



Corpoica. Ciencia y Tecnología  
Agropecuaria

ISSN: 0122-8706

revista\_corpoica@corpoica.org.co

Corporación Colombiana de Investigación  
Agropecuaria  
Colombia

Gutiérrez, Albert; García, Fernando; Rojas, Salvador; Castro, Francisco  
Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta  
Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2015, pp. 113-  
129  
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
Cundinamarca, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449944864010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Recursos genéticos vegetales

## Artículo de investigación

## Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta

### Permanent plot for monitoring in a galleria forest in Puerto Gaitan Meta

Albert Gutiérrez,<sup>1</sup> Fernando García,<sup>2</sup> Salvador Rojas,<sup>3</sup> Francisco Castro<sup>4</sup><sup>1</sup> MSc, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Investigador máster, Corpoica. Villavicencio, Colombia. agutierrez@corpoica.org.co<sup>2</sup> MSc, Universidad del Tolima. Subgerente de Operaciones, Monterrey Forestal GWR SAS. Valledupar, Colombia. fernando.garcia@gwrglobal.com<sup>3</sup> PhD, Universidad Federal de Amazonas. Investigador PhD, Corpoica. Villavicencio, Colombia. srojas@corpoica.org.co<sup>4</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad de los Llanos. Investigador, Fundación Horizonte Verde. Villavicencio, Colombia. bojonawi@gmail.com

Fecha de recepción: 26/11/2013

Fecha de aceptación: 07/04/2014

Para citar este artículo: Gutiérrez A, García F, Rojas S, Castro F. 2015. Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 16(1): 113-129

### Abstract

In 2010, Corpoica began in the dissected eastern plains of Colombia, the installation and study of the structure and floristic composition in a permanent one-hectare plot located in the tropical bioclimatic unit called gallery forest, in the municipality of Puerto Gaitan, Meta. The plot was laid out and demarcated; then, were identified and measured all individuals with DBH greater than ten centimeters. Accordingly with floristic composition were founded 519 individuals belonging to 72 species, 56 genera and 36 families of woody plants were recorded. Families with highest species richness were Burseraceae (5), Euphorbiaceae (5) and Clusiaceae (5). The main uses of the 72 species were 32 timber, 18 wildlife feeding, 10 watersheds protective nature, five suppliers of wood, three fruits, one dye production and one ornamental. The highest tree recorded for the parcel height was 21 meters reported by individuals in the "chaparro de agua" *Panopsis rubescens* and "merecurillo blanco" (*Licania kunthiana*). The species "tuno" (*Miconia* sp) and "quincecias" (*Tapirina guianensis*), were the two species with higher importance value index (IVI) 29.5% and 23.8%, respectively. In the vertical and horizontal structure analysis was observed that the middle stratum (Em) showed a 46.9% coverage, corresponding to a basal area (6.87 m<sup>2</sup>), the top stratum (Es) 45.7% (6.69 m<sup>2</sup>) and the lower stratum (Ei) 7.41% (1.09 m<sup>2</sup>). The results suggest that these areas are diverse both in structure and floristic composition and this diversity are affected by human disturbance as there is presence of clear effect of selective logging.

**Key words:** Permanent plot for monitoring, gallery forest, importance value index, floristic composition, vertical structure, horizontal structure, diversity, species

### Resumen

En 2010, Corpoica inició, en la altillanura disectada, la instalación y estudio de la estructura y composición florística de una parcela permanente de una hectárea localizada en la unidad bioclimática tropical denominada *bosque de galería*; ubicada en el municipio de Puerto Gaitán, Meta. La parcela, se trazó y demarcó; luego, se identificaron y censaron todos los individuos con DAP mayor de diez centímetros. De acuerdo con la composición florística, se encontraron 519 individuos pertenecientes a 72 especies, 56 géneros y 36 familias de plantas leñosas. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Burseraceae (5), Euphorbiaceae (5) y Clusiaceae (5). Los usos principales de las 72 especies fueron: 32 maderables, 18 alimentación de fauna, 10 protectores de microcuencas, 5 leña, 3 frutales, 1 tinte y 1 ornamental. La mayor altura registrada para la parcela fue de 21 metros reportados por individuos de las especies chaparro de agua (*Panopsis rubescens*) y merecurillo blanco (*Licania kunthiana*). Las especies tuno (*Miconia* sp.) y quincecias (*Tapirina guianensis*) fueron las dos de las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) 29,5 % y 23,8 %, respectivamente. Se observó en los análisis de estructura vertical y horizontal que, el estrato medio (Em) presentó una cobertura del 46,9 %, que corresponde a un área basal de (6,87 m<sup>2</sup>), el estrato superior (Es) 45,7 % (6,69 m<sup>2</sup>) y el estrato inferior (Ei) 7,41 % (1,09 m<sup>2</sup>). Los resultados sugieren que estas áreas son diversas tanto en la estructura como en la composición florística y esta diversidad está siendo afectada por la perturbación antrópica ya que hay presencia de claros por efecto de la tala selectiva.

**Palabras claves:** Parcela de monitoreo permanente, bosque de galería, índice de valor de importancia, composición florística, estructura vertical y estructura horizontal, diversidad, especies.

## Introducción

El conocimiento de la diversidad biológica de un área natural es fundamental para valorar el verdadero potencial de conservación y uso de sus recursos o servicios ambientales (Kleinn y Morales 2002). Actualmente, hay una creciente demanda de productos forestales tanto maderables como no maderables (PFNM) provenientes de países tropicales, esto puede beneficiar a los países o regiones que cuenten no solo con una buena diversidad y disponibilidad de materia prima e industrias de transformación, sino también aquellos que conozcan las áreas, sus especies, las proporciones y las dinámicas de ellas, para no caer en procesos netamente extractivos y selectivos que agoten los recursos rápidamente (Leaño y Saravia 1998).

Una de las estrategias para la valoración de todas las especies presentes en un área puede ser el estudio de las parcelas de monitoreo (Leaño y Saravia 1998), donde, en un área de bosque, todos los árboles existentes son identificados, medidos y etiquetados para evaluar su desarrollo en el tiempo. Las parcelas permanentes de medición forman parte importante e integral del manejo sostenible del bosque y la conservación de áreas protegidas. La instalación y evaluación de estas áreas de bosque y el estudio en parcelas permanentes de monitoreo prestan una valiosa información (cuantitativa y cualitativa) en el tiempo, que nos indican no solo lo que hay, sino cómo ocurren los cambios de la vegetación arbórea, junto a otras fuentes de información como los inventarios forestales, ensayos silviculturales, estudios ecológicos y fenológicos; son útiles para construir modelos de estructura del bosque, definir tipos e intensidades de aprovechamiento y tratamientos silviculturales. Además, a partir de estos trabajos, se puede obtener información de cómo será el efecto del aprovechamiento en el crecimiento de los árboles y en la producción de madera del bosque, cómo influirá el aprovechamiento en la biodiversidad y cuál será la respuesta del bosque a los tratamientos silviculturales o enfocados a mejorar la calidad del bosque: regeneración, control y protección (Brenes 1990). Con respecto a la dimensión de la parcela Synnott (1979), menciona que el tamaño más eficiente de parcelas en una situación particular dependerá de los objetivos, la precisión requerida, la variabilidad del bosque y los costos presentes y futuros.

Existen muchas experiencias sobre este tema en el mundo; en países tropicales de África, Asia y América son muy utilizadas estas metodologías de medición. En América, han sido usados procesos de extracción selectiva de caoba en Bolivia, donde se instalaron parcelas permanentes

de medición, con el fin de dar un seguimiento a 18 de estas especies.

En Colombia, los pioneros en el uso de estas técnicas fueron el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inderena), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif); igualmente, se reportan trabajos de las universidades como Nacional de Medellín, del Tolima y Distrital y de las corporaciones regionales ambientales, que han hecho estudios utilizando estas metodologías con diferentes objetivos. En Colombia, la parcela permanente de Amacayacú, en Amazonas, ha sido una herramienta para conocer el funcionamiento de los diferentes componentes del bosque amazónico. La información generada en esta parcela ha servido para la toma de decisiones sobre este frágil ecosistema natural, especialmente en el manejo forestal, el aprovechamiento sostenible de especies maderables y no maderables, y políticas de conservación y protección del patrimonio forestal de Colombia (Instituto Amazónico... s. f.). La Universidad Nacional de Medellín trabajó esta metodología en el Parque Nacional Natural Paramillo, lugar que está siendo sobreexplotado sin ningún control, para establecer pautas en el aprovechamiento de las especies maderables, con el objeto de mantener, a través del tiempo, un aprovechamiento y, a la vez, conservar las condiciones del bosque, sin perturbar de manera dramática la estabilidad del ecosistema (Grajales et al. 2005).

