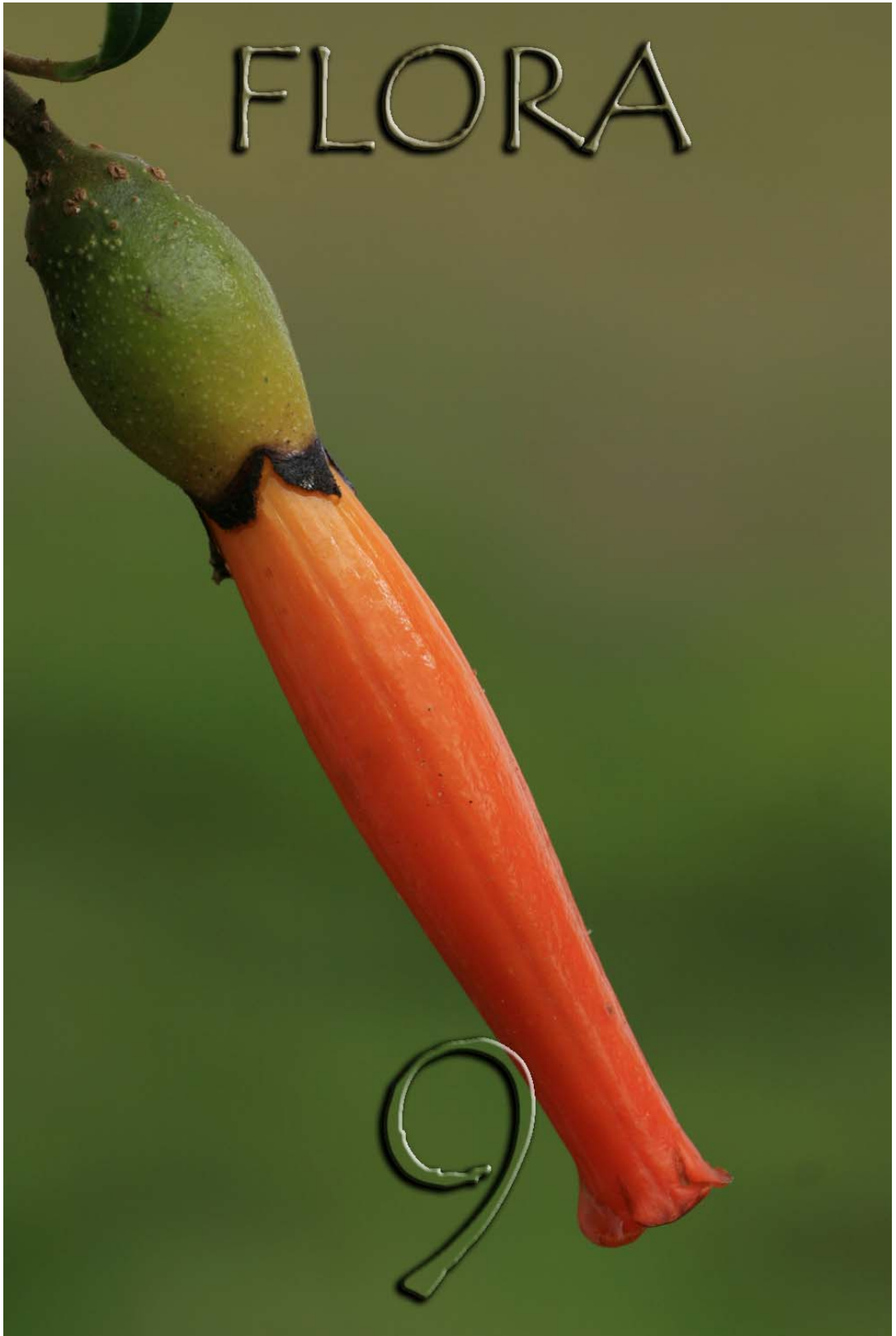


FLORA



## INTRODUCCION

Colombia es uno de los países con mayor diversidad biológica, debido en gran parte al levantamiento de los andes y a su ubicación tropical, generando una alta variedad de zonas de vida que varían desde el bosque seco tropical hasta ecosistemas casi exclusivos como lo son los paramos.

