i> aff. <i>elata</i> Sw.	MCF 126
	<i>Petrea</i> cf. <i>maynensis</i> Huber	MCF 230
	<i>Petrea</i> sp.	MCF 260

**Anexo 2.** Datos estructurales de las especies registradas en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

especie	N.º individuos	individuos DAP 1-2,5 cm	individuos > 2,5 cm DAP	área basal	densidad relativa	frecuencia relativa	dominancia relativa	IVI
<i>Eugenia</i> aff. <i>biflora</i> (L.) DC.	83	26	57	5241,3	15,7	5,7	18,2	39,6
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	10	1	9	4746,3	1,9	2,3	16,5	20,6
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	34	2	32	2345,0	6,5	3,4	8,1	18,0
<i>Croton</i> sp. 1	52	7	45	1056,9	9,9	2,3	3,7	15,8
<i>Myrcia</i> sp.	47	12	35	1144,7	8,9	2,9	4,0	15,7
<i>Cupania americana</i> L.	32	6	26	619,7	6,1	4,0	2,1	12,2
<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	6	0	6	2833,7	1,1	1,1	9,8	12,1
Mimosaceae sp. 2	5	0	5	1741,8	0,9	1,1	6,0	8,1
<i>Eugenia</i> sp. 2	16	7	9	198,3	3,0	3,4	0,7	7,2
<i>Leandra</i> sp. 1	17	6	11	416,3	3,2	2,3	1,4	7,0
<i>Ocotea</i> sp. 1	16	9	7	385,7	3,0	2,3	1,3	6,7
<i>Petrea</i> cf. <i>maynensis</i> Huber	14	9	5	63,8	2,7	2,9	0,2	5,7
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	4	2	2	734,4	0,8	2,3	2,5	5,6
<i>Duguetia lucida</i> Urb.	12	2	10	234,6	2,3	2,3	0,8	5,4
<i>Phyllanthus attenuatus</i> Miq.	4	0	4	1130,0	0,8	0,6	3,9	5,2
<i>Machaerium biovulatum</i> Michel	5	2	3	509,0	0,9	2,3	1,8	5,0
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	8	2	6	392,7	1,5	1,7	1,4	4,6
<i>Cecropia peltata</i> L.	9	4	5	297,7	1,7	1,7	1,0	4,5
<i>Pterocarpus</i> aff. <i>officinalis</i> Jacq.	4	3	1	660,9	0,8	1,1	2,3	4,2
<i>Paullinia</i> aff. <i>alata</i> G. Don	6	5	1	7,6	1,1	2,9	0,0	4,0
<i>Croton leptostachyus</i> Kunth	10	4	6	94,5	1,9	1,7	0,3	3,9
<i>Xylopia</i> sp.	4	1	3	413,8	0,8	1,7	1,4	3,9
<i>Philodendron</i> sp.	10	6	4	9,9	1,9	1,7	0,0	3,6
<i>Calliandra caracasana</i> (Jacq.) Benth.	4	0	4	653,9	0,8	0,6	2,3	3,6
<i>Attalea</i> sp.	3	0	3	512,3	0,6	1,1	1,8	3,5
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	6	3	3	125,2	1,1	1,7	0,4	3,3
<i>Piper reticulatum</i> L.	7	2	5	86,0	1,3	1,1	0,3	2,8
<i>Croton</i> sp. 2	2	0	2	323,9	0,4	1,1	1,1	2,6
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	2	1	1	262,5	0,4	1,1	0,9	2,4
<i>Psidium guajava</i> Raddi	3	2	1	17,6	0,6	1,7	0,1	2,3
<i>Aegiphila</i> aff. <i>bogotensis</i> (Spreng.) Moldenke	7	2	5	95,1	1,3	0,6	0,3	2,2
<i>Machaerium arboreum</i> (Jacq.) Vogel	2	1	1	145,7	0,4	1,1	0,5	2,0