Por lo anterior, es importante adelantar trabajos con parcelas permanentes. En este caso, describimos el trabajo hecho en una parcela de una hectárea de bosque de galería en áreas de altillanura disectada o serranía de los Llanos colombianos, considerada una zona de limitaciones para uso agropecuario; el objetivo de este trabajo fue adelantar estudios que nos permitieran conocer la cantidad de especies, sus características y establecer la base para un sistema de monitoreo en áreas donde hay muy poca información disponible sobre el tema.

## Materiales y métodos

Dentro de un proyecto de Corpoica, en un área explotada por Pacific Rubiales, se realizó la instalación y estudio de la estructura y composición florística de una parcela permanente de monitoreo de bosque, siguiendo la metodología propuesta (Vallejo et al. 2005). Con el fin de brindar información dasométrica básica, que permita posteriormente hacer comparaciones y evaluaciones

periódicas en la vegetación que permiten construir modelos de la estructura del bosque, para definir tipos e intensidades de aprovechamiento y tratamientos silviculturales.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas para la instalación y estudio de la estructura y composición florística de la parcela.

### Características, trazado y demarcación de parcelas

Una vez seleccionada el área con las mejores condiciones, se hicieron unas actividades para dejar debidamente referenciada, identificada y marcada la parcela con el fin no solo de usarla en este trabajo sino que pueda seguir siendo usada en estudios posteriores. En esta parte del

trabajo, se hizo una descripción del área, su ubicación, sus características de clima y suelo y, finalmente, se hicieron las actividades de trazado y demarcación de la parcela y los árboles allí presentes.

### Localización área de estudio

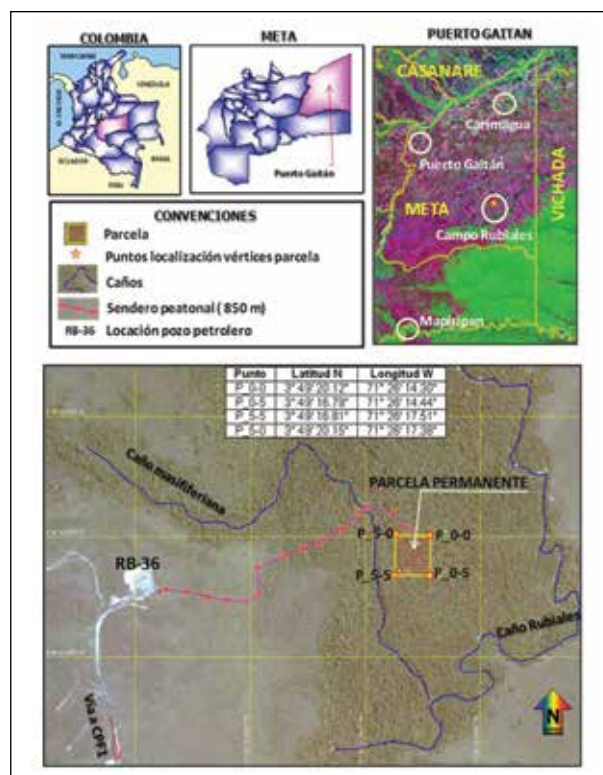
En un área dentro de los predios de Meta Petroleum Limited-Campo Rubiales, a 160 km del casco urbano de Puerto Gaitán, se llevó a cabo el establecimiento de una parcela permanente de bosque de una hectárea. A la parcela se accede por un sendero peatonal desde la locación del pozo RB-36, en un bosque que se halla ubicado en inmediaciones de los caños Masififeriana y Rubiales en el municipio de Puerto Gaitán (Meta, Colombia).



**Figura 1.** Vista del bosque en donde se encuentran las parcelas.

La parcela se encuentra delimitada entre las coordenadas geográficas (ver figura 2):

- P\_0-0: 3° 49' 20.12" N, 71° 26' 14.30" W
- P\_0-5: 3° 49' 16.79" N, 71° 26' 14.44" W
- P\_5-5: 3° 49' 16.81" N, 71° 26' 17.51" W
- P\_5-0: 3° 49' 20.15" N, 71° 26' 17.38" W



**Figura 2.** Localización geográfica de la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

### Caracterización climática área de estudio

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el sector donde se ubica el Campo Rubiales hace parte de la zona tropical en un ecosistema de bosque lluvioso, como una zona de transición entre la propia selva y la sabana. De acuerdo con Thornthwaite, se clasifica como de clima ligeramente húmedo y, según la clasificación bioclimática de Holdridge, como bosque húmedo tropical (bh-T), determinado por una biotemperatura superior a 24 °C y un promedio anual de lluvias entre los 2.000 y 4.000 mm.

Para la zona de ubicación de la parcela en Campo Rubiales, se estima una precipitación máxima anual de 2.361 mm (tabla 1), el régimen de lluvias es monomodal, con un período entre los meses de abril a octubre y el seco de diciembre a marzo. El mes de mayor precipitación es junio y el de menor enero. La temperatura promedio multianual máxima es de 32,3 °C y la mínima de 19,9 °C.

### Caracterización edáfica área de estudio

La parcela está localizada a una altura promedio de 178 msnm, en un suelo de paisaje de valle, esta posición geomorfológica corresponde a superficies fluvio-depositacionales encajonada dentro de paisajes de relieves más altos, situada en una franja alargada, angosta y paralela a los cauces de los caños Rubiales y Massiferiano.

La cobertura vegetal corresponde a bosques llamados de galería; los encharcamientos y las inundaciones asociados a las temporadas invernales constituyen los problemas más comunes que limitan el uso agropecuario de estos suelos.

La parcela se encuentra en la unidad cartográfica VVAxy (IGAC 2004). Esta asociación se distribuye a lo largo del caño Rubiales, se localiza en el plano de inundación del valle aluvial de los caños antes mencionados, con un relieve plano a ligeramente plano y pendientes que varían entre 0 y 3 %. Los suelos son superficiales a moderadamente profundos limitados por el nivel freático, imperfecta a pobremente drenados, de texturas variadas finas a gruesas y se han originado a partir de depósitos aluviales mixtos.

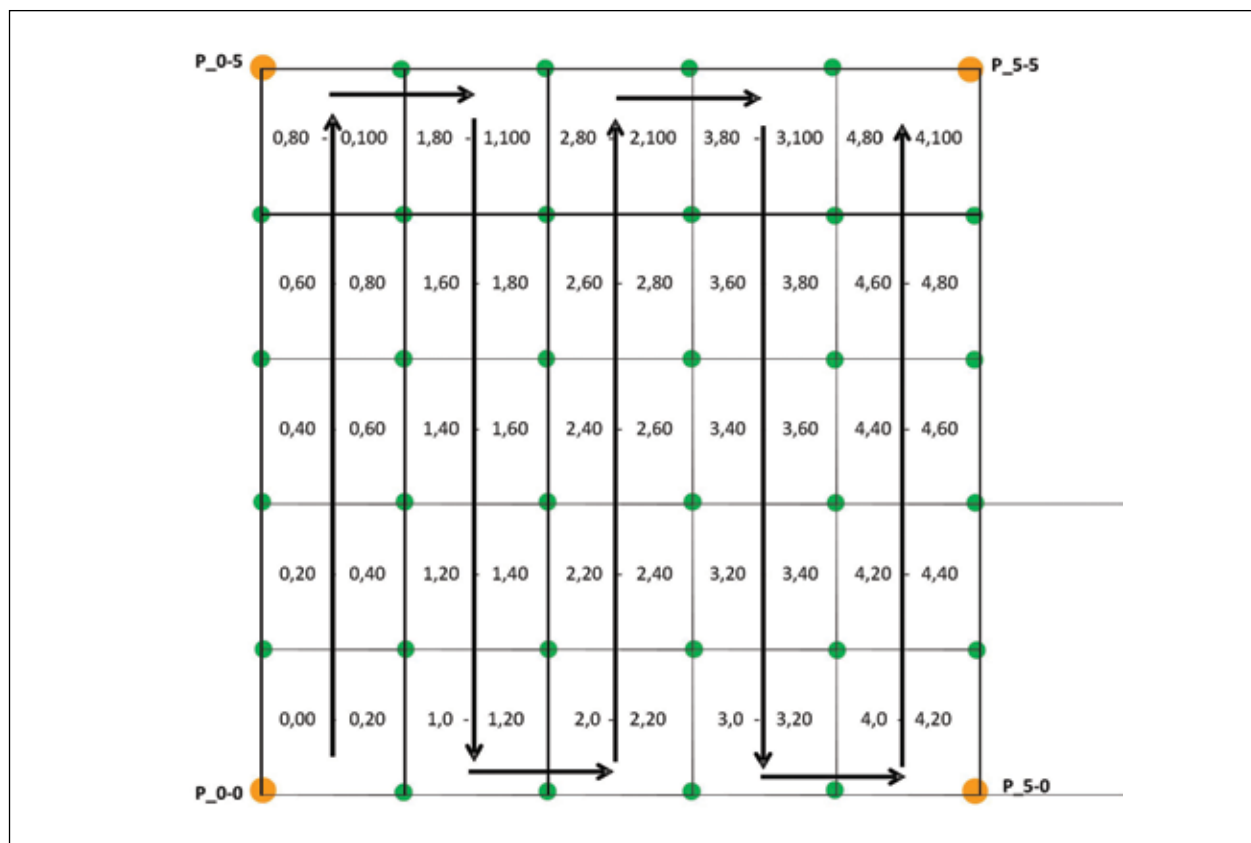
### Fase de campo de trazado y demarcación de parcelas