Debido al desarrollo agrícola y al aprovechamiento maderero, los bosques se han convertido en sistemas vulnerables y la pérdida de la diversidad es una consecuencia que se presenta a pasos agigantados y su detenimiento dependerá de las políticas locales que se puedan generar a partir de la ordenación territorial.

El departamento del Tolima es un claro ejemplo de ello ya que las áreas ocupadas por bosques nativos conformados por árboles propios del bosque han sido destruidos con alta intensidad, para llevarlas a tierras de cultivos y ganadería extensiva, reduciendo su expresión a relictos de bosques.

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la estructura y la diversidad florística de la vegetación del bosque en la cuenca del río Lagunilla, el cual es de gran importancia para el suministro de agua para distintos usos como consumo, agricultura, recursos pesqueros y con fines de conservación. Los resultados son un aporte importante para detectar el estado del bosque e implementación de planes y proyectos que contribuyan a su recuperación y manejo ambiental y permite plantear medidas de mitigación para disminuir la degradación de la diversidad y regular su aprovechamiento sostenible. Así mismo, contribuir a la construcción de un sentido de pertenencia frente a la riqueza florística de que se encuentra en la región.

## **9.1 OBJETIVOS**

### **9.1.1 General**

Determinar la flora boscosa de la cuenca del río Lagunilla en sus diferentes zonas de vida, mediante la utilización de parcelas de área rápida (RAP) para establecer su composición y distribución.

### **9.1.2 Específicos**

Determinar la composición florística de la cuenca del río Lagunilla y establecer la distribución espacial altitudinal en los puntos evaluados basándose en la riqueza de especies.

Determinar la estructura horizontal de los puntos evaluados en la cuenca del río Lagunilla mediante la aplicación de índices de diversidad para observar patrones ecológicos.

Evaluar la estructura vertical de los bosques evaluados en la cuenca del río Lagunilla mediante la utilización de perfiles para establecer posibles estados de conservación.

## 9. 2 MARCO TEORICO

**Características Ecológicas de las Riberas.** La vegetación de ribera, como cualquier otro tipo de vegetación o comunidad vegetal ocupa una estación ecológica determinada y necesita para su desarrollo unas condiciones ecológicas concretas. Los factores ecológicos que influyen en su asentamiento se pueden agrupar en cuatro categorías (LOPEZ B.,D, 1994):

Características de la cuenca: dependen de la naturaleza geológica y litológica., de la dinámica geomorfológica., de factores edáficos y de la topografía o fisiografía.

Condiciones del régimen fluvial: dependen del nivel y dinámica del agua, de la intensidad del estiaje y de la magnitud y periodicidad de las crecidas.

Calidad del agua: dependen de parámetros como el pH, la temperatura del agua a lo largo de las estaciones, de la turbidez, de las sales disueltas, de la oxigenación del agua, de la riqueza de nutrientes y del tipo y cantidad de acarreos o material que arrastra el río.

Macroclima: depende del régimen térmico, de la estacionalidad y de las condiciones de humedad ambiental.

**Características de los bosques.** Proporcionan un hábitat a una amplia variedad de plantas y animales y cumplen otras muchas funciones que afectan a los seres humanos. La fotosíntesis es el proceso químico mediante el cual las hojas usan la luz del sol y el dióxido de carbono para producir azúcares que proporcionan energía al árbol o a la planta durante el proceso el follaje de las plantas y los árboles liberan oxígeno necesario para la respiración. Los bosques también impiden la erosión, el desgaste del suelo por el viento y la lluvia. En parajes desnudos con poca o ninguna vegetación, las fuertes lluvias que caen sobre grandes áreas pueden arrastrar el suelo hasta ríos y arroyos, provocando corrimientos de tierra e inundaciones (LOPEZ B.,D, 1994).