especie	N.º individuos	individuos DAP 1-2,5 cm	individuos > 2,5 cm DAP	área basal	densidad relativa	frecuencia relativa	dominancia relativa	IVI
<i>Roupala montana</i> Aubl.	4	1	3	27,9	0,8	1,1	0,1	2,0
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	1	0	1	326,0	0,2	0,6	1,1	1,9
<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	3	1	2	202,6	0,6	0,6	0,7	1,8
<i>Ocotea</i> sp. 2	2	1	1	87,9	0,4	1,1	0,3	1,8
Mimosaceae sp. 1	2	1	1	22,9	0,4	1,1	0,1	1,6
Fabaceae sp. 3	2	1	1	13,2	0,4	1,1	0,0	1,6
<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) Irwin & Barneby	2	1	1	7,1	0,4	1,1	0,0	1,5
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	2	2	0	4,6	0,4	1,1	0,0	1,5
<i>Mikania</i> sp.	2	2	0	1,8	0,4	1,1	0,0	1,5
<i>Bahuinia guianensis</i> Aubl.	1	0	1	179,6	0,2	0,6	0,6	1,4
<i>Memora</i> aff. <i>cladotricha</i> Sandwith	3	1	2	40,0	0,6	0,6	0,1	1,3
<i>Bunchosia argentea</i> (Jacq.) DC.	3	1	2	20,5	0,6	0,6	0,1	1,2
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	3	2	1	3,0	0,6	0,6	0,0	1,2
<i>Machaerium microphyllum</i> (Emey) Standl	2	0	2	33,8	0,4	0,6	0,1	1,1
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	2	1	1	19,0	0,4	0,6	0,1	1,0
<i>Phyllanthus</i> sp. 1	2	1	1	15,4	0,4	0,6	0,1	1,0
<i>Machaerium</i> cf. <i>striatum</i> I.M. Johnst.	1	0	1	69,3	0,2	0,6	0,2	1,0
<i>Clavija harlingii</i> B. Ståhl	2	1	1	10,9	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	2	1	1	10,4	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Pinzona coriacea</i> Mart. & Zucc.	2	1	1	6,6	0,4	0,6	0,0	1,0
Fabaceae sp. 2	2	2	0	6,5	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Dioclea</i> sp. 1	2	2	0	3,6	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Cordia panamensis</i> L. Riley	2	2	0	3,1	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Palicourea triphylla</i> DC.	2	1	1	1,4	0,4	0,6	0,0	1,0
<i>Randia dioica</i> H. Karst.	1	0	1	45,8	0,2	0,6	0,2	0,9
<i>Eugenia</i> sp. 1	1	0	1	35,1	0,2	0,6	0,1	0,9
<i>Chrysophyllum</i> sp.	1	0	1	25,8	0,2	0,6	0,1	0,9
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	1	0	1	18,1	0,2	0,6	0,1	0,8
<i>Morisonia americana</i> L.	1	0	1	15,6	0,2	0,6	0,1	0,8
<i>Myrcianthes</i> aff. <i>orthostemun</i> (O. Berg) Grifo	1	0	1	12,4	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	1	0	1	8,0	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Isertia haenkeana</i> DC.	1	0	1	8,0	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Banara glauca</i> (Kunth) Benth.	1	0	1	6,5	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	1	0	1	6,5	0,2	0,6	0,0	0,8

especie	N.º individuos	individuos DAP 1-2,5 cm	individuos > 2,5 cm DAP	área basal	densidad relativa	frecuencia relativa	dominancia relativa	IVI
Asteraceae sp. 2	1	0	1	5,1	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.		10	1	5,1	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Calathea</i> sp.	1	0	1	5,1	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Aegiphila</i> aff. <i>elata</i> Sw.	1	1	0	4,8	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Casearia</i> sp. 1	1	1	0	4,5	0,2	0,6	0,0	0,8
Fabaceae sp. 1	1	1	0	3,9	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Erythroxylum</i> aff. <i>novogranatense</i> (D. Morris) Hieron.	1	1	0	3,4	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	1	1	0	2,9	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Anemopaegma</i> sp.	1	1	0	2,4	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Machaerium milleflorum</i> Pittier	1	1	0	2,4	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Bunchosia odorata</i> (Jacq.) Kunth	1	1	0	2,0	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Psychotria anceps</i> Kunth	1	1	0	1,6	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Marantha</i> sp.	1	1	0	1,3	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Petrea</i> sp.	1	1	0	1,3	0,2	0,6	0,0	0,8
Asteraceae sp. 1	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Cordia polycephala</i> (Lam.) I.M. Johnst.	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Senna</i> sp.	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Andira</i> sp. 1	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Casearia</i> sp. 2	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Leandra</i> aff. <i>melanodesma</i> (Naudin) Cogn.	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<i>Ficus insipida</i> Willd.	1	1	0	0,7	0,2	0,6	0,0	0,8
<b>Total</b>	<b>527</b>	<b>172</b>	<b>355</b>	<b>28850,6</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Anexo 3.** Valor de importancia de cada familia (IVF) en el Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia

<b>familia</b>	<b>IVF</b>
Myrtaceae	59,5
Fabaceae	42,5
Euphorbiaceae	29,3
Asteraceae	19,8
Sterculiaceae	19,5
Melastomataceae	12,8
Sapindaceae	12,7
Chrysobalanaceae	12,1
Annonaceae	9,9
Verbenaceae	9,4
Rubiaceae	9,3
Lauraceae	7,3
Flacourtiaceae	5,3
Bignoniaceae	4,4
Meliaceae	4,4
Clusiaceae	4,1
Cecropiaceae	3,9
Arecaceae	3,5
Malpighiaceae	3,1
Araceae	3,0
Boraginaceae	2,8
Moraceae	2,8
Piperaceae	2,7
Marantaceae	2,6
Proteaceae	2,0
Sapotaceae	1,9
Ulmaceae	1,6
Rutaceae	1,5
Theophrastaceae	1,5
Dilleniaceae	1,5
Capparidaceae	1,4
Erythroxylaceae	1,3
Cactaceae	1,3