La parcela de un hectárea (figura 3) fue demarcada de forma cuadrada (100x100 m), dividida esta, a su vez, en subcuadrantes de (20x20 m). La demarcación se realizó con tubos de PVC de 3" color naranja, para los vértices de la parcela (P\_0-0; P\_0-5; P\_5-5 y P\_5-0) y con tubos de PVC de 2" color verde, para los subcuadrantes, los cuales fueron previamente marcados con pintura de aceite, indicando la ubicación de cada uno de ellos, según coordenadas x, y (figura 3).

**Tabla 1.** Variables climáticas presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

Meses	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	18,5	35,3	19
Febrero	19,0	36,3	40
Marzo	20,1	34,9	97
Abril	20,7	32,4	253
Mayo	20,4	30,9	317
Junio	20,2	29,2	387
Julio	19,5	29,4	298
Agosto	19,4	30,1	268
Septiembre	19,9	30,9	278
Octubre	20,3	31,7	207
Noviembre	20,8	32,3	141
Diciembre	19,4	33,9	56
<b>Anual</b>	<b>19,9</b>	<b>32,3</b>	<b>2.361</b>

Fuente: adaptado y modificado CIAT-WordClim, 2011



**Figura 3.** Diagrama de la parcela de una hectárea, y su demarcación en cuadrantes y subcuadrantes.



**Figura 4.** (A) Actividades de campo de trazado. (B) Georeferenciación. (C) Demarcación de las parcelas y subparcelas.



## Registro de información

Esta actividad se realizó en el periodo comprendido entre enero y febrero de 2011, la toma de los individuos con DAP mayores a 10 cm o 31,5 cm de circunferencia, además de otra serie de datos como: localización *X* y *Y*; altura total árbol; altura y diámetro de copa; y porcentaje de luminosidad; se marcaron todos los árboles con esta característica (DAP > 10 cm), con placas de aluminio, la

cual contiene el número de censo y el número del árbol inventariado; está dispuesta en la parte superior de la marca que se realiza con pintura de aceite a los 1,30 m; se colectaron en campo 60 muestras para su identificación taxonómica, las cuales reposan en el herbario de la Universidad de los Llanos (Unillanos) (figura 5), con el fin de identificar los árboles que hacen parte del inventario y evitar errores en el momento de un inventario futuro.



**Figura 5.** (A) Medición de diámetros de copa. (B) Marcación de árboles a 1,3 m. (C) Identificación de árboles con placas de aluminio. (D) Identificación. (E) Recolección de muestras para identificación botánica.

## Análisis de la información

Para la clasificación taxonómica de las plantas recolectadas se utilizó la nomenclatura propuesta Cronquist (1992). Se definió la composición florística, determinando el número de especies, géneros y familias presentes, particularizando las más dominantes e importantes.

Se realizó la evaluación estructural de la cobertura boscosa en una hectárea, tanto a nivel horizontal, como vertical de la parcela de monitoreo, lo que permite conocer la distribución espacial de los individuos y de las especies dentro del bosque y su relación con el comportamiento de la diversidad florística y la dinámica del mismo.

Para evaluar la importancia ecológica de las especies y las familias en la parcela se calcularon, respectivamente, los índices de valor de importancia (IVI), de acuerdo con Curtis et al. (1959), y el de valor de importancia para familias (IVF), según lo propuesto por Mori y Boom (1983), que se obtienen como la sumatoria de la densidad, la dominancia y la riqueza relativas de cada especie y familia.

Se implementó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965), con la información recolectada de los valores de la altura total y de reiteración. También se determinó la estructura de la vegetación, estableciendo intervalos de clase siguiendo la metodología propuesta por Sturges (s. f.), para la distribución de variables de altura y diámetro de los individuos con DAP > 10 cm.

Para el análisis de la estructura vertical se definieron tres estratos arbóreos: superior (Es), medio (Em) e inferior (Ei), dependiendo de las alturas máxima y mínima de los individuos con DAP > 10 cm.

Para evaluar la estructura vertical se emplearon los perfiles de vegetación generados por el software SLIM (Simple Light Interception Model) (Centro Internacional... 2003).

## Resultados

En estos resultados incluimos la información obtenida en la composición florística de la parcela, una vez censados

todos los individuos con DAP > 10,0 cm en una hectárea, se encontraron diferentes familias, géneros y especies además de los usos referenciados de estas especies. También se reportan los datos de estructura horizontal y vertical de las especies, en la parcela su cobertura y la abundancia.

## Composición florística de la parcela

Se registraron 519 individuos pertenecientes a 72 especies, 56 géneros y 36 familias de plantas leñosas. En la tabla 2, se presentan las familias con mayor número de géneros y especies. Se destacan las familias Euphorbiaceae (4 géneros y 5 especies), Clusiaceae y Apocynaceae (4 géneros y 4 especies), Mimosaceae (3 géneros y 5 especies).

**Tabla 2.** Número de géneros y especies por familia de los árboles presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

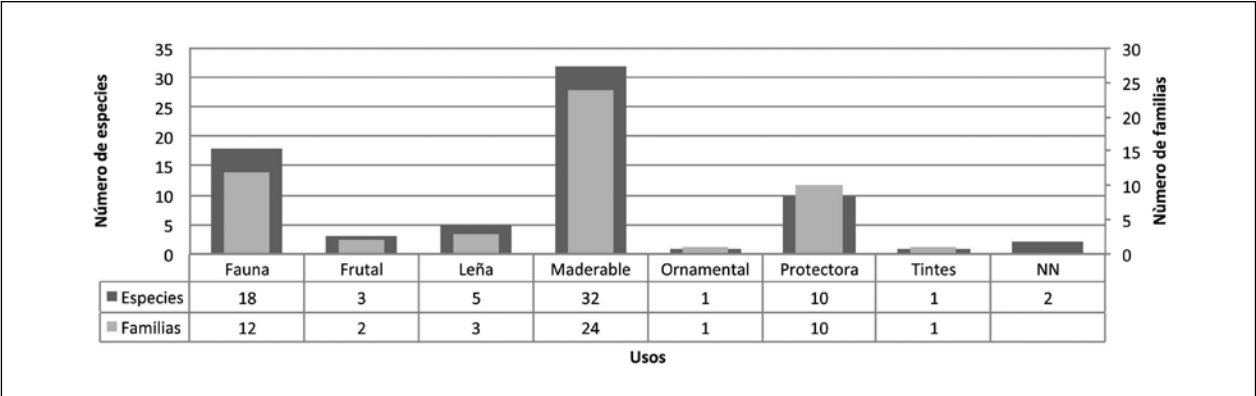
N.º	Familia	N.º géneros	N.º especies
1	Euphorbiaceae	4	5
2	Clusiaceae	4	4
3	Apocynaceae	4	4
4	Mimosaceae	3	5
5	Moraceae	3	4
6	Caesalpiniaceae	3	3
7	Chrysobalanaceae	2	3
8	Lecythidaceae	2	3
9	Annonaceae	2	2
10	Rubiaceae	2	2
11	Otras familias	27	37
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>72</b>



### Usos principales de las especies presentes en la parcela

Los aspectos relacionados con el uso de las plantas fueron proporcionados por personas del sitio de estudio, con conocimientos sobre la vegetación, y por el taxónomo que identificó las especies. De las 72 especies reportadas en la parcela de acuerdo con los usos principales se tienen

que: 32 son maderables y pertenecen a 24 familias, 18 son para alimentación de la fauna y pertenecen a 12 familias, 10 son de carácter protector de microcuencas y pertenecen a 10 familias, 5 son proveedoras de leña pertenecientes a 3 familias, 3 son frutales pertenecientes a 2 familias, 1 productora de tinte y 1 de carácter ornamental (figura 6).