En áreas boscosas la bóveda de hojas (la copa de los árboles) intercepta y redistribuye gradualmente la precipitación, que de otro modo podría causar inundaciones y erosión. Una parte de la precipitación fluye por la corteza de los troncos; el resto se filtra a través de las ramas y el follaje. Esa distribución más lenta y poco uniforme de la lluvia asegura que el suelo y el agua no sean arrastrados de forma inmediata. Además, las raíces de los árboles y las otras plantas sujetan el suelo e impiden inundaciones y el enturbamiento de ríos y arroyos. Los bosques también pueden aumentar la capacidad de la tierra para capturar y almacenar reservas de agua. La bóveda de hojas es especialmente

eficiente para capturar agua procedente de la niebla ó vapor de agua condensado, en forma de nube-, que distribuye como precipitación, en la vegetación y el suelo. El agua almacenada en las raíces de los árboles, los troncos, los tallos, el follaje y el suelo del terreno forestal., permite a los bosques mantener un flujo constante de agua en ríos y arroyos en tiempos de fuertes precipitaciones o sequías (LOPEZ B.,D, 1994).

**Diversidad Biológica.** La diversidad es la existencia, en un lugar o región determinado, de varias comunidades biológicas (tanto florística como faunística) que conviven de forma armoniosa y están en equilibrio dinámico con el hábitat. La planificación del desarrollo social y económico debería ser compatible con la conservación de la diversidad, con el fin de mantener tanto los valores sociales como los biológicos, especialmente cuando se reconoce que la diversidad es esencial para garantizar la sustentabilidad de la base productiva de las sociedades. Los análisis de medida de la diversidad son potencialmente aplicables a la conservación de ecosistemas. Para el logro de este objetivo es básica la idea de que las comunidades ricas en especies tiene mayor valor que las pobres, de todas maneras. La diversidad se usa como indicador de bienestar y de calidad ecológica (LOPEZ B.,D, 1994).

**Niveles de Diversidad Biológica.** Existen tres grandes niveles de diversidad vegetal, como son (LOPEZ B.,D, 1994).

Diversidad intrínseca o  $\alpha$ -diversidad, es la diversidad dentro del hábitat intracomunitaria (LOPEZ B.,D, 1994)..

Diversidad extrínseca  $\beta$ -diversidad, es la diversidad entre los diferentes hábitats. Se define como el cambio de composición de especies a cargo de gradientes ambientales y suministra información acerca de la similitud o disimilitud de un rango de hábitat o parcelas en términos de variedad y en ocasiones la abundancia de las especies que se encuentra en ellos. Entre más diferentes sean los ecosistemas mayores es la beta diversidad (LOPEZ B.,D, 1994)..

Diversidad- $\gamma$ , es la diversidad de todo el paisaje, puede definirse como la combinación de alfa diversidad y beta diversidad (LOPEZ B.,D, 1994).

✓ **Alfa- Diversidad.** Los índices de riqueza de especies, se refieren a las medidas del número en una muestra definida y normalmente se presenta como la densidad de especies, es decir, numero de especies por área específica de colección (LOPEZ B.,D, 1994).

En estos índices la diversidad se calcula como una combinación entre el numero de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N). Los índices como el de **MARGALEF** pertenecen a esta categoría (LOPEZ B.,D, 1994).

$$D_{mg} = (S-1) / \ln N$$

✓ **Modelos de Abundancia de Especies.** Describe la distribución de abundancia de especies y van desde aquellos que representan situaciones donde hay una homogeneidad alta hasta los que caracterizan casos donde la abundancia de especies es muy heterogénea (LOPEZ B.,D, 1994).

La diversidad de una comunidad se puede describir refiriéndola al modelo que se suministra al mejor ajuste al patrón de abundancia observado. En las comunidades tropicales es muy común que unas pocas especies sean muy abundantes, algunas medianamente abundantes y la mayoría representada por unos pocos individuos (LOPEZ B.,D, 1994).