**Figura 6.** Usos principales discriminados por especie y familias de los árboles presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

### Estructura vertical (altura)

Para la evaluación de la estructura vertical se tomaron los individuos con alturas mayores a 6,7 m, correspondiente a la altura mínima que se presentó el estrato arbóreo, con DAP > 10 cm. Como se puede apreciar en la tabla 3, los individuos presentan una mayor concentración en las clases medias. Se tiene entonces a las clases IV, V

y VI (11,2-12,7 m, 12,7-14,2 m y 14,2-15,7 m) con los valores más altos de frecuencias 21,58 %, 24,66 % y 21,97, respectivamente, que evidencia un mayor desarrollo de la vegetación y las clases I, IX y X con frecuencias menores a 2%. La mayor altura registrada para la parcela fue de 21 m, reportados por individuos de las especies chaparro de agua (*Panopsis rubescens*) y merecurillo blanco (*Licania kunthiana* Hook. f.).

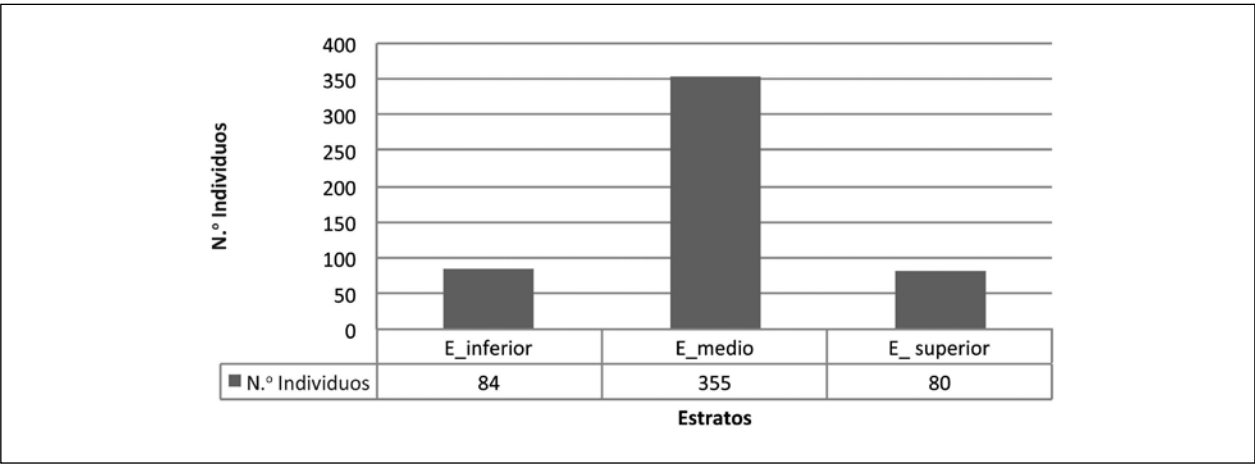
**Tabla 3.** Frecuencia relativa de alturas (m) de los arboles presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

Intervalos (m)	Clases	Número individuos	Frecuencia %
6,7-8,2	I	10	1,93
>8,2-9,7	II	21	4,05
>9,7-11,2	III	54	10,40
>11,2-12,7	IV	112	21,58
>12,7-14,2	V	128	24,66
>14,2-15,7	VI	114	21,97
>15,7-17,2	VII	59	11,37
>17,2-18,7	VIII	15	2,89
>18,7-20,2	IX	3	0,58
>20,2-21,0	X	3	0,58
Total	10	519	100,00

### Estrato arbóreo

Según Valerio y Salas (1998), el bosque se encuentra dividido usualmente en tres estratos conocidos como superior (Es), medio (Em) e inferior (Ei). El área de bosque evaluada alcanza alturas entre 6,7 m a 21,0 m. Al analizar la vegetación arbórea según estos estratos, se obtuvo que el estrato inferior:  $Ei < 11,2$  m, estrato medio:  $Em$  11,2 m y 15,7 m y estrato superior:  $Es > 15,7$  m, se registraron 80 individuos en el estrato arbóreo superior, 355 en el estrato arbóreo medio y 84 en el estrato arbóreo inferior (figura 7).

De la apertura del dosel (claros), bien sea de carácter antrópico o natural, se inicia el proceso dinámico de los bosques de formar estratos hasta que el ecosistema recupere una estructura similar a la que perdió (Monge 1999). Esto expresa la gran cantidad de individuos en el estrato medio de la parcela de monitoreo; las especies de este estrato tienen un requerimiento lumínico mucho mayor que aquellos que se encuentran en el estadio superior pues su demanda energética se basa en el incremento diamétrico.

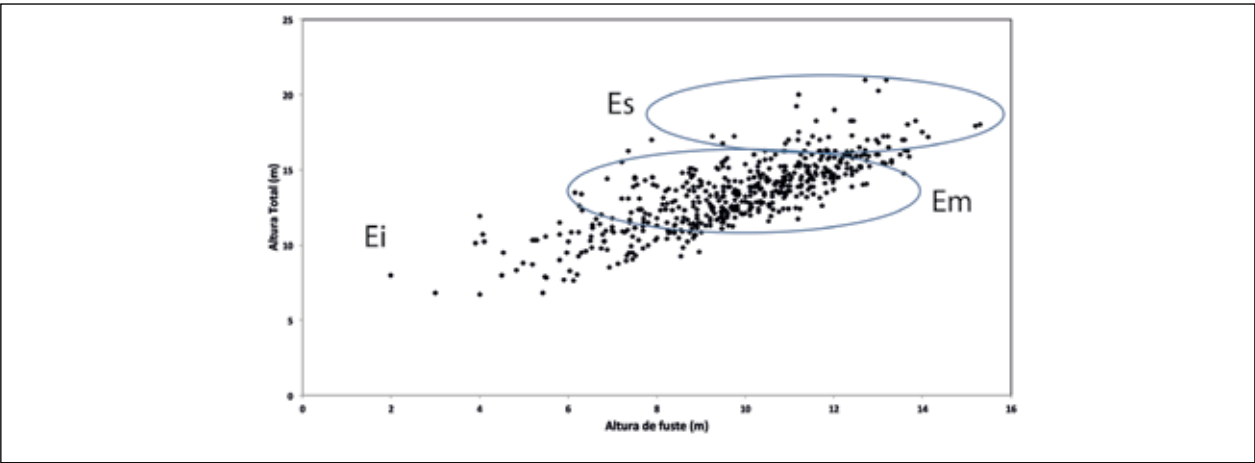


**Figura 7.** Número de individuos por estrato arbóreo presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

### Diagrama de dispersión de Ogawa

El diagrama de dispersión de Ogawa et al. (1965) (figura 8) realizado para individuos con  $DAP > 10$  cm, muestra la presencia de individuos en todos los estratos en un

continuo que dificulta diferenciarlos; según Melo y Vargas (2003), esta dispersión de puntos sin estratificación, que presenta una tendencia paralela al eje de abscisas (altura de fuste), correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas.

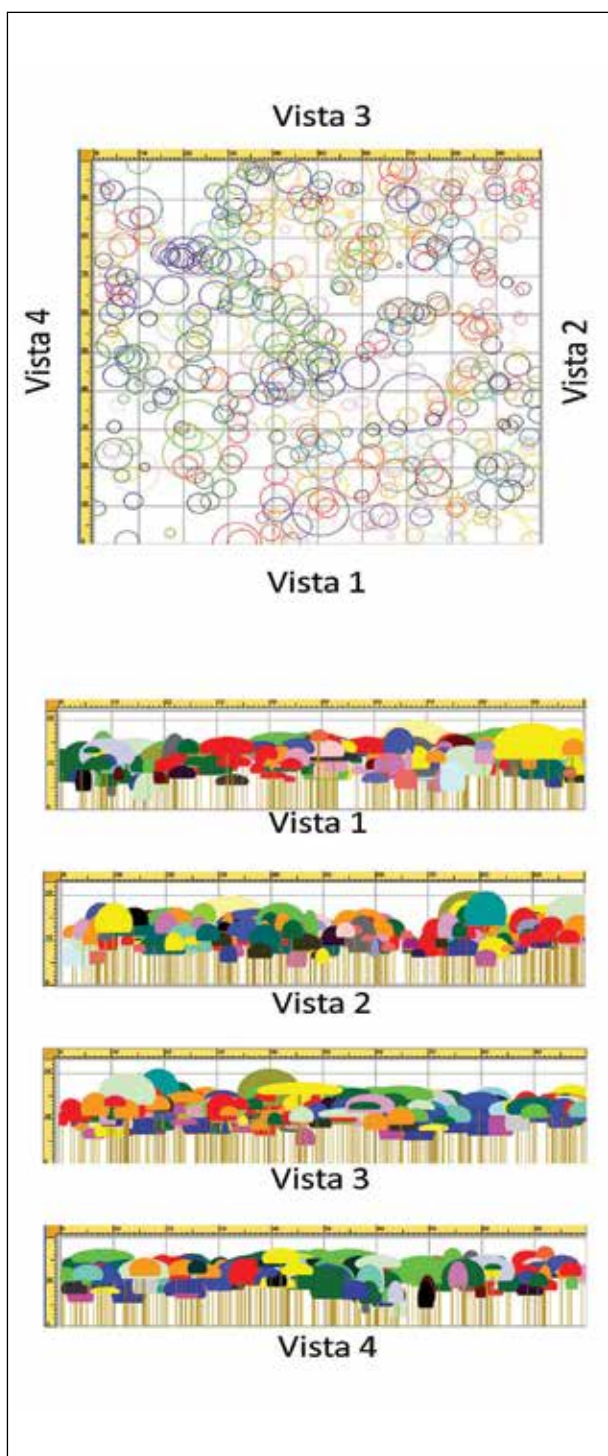


**Figura 8.** Diagrama de dispersión de Ogawa para la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

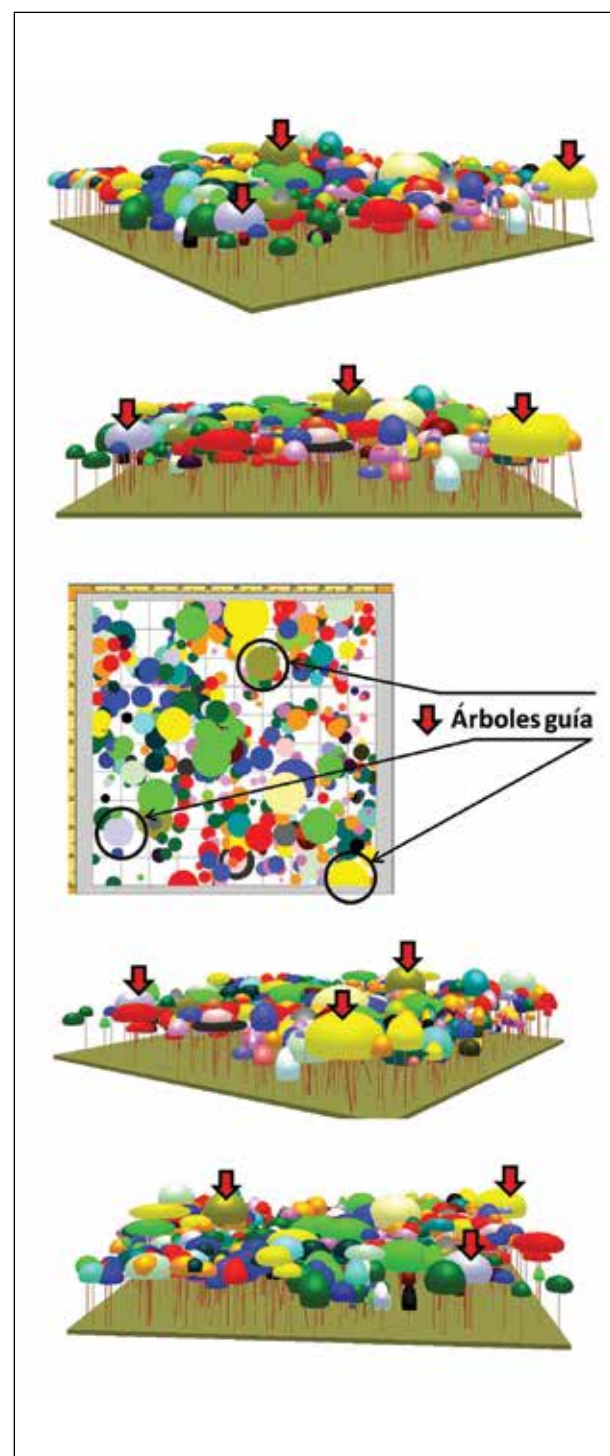
## Diagramas de perfil y 3D

Los diagramas de perfil (figura 9) correspondientes a las vistas 1 a 4, reflejan la presencia de un continuo de vegetación en altura y, además, permite observar la

presencia de los estratos mencionados (Es, Em y Ei) y, con ayuda de la vista de planta y en tercera dimensión (3D) (figuras 9, 10 y 11), se puede analizar la distribución de la vegetación tanto en el plano vertical como en el plano horizontal y en una vista en 3D.