Los modelos de distribución de abundancia de especies, utilizan la información pertinente recogida en la comunidad y constituyen la descripción matemática más compleja de los datos. No obstante que como plantea Rangel, 2000, los datos de abundancia de especies pueden ser descritos por una o más de una familia de distribuciones; es frecuente que la diversidad se examine con relación a los siguientes cuatro modelos:

✓ **Índices basados en la abundancia relativa de especies.** Estas buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa. A este tipo de índices pertenecen los de Shannon (  $H'$  ) y Simpson (  $D$ ,  $1/D$ ), entre otros.

El índice de Shannon mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes.

El índice se calcula como:

$$H' = -\sum P_i \times \ln P_i$$

Donde  $P_i$  = A la abundancia proporcional de la  $i$ ésima especie.

La homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad ( $H'$ ) y la diversidad máxima (  $H_{max}$  ) y se representa por:

$$E = H' / H_{max} ; H_{max} = \ln S$$

Si  $E = 1$  todas las especies son igualmente abundantes.

El índice de Simpson (  $D$  ) de una muestra se calcula mediante:

$$D = \sum p_i^2 ; p_i = n_i / N$$

Donde  $n_i$  es igual al número de individuos de la  $i$ ésima especie y  $N$  es igual al número total de individuos.

A medida que  $D$  se incrementa la diversidad decrece por ello el índice de Simpson se expresa usualmente, como  $1/D$  o  $1-D$ . Se asegura así el valor del índice incrementa con el aumento de la diversidad (Melo y Vargas, 2003).

### Evaluación estructural

✓ **Estructura vertical.** Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel. Lo anterior sugiere que la evaluación de la estructura vertical se debe conducir de una forma diferente a la que se hace en los bosques de las zonas templadas. En éstas, los ecosistemas boscosos presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir, pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo, que frecuentemente presentan tres niveles que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo, sin embargo la concepción de estratos puede variar de acuerdo con el autor o el tipo de estudio realizado (Melo y Vargas, 2003).

✓ **Estructura horizontal** La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia. Los histogramas de frecuencia que son una representación gráfica de la proporción en que aparecen las especies, expresan la homogeneidad del bosque (Melo y Vargas, 2003).

✓  
Los reportes en la variación dentro de y entre las posiciones están casi exclusivamente relacionadas con variables florísticas o mejor con simples indicadores de diferencias en la estructura de la posición como número de árboles, altura de los árboles y diámetros, raramente con la estructura basal, volumen o fitomasa. Los datos son usualmente obtenidos de pequeñas (0.1-0.5 ha), subjetivamente seleccionadas parcelas o cortes transversales (Nieto, 2006).

✓ **Índices convencionales.** Estos comprenden las abundancias, frecuencias y dominancias, como índices derivados se obtienen el **I.V.I.** y el cociente de mezcla (**C.M.**) (Melo y Vargas, 2003).

✓  
▪ **Abundancia** hace referencia al número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Melo y Vargas, 2003).

-  
Abundancia absoluta (**Aba**) = número de individuos por especie ( $n_i$ )  
Abundancia relativa (**Ab%**) =  $(n_i / N) \times 100$

Donde:

**$n_i$**  = Número de individuos de la  $i$ ésima especie

**$N$**  = Número de individuos totales en la muestra

- **Frecuencia** se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las subparcelas), la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Melo y Vargas, 2003).

Frecuencia absoluta (**Fra**) = Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100% = existencia de la especie en todas las subparcelas.

Frecuencia relativa

$$(\mathbf{Fr\%}) = (F_i / F_t) \times 100$$

Donde:

**$F_i$**  = Frecuencia absoluta de la  $i$ ésima especie

**$F_t$**  = Total de las frecuencias en el muestreo

- **Dominancia**, también denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje. Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, si no que también, para determinados géneros, familias, formas de vida (Melo y Vargas, 2003).