**Figura 9.** Perfiles de la vegetación, para la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

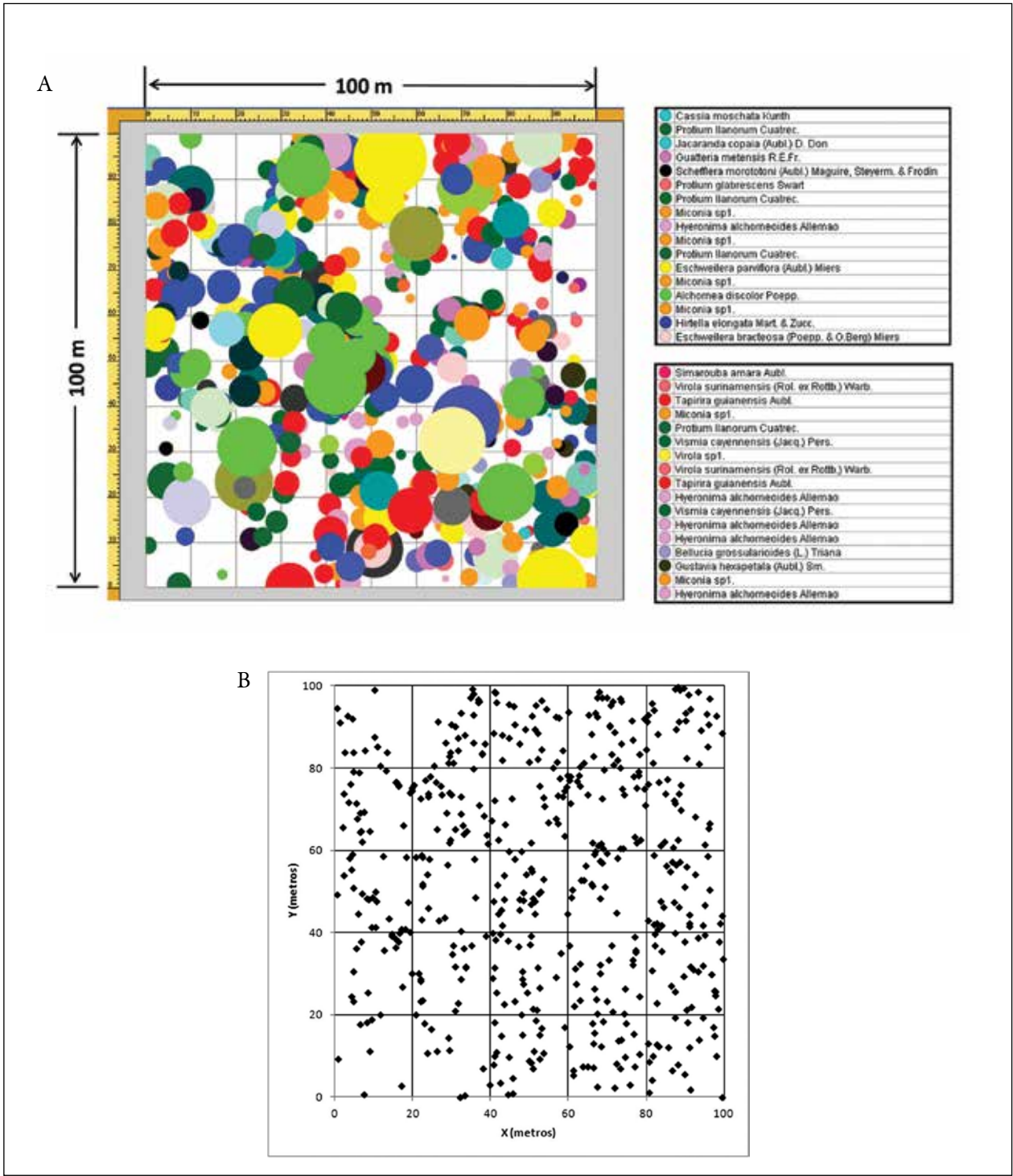


**Figura 10.** Vistas en 3D de la vegetación, para la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

# Estructura horizontal

Teniendo en cuenta los resultados de la identificación taxonómica de especies, se encontró que, en la parcela de bosque, se tienen 519 individuos. En la figura 11

(A y B), se presenta la distribución espacial de los individuos con DAP>10 cm, donde se evidencia un comportamiento que no obedece a un patrón espacial definido, propio de bosques naturales heterogéneos disetáneos.



**Figura 11.** Distribución de los individuos (A por especie, B por su distribución espacial) en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

Grado de cobertura o dominancia

Al analizar la cobertura o dominancia calculada en términos del área basal, del estrato arbóreo, se observa, en la figura 12, que el estrato medio (Em) presenta una cobertura del 46,9 % (6,87 m<sup>2</sup>). El estrato superior (Es) presenta una cobertura del 45,7 % (6,69 m<sup>2</sup>) y el

estrato inferior (Ei) presenta una cobertura del 7,41 % (1,09 m<sup>2</sup>), estos valores en los estratos medio y superior confirman un mayor desarrollo en altura y cobertura de la vegetación presente en la parcela, aunque se puede evidenciar un alto grado de intervención antrópico ya que, en bosques naturales tropicales, se encuentran áreas basales entre 18 a 20 m<sup>2</sup>.

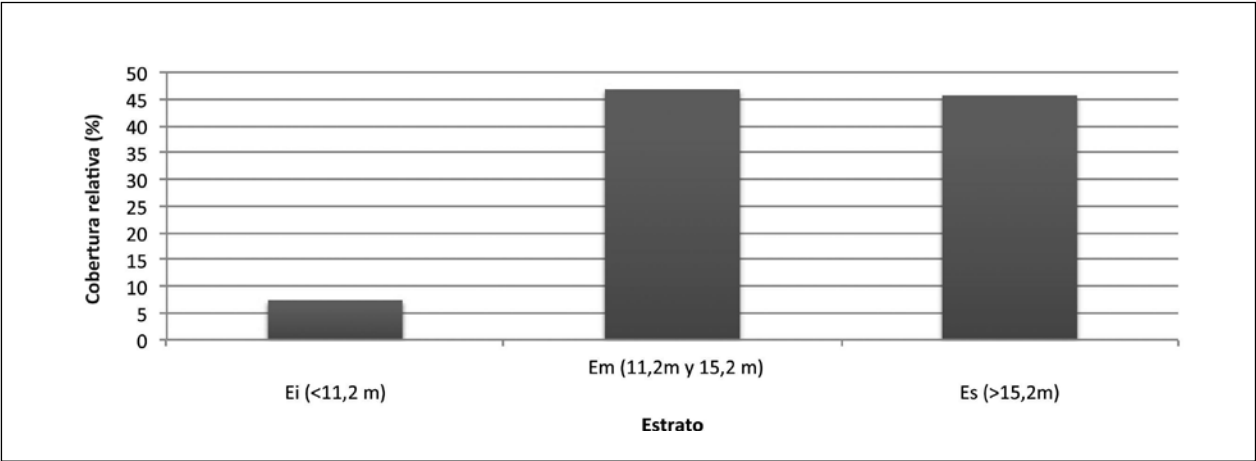


Figura 12. Cobertura relativa del estrato arbóreo en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

Estructura diamétrica general de la parcela

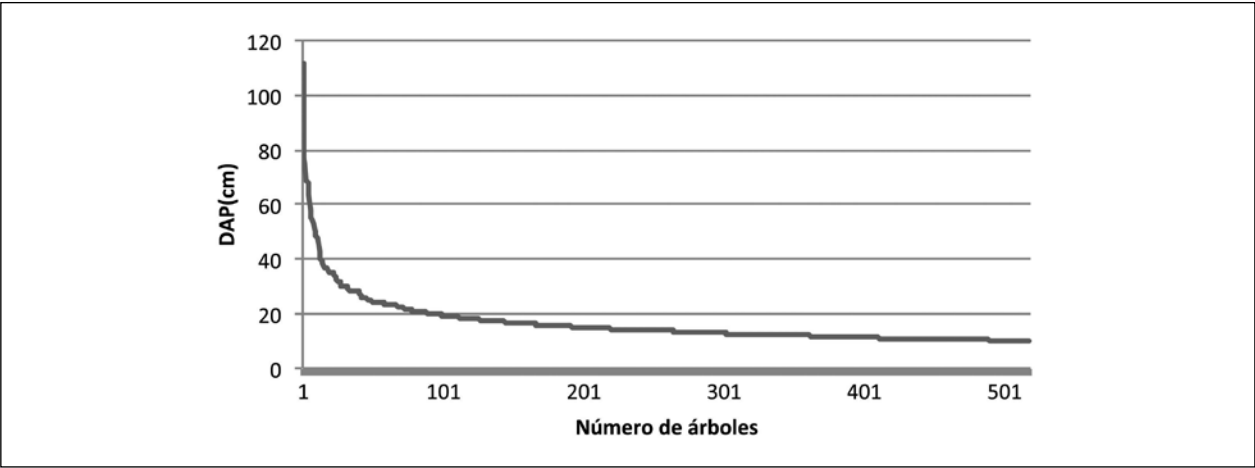
De acuerdo con la tabla 4, el área basal de los 519 árboles con DAP>10 cm es de 14,64 m<sup>2</sup>, y, según el número de individuos presentes por clase diamétrica, presenta la distribución en *J* invertida (figura 13), es decir que hay un menor número de individuos con DAP>20 cm. Esta distribución representa la tendencia del bosque en buscar la fase de homeostasis (equilibrio entre lo que se muere y lo que crece); aspectos representados por los

movimientos que se presentan en el paso de individuos entre las clases diamétricas, lo cual es parte de la dinámica natural del bosque, en donde la cantidad de individuos que logran establecerse durante los primeros años va disminuyendo conforme aumenta la clase diamétrica producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para obtener un sitio dentro el bosque (Rodríguez y Brenes 2009).

Tabla 4. Estructura diamétrica general de la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

Clases diamétricas cm	Área basal (m²)	Número total de arboles	Número de especies	Número de géneros	Número de familias
10 a 20	9,00	489	67	53	33
>30 a 40	1,58	17	11	9	7
>40 a 50	0,63	4	4	4	4
>50 a 60	0,93	4	3	3	3
>60 a 70	1,05	3	3	3	3
>70 a 80	0,47	1	1	1	1
> 80	0,98	1	1	1	1
Total	14,64	519			





**Figura 13.** Distribución del número de árboles según su DAP, presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

**Especies presentes en la parcela**

Para tener una visión más completa de la estructura de la parcela de monitoreo se utilizó el índice de valor de importancia (IVI) propuesto por Curtis et al. (1959); con este se obtuvo un valor que señala la importancia ecológica de cada especie en el conjunto de la población evaluada así:  $IVI \geq 15$  importancia alta,  $15 > IVI \geq 5$  importancia media y  $IVI < 5$  importancia baja.