Dominancia absoluta (**Da**)

$$(\mathbf{Da}) = G_i$$
$$G_i = (\rho / 40000) \cdot \sum d_i$$

Donde:

**$G_i$**  = Área basal en  $m^2$  para la  $i$ ésima especie

**$d_i$**  = Diámetro normal en cm de los individuos de la  $i$ ésima especie

$\rho = 3.1416$

Dominancia relativa (**D%**)

$$(\mathbf{D\%}) = (G_i / G_t) \times 100$$

Donde:

**$G_t$**  = Área basal total en  $m^2$  del muestreo

**$G_i$**  = Área basal en  $m^2$  para la  $i$ ésima especie



## 9. 3 MATERIALES Y METODOS

### 9.3.1 Descripción del área de estudio

**Localización de la Zona de Estudio.** La cuenca hidrográfica del río Lagunilla se encuentra en los municipios de Armero, Lérída, Ambalema, Líbano, Murillo, Casabianca y Villahermosa en el departamento de Tolima. Tiene una diversidad en temperaturas por estar presente en diferentes pisos térmicos y varía desde los 30 °C de temperatura media en las zonas bajas hasta los 12 °C en las zonas altas. Sus actividades económicas son la agricultura, la minería, la ganadería, el comercio y la explotación forestal.

**Condiciones Climáticas.** La cuenca recibe una precipitación media anual variable que puede ir de 600 mm anuales en las zonas secas hasta precipitaciones superiores a los 2000 mm anuales en las zonas mas húmedas. El régimen climatológico muestra dos épocas de lluvia y dos de sequía, es decir, una distribución bimodal. Tiene una diversidad en temperaturas por estar presente en diferentes pisos térmicos y varía desde los 30 °C de temperatura media en las zonas bajas hasta los 12 °C en las zonas altas.

**Ubicación de las parcelas.** Para la ubicación de las parcelas se tuvo en cuenta las coordenadas y la altura sobre el nivel del mar a la que se tomo la muestra; los detalles de los datos de ubicación obtenidos se muestran en la tabla 69.

**Tabla 69.** Ubicación geográfica de las parcelas.

Sitio	Coordenadas	Altura (m.s.n.m.)
Vda Chorrillos	N:4°50'33.5" WO:74°48'08.0"	340
Vda Padilla Alta	N:4°53'47.7" WO:74°58'15.4"	1010
Vda La Gloria	N:4°54'29.8" WO:75°10'3.4"	2830
Vda El Agrado	N:4°53'16.6" WO:75°06'36.8"	2245
Vda Palma Peñitas	N:5°04'13.4" WO:75°06'03.3"	1800

**Fuente:** Autores (2008).

### 9.3.2 Métodos

Para la elaboración de las parcelas, se tuvo en cuenta los siguientes criterios para parcelas de área rápida propuestas por Gentry y modificadas por Álvaro Cogollo.

**De Campo.** Parcelas de muestreo: hace referencia a parcelas de carácter temporal en las cuales los individuos no quedan marcados con la numeración respectiva. Para los estudios en el marco del proyecto, la propuesta metodológica consistió en emplear 2 parcelas rectangulares de 10 x 50 m por sitio, donde se realizó el levantamiento en la misma unidad de cobertura vegetal y/o unidad fisiográfica. Esta propuesta es una modificación a la metodología tipo RAP, empleada por Gentry de 10 transectos de 2 x 50 m (Gentry, 1982).

Para cada sitio de muestreo fue requisito consignar la información mínima necesaria que permitió conocer su localización geográfica y características ambientales generales, Con el fin de recopilar estos datos, se ha incluido en los formularios de campo un encabezamiento en la primera página como una ayuda para recordarlos.

Adicionalmente con la entrega de los formularios de campo, se completo información de las parcelas o estaciones de muestreo, y monitoreo en aspectos tales como:

- Tipo de estación. (Muestreo, Monitoreo)
- Forma y tamaño de las parcelas inventariadas
- Ubicación gráfica en el mapa de coberturas de acuerdo con un punto de referencia
- Ubicación en distancia y dirección con la torre más cercana. (Por medio de cartografía a escala, si esta disponible la información)
- Ubicación cartográfica del sitio de acceso partiendo de un sitio conocido (carretera, casa, etc.)