Melo y Vargas (2003) proponen agrupar las 20 primeras especies con índices altos de valor de importancia y reúnen en una categoría a las especies restantes dentro de la población evaluada; esta categoría es conocida como otras especies o especies raras (tabla 5). Las especies

con IVI muy bajos, son especies de baja importancia ecológica y muy vulnerables ante disturbios antrópicos y naturales.

De la tabla 5 se observan las especies que presentan un mayor índice de valor de importancia (IVI) y, son en su orden, son: tuno (*Miconia* sp1.), quincedias (*Tapirira guianensis* Aubl.), carguero [*Eschweilera parviflora* (Aubl.) Miers], caraño macho (*Protium llanorum* Cuatrec.), chaparro de monte (*Hyeronima alchorneoides* Allemao), manchador [*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.], parature (*Tachigali guianensis* (Benth.) Zarucchi & Herend.), matapalo (*Ficus* sp2.) y rebentillo morado (*Alchornea discolor* Poepp.).

**Tabla 5.** Especies más importantes ( $DAP > 10$  cm) en una parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

N.º	Especie	Número de individuos	Ocurrencia de la especie	Área basal m²	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de valor de importancia (IVI)
1	<i>Miconia</i> sp1.	79	21	1,90	15,22	6,82	7,48	29,52
2	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	56	20	0,96	10,79	6,49	6,59	23,87
3	<i>Protium guianense</i> (Aubl.) Marchand	37	14	1,01	7,13	4,55	6,89	18,56
4	<i>Eschweilera parviflora</i> (Aubl.) Miers	21	15	1,25	4,05	4,87	8,51	17,43
5	<i>Protium llanorum</i> Cuatrec.	29	14	0,83	5,59	4,55	5,69	15,82

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

N.º	Especie	Número de individuos	Ocurrencia de la especie	Área basal m²	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de valor de importancia (IVI)
6	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao	32	13	0,47	6,17	4,22	3,23	13,62
7	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	27	15	0,37	5,20	4,87	2,54	12,61
8	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	16	8	0,77	3,08	2,60	5,28	10,96
9	<i>Ficus</i> sp2.	2	2	1,30	0,39	0,65	8,87	9,91
10	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	15	11	0,39	2,89	3,57	2,63	9,09
11	<i>Hydrochorea</i> cf., corymbosa (Rich.) Barneby & J.W.Grimes	13	8	0,28	2,50	2,60	1,88	6,98
12	<i>Hirtella elongata</i> Mart. & Zucc.	12	9	0,19	2,31	2,92	1,29	6,52
13	<i>Guatteria metensis</i> R.E.Fr.	10	9	0,21	1,93	2,92	1,41	6,26
14	<i>Eschweilera bracteosa</i> (Poepp. & O.Berg) Miers	8	7	0,17	1,54	2,27	1,20	5,01
15	<i>Sloanea</i> sp1.	8	7	0,17	1,54	2,27	1,18	4,99
16	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	9	6	0,13	1,73	1,95	0,91	4,60
17	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	8	7	0,10	1,54	2,27	0,69	4,50
18	<i>Byrsonima japurensis</i> A. Juss.	2	2	0,44	0,39	0,65	2,99	4,02
19	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	7	4	0,18	1,35	1,30	1,23	3,88
20	<i>Myrcia subsessilis</i> O.Berg	5	4	0,23	0,96	1,30	1,58	3,84
21	Otras especies	114	104	3,28	21,97	33,77	22,40	78,13
<b>Total</b>		<b>519</b>	<b>308</b>	<b>14,64</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

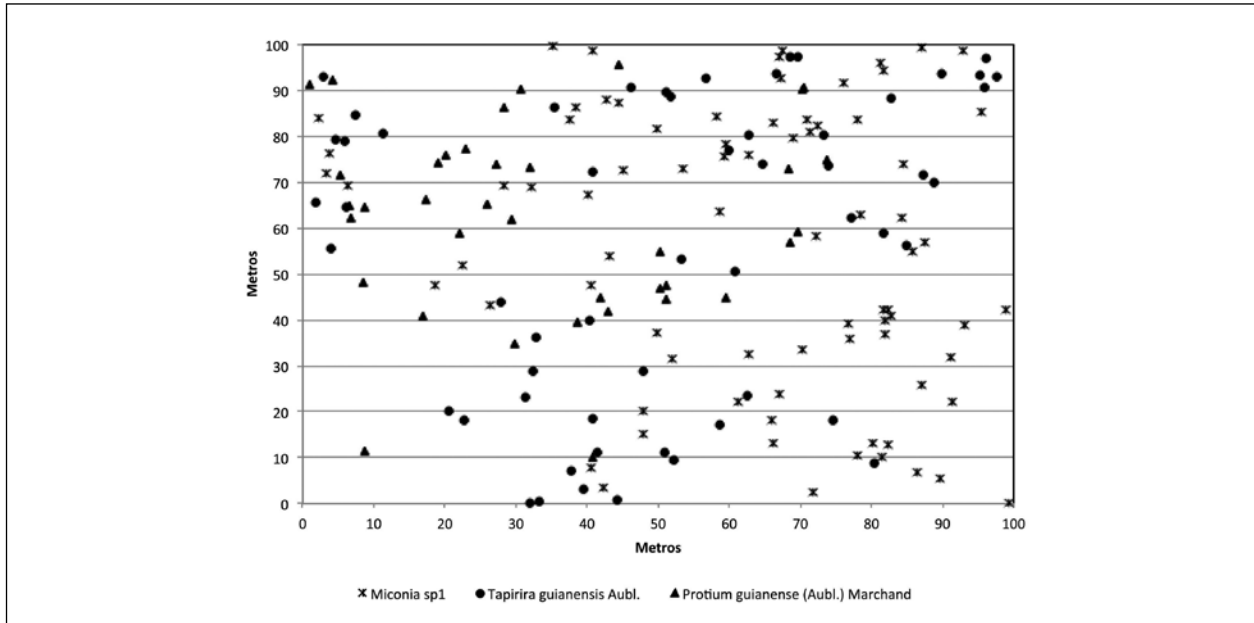
IVI: Índice de valor de importancia.

Kageyama (1994) explica que si el mayor peso ecológico lo tienen las especies raras u otras especies en su conjunto, se estaría caracterizando un ecosistema altamente heterogéneo y, por consiguiente, rico en especies. El caso contrario, caracterizaría a ecosistemas boscosos con tendencia a la homogeneidad. En la

tabla 5, el valor de importancia ecológica de la categoría de especies raras es del 78,13 %, en comparación con la especie de mayor índice dentro de la parcela, tuno (*Miconia* sp1.), representada con un IVI de 29,52 %, lo que significaría un ecosistema altamente heterogéneo.

En la figura 14 se muestra la distribución espacial de las tres primeras especies más representativas de acuerdo con el IVI, presentes en la parcela permanente de una hectárea. Al ser las especies tuno (*Miconia* sp1) y

quincedías (*Tapirira guianensis* Aubl.), dos de las con mayor índice de valor de importancia (IVI) 29,52 y 23,87, respectivamente, nos indica que esta parcela es representativa de un bosque secundario.



**Figura 14.** Distribución espacial de las tres especies más representativas (IVI) presentes en la parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia).

### Familias presentes en la parcela

De la tabla 6 se observan las familias que presentan un mayor índice de valor de importancia (IVF) son en su orden:

- Burseraceae representada por las especies: anime rebalsero (*Protium llanorum* Cuatrec.); anime [*Protium guianense* (Aubl.) Marchand]; anime liso (*Protium glabrescens* Swart); anime amarillo [*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand] y caraño [*Trattinnickia cf. lancifolia* (Cuatrec.) D.C. Daly].
- Melastomataceae, representada por las especies: tuno (*Miconia* sp1.) y níspero [*Bellucia grossularioides* (L.) Triana]
- Euphorbiaceae, representada por las especies: rebentillo morado (*Alchornea discolor* Poepp.); chaparro de monte (*Hyeronima alchorneoides* Allemao); algodóncillo [*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.]; mapruenea (*Maprounea guianensis* Aubl.); canille venao (*Mabea trianae* Pax)
- Lecythidaceae, representada por las especies: carguero [*Eschweilera parviflora* (Aubl.) Miers]; copo [*Eschweilera bracteosa* (Poepp. & O. Berg) Miers] y mula muerta [*Gustavia hexapetala* (Aubl.) Sm.]