#### **Metodología Tipo RAP – Modificado –(CONVENIO ISA – JAUM, 2000)**

Esta es una propuesta metodológica, basada en los inventarios realizados por Gentry (1982), donde se pretende aumentar la probabilidad de incluir individuos de mayor porte (DAP > 10 cm.) y disminuir el efecto de borde de las parcelas o transectos de 2 x 50 m. Consiste en establecer parcelas rectangulares de 5 x 50 m, donde se censaron todos los individuos presentes y se midieron todos los individuos con DAP  $\geq$  2.5 cm (Cogollo Álvaro, 2000).

Este diseño de parcela cumple con los criterios exigidos por el ministerio en los términos de referencia en cuanto al tamaño de la vegetación e intensidades de muestreo. Adicionalmente, el diseño permite que se establezca el mismo tipo

de, parcela tanto en el bosque como en los rastrojos y los potreros y es comparable con otros estudios reportados en la literatura.

Las parcelas se establecieron en forma TEMPORAL y cumplen con los criterios exigidos por el ministerio y de las corporaciones regionales o para completar información. Para ello, se utilizó un GPS Garmin para medir las coordenadas geográficas de cada una de las parcelas, las cuales se ubicaron en zonas descubiertas para no interferir con las lecturas y así ubicar con mayor precisión posible tanto en los mapas de cobertura vegetal como en las fotografías aéreas.

### **Diligenciamiento de Formularios de campo.**

En cuanto a los Individuos con DAP 2,5 cm. se registró la siguiente información:

- ✓ **Número del individuo**
- ✓ **Nombre local o común**
- ✓ **DAP en cm:** Diámetro medido a 1,3 m a partir de nivel del suelo, en forma perpendicular al eje del árbol medido con cinta diamétrica y en caso de utilizar una cinta métrica, cuya medición corresponderá a la circunferencia (CAP), se debe hacer la anotación pertinente en el campo de observaciones.
- ✓ **Altura Total (HT) y Fusta (HF)** corresponde a las alturas estimadas, considerando la altura total como el punto más alto que alcanzan las ramas y hojas y la altura fustal hasta el punto donde se inicia la primera ramificación.
- ✓ **Diámetro de copa (DC):** se debe considerar un diámetro promedio de la copa, a partir de dos mediciones perpendiculares de la proyección de la misma sobre el terreno.
- ✓ **Hábito de crecimiento de la especie:** En relación con los hábitos de crecimiento, este es un concepto donde los criterios de los distintos autores no siempre coinciden. Por este motivo, se ve la necesidad de definir los límites entre los distintos hábitos de crecimiento, se' presenta a continuación la definición de los hábitos mas comunes.
- ✓ **ÁRBOLES (A):** especies que normalmente alcanzan la madurez a una altura mayor o igual a 4 m, con Crecimiento secundario y acumulación de tejido leñoso y que forman un fuste claramente definido.
- ✓ **ARBUSTOS (T):** plantas leñosas que normalmente alcanzan la madurez a una altura menor de 4 m, sin fuste claramente definido, generalmente muy ramificados desde la base del tallo.

- ✓ **ARBUSTO ESCANDENTE (TS):** Son tipos especiales de arbustos que crecen normalmente apoyados o sostenidos sobre otros individuos o bien forman una estructura enmarañada. Por ejemplo algunas especies de Ericáceas.
- ✓ **HIERBAS TERRESTRES (H):** plantas sin crecimiento secundario, o poco aparente, generalmente de porte pequeño, que crecen directamente sobre el suelo. Algunas excepciones al tamaño son las guaduas o bambúes.
- ✓ **HIERBAS SUBFRUTICES (HU):** Clase de hierbas terrestres que alcanzan un crecimiento de forma arbustiva. Ejemplo: algunos Frailejones y otras Asteráceas.
- ✓ **HIERBAS EPIFITAS (HE):** crecen sobre un soporte, generalmente el fuste o las ramas de los árboles.
- ✓ **HIERBAS HEMIPARÁSITAS (HZE):** dependen del organismo que las soporta de una manera más estrecha.
- ✓ **ESCANDENTES (S):** Grupo de plantas que durante gran parte de su crecimiento que