- Moraceae, representada por las especies: charo [*Brosimum lactescens* (S. Moore) C.C. Berg]; matapalo (*Ficus* sp1. y sp2.) y leche chiva [*Pseudolmedia laevis* (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.]
- Anacardiaceae, representada por la especie: quincedías (*Tapirira guianensis* Aubl.)
- Clusiaceae, representada por las especies: saladillo rojo (*Caraipa llanorum* Cuatrec.); lacre blanco [*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.]; puntelanza [*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.]; naranjito (*Tovomita umbellata* Benth.)
- Mimosaceae, representada por las especies: cimbrapetro [*Zygia cf. inaequalis* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier]; guamo loro (*Inga cylindrica* Mart.); guamos (*Inga* sp1. y sp2.) y casabe [*Hydrochorea cf. corymbosa* (Rich.) Barneby & J. W. Grimes]
- Caesalpiniaceae, representada por las especies: parature [*Tachigali guianensis* (Benth.) Zarucchi & Herend.]; alcaparro [*Senna silvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby] y cañafistol (*Cassia moschata* Kunth)
- Chrysobalanaceae, representada por las especies: garrapato (*Hirtella elongata* Mart. & Zucc.); mercurillo blanco (*Licania kunthiana* Hook. f.); mercurillo (*Licania subarachnophylla* Cuatrec.)

**Tabla 6.** Familias más importantes (DAP>10cm) en una parcela permanente de una hectárea en Campo Rubiales, Puerto Gaitán (Meta, Colombia)

Familia	Número de individuos	Área basal (m²)	Densidad relativa	Número de especies	Diversidad relativa	Dominancia relativa	Índice de valor de importancia de familia IVF
Burseraceae	79	2,71	15,22	5	7,25	18,52	40,99
Melastomataceae	84	1,17	16,18	2	2,90	8,02	27,10
Euphorbiaceae	58	1,02	11,18	5	7,25	6,96	25,39
Lecythidaceae	37	1,52	7,13	4	5,80	10,40	23,33
Moraceae	14	1,75	2,70	3	4,35	11,97	19,01
Anacardiaceae	56	0,96	10,79	1	1,45	6,59	18,83
Clusiaceae	35	0,55	6,74	5	7,25	3,73	17,72
Mimosaceae	26	0,68	5,01	4	5,80	4,62	15,42
Caesalpiniaceae	18	0,81	3,47	3	4,35	5,52	13,34
Chrysobalanaceae	19	0,52	3,66	3	4,35	3,55	11,56
Subtotal	426	11,69	82,08	35	50,72	79,87	212,68
Restantes 26 familias	93	2,95	17,92	34	49,28	20,13	87,32
<b>Total</b>	<b>519</b>	<b>14,64</b>	<b>100,00</b>	<b>69</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

IVF: Índice de valor de importancia de familia

### Conclusiones

Los resultados sugieren que tanto la estructura como la composición florística son afectadas por la perturbación natural o antrópica, ya sea por la presencia de claros causada posiblemente por la tala selectiva.

Se registraron 519 individuos pertenecientes a 72 especies, 56 géneros y 36 familias de plantas leñosas. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Burseraceae (5 especies), Euphorbiaceae (5) y Clusiaceae (5).

De las 72 especies reportadas en la parcela de acuerdo con los usos principales, se tiene que: 32 son maderables y pertenecen a 24 familias, 18 son para alimentación de la fauna, pertenecen a 12 familias, 10 son de carácter protector de microcuencas, pertenecen a 10 familias, 5 son proveedoras de leña, pertenecen a 3 familias, 3 son frutales, pertenecen a 2 familias, 1 productora de tinte y 1 de carácter ornamental.

La mayor altura registrada para la parcela fue de 21 metros, reportados por individuos de las especies chaparro de agua (*Panopsis rubescens*) y mercurillo blanco (*Licania kunthiana* Hook. f.).

En la parcela se aprecia una agrupación de individuos en tres estratos: el superior (Es) con alturas mayores a 15,7 metros; el medio (Em) con la mayor representación de individuos (355), con alturas entre 11,2 y 15,7 metros; y el inferior (Ei) con alturas menores a 11,2 metros. Esta distribución vertical correspondería a un bosque homogéneo o a procesos de sucesiones tempranas.

Igualmente, al analizar la cobertura del estrato arbóreo, se observa que el estrato medio (Em) presenta una cobertura del 46,9 % (6,87 m² de área basal); el estrato superior (Es) del 45,7 % (6,69 m²) y el estrato inferior (Ei) del 7,41 % (1,09m²), estos valores en los estratos medio y superior confirman un mayor desarrollo en altura y cobertura de la vegetación presente en la parcela, aunque se puede evidenciar un alto grado de intervención antrópico.

El área basal de los 519 árboles con DAP>10 cm es de 14,64 m<sup>2</sup> y, según el número de individuos por clase diamétrica, presenta la distribución en *J* invertida, es decir que hay un menor número de individuos con DAP>20 cm, lo cual representa un alto grado de regeneración natural que es debido a la alta intervención que presenta el predio donde se localiza la parcela de monitoreo.

El valor de importancia ecológica de la categoría de especies raras 114 de las 519 especies reportadas en la parcela, fue de IVI=78,13 % en comparación con la

especie de mayor índice dentro de la parcela tuno (*Miconia* sp1.) representada con un IVI del 29,52 %, lo que significaría un ecosistema altamente heterogéneo representativo de un bosque secundario.

## Agradecimientos

A Pacific Rubiales por la financiación y al personal operativo de Corpoica y de Campo Rubiales, por el apoyo en el montaje de la parcela y la toma de información.

## Referencias

- Brenes G. 1990 sin publicar. Notas Curso de silvicultura del bosque natural. Cartago: ITCR.
- Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (Icraf). 2003. SLIM, Simple Light Interception Model. Software de libre distribución.
- Curtis JT. 1959. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. Madison: University Wisconsin Press.
- Grajales VA, Ramírez QJF, González H. 2005. Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del cerro murrucú [tesis]. [Medellín]: Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Parcela permanente Amacayacu. s. f. Bogotá: Sinchi [consultado: 2012 nov]. [http://www.sinchi.org.co/coleccionesbiologicas/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18&Itemid=31](http://www.sinchi.org.co/coleccionesbiologicas/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=31).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Meta. Bogotá: IGAC.
- Kageyama P.Y. 1994. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciados com alta diversidade. En: Balensiefer M, coordinador. Anais do I Simposio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Foz do Iguacu: Universidade Federal do Paraná. pp. 569-576.
- Kleinn C, Morales D. 2002. Consideraciones metodológicas al establecer parcelas permanentes de observación en bosque natural o plantaciones forestales. Rev For Centroam; [consultado 2013 feb]; (39-40):6-12. [http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev39\\_40/6\\_12.pdf](http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev39_40/6_12.pdf).
- Leaño CH, Saravia P. 1998. Monitoreo de parcelas permanentes de medición en el bosque chimanes. Documento Técnico 67; [consultado 2013 ene]. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNA-CG716.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNA-CG716.pdf).
- Melo O, Vargas R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Monge A. 1999. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Guanacaste, Costa Rica [tesis]. [Cartago]: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Mori S, Boom B. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in a eastern brazilian forest. Biotropica. 15(1):68-70.
- Ogawa H, Yoda K, Ogino K, Kira T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. Nature and Life Southeast Asia. 4:49-80.
- Regla de Sturges. s. f. [consultado 2012 ene]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Regla\\_de\\_Sturges](http://es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_Sturges).
- Rodríguez C, Brenes L. 2009. Estructura y composición florística de dos remanentes de bosque premontano muy húmedo en la reserva madre verde palmares Costa Rica. Revista Pensamiento Actual. 9(12-13):115-124.
- Synnott TJ. 1979. Manual de procedimiento de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Documento técnico 12. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Valerio J, Salas C. 1998. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual técnico. Santa Cruz: El País.
- Vallejo MI, Londoño AC, López R, Galeano G, Álvarez E, Devia W. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo. Volumen 1. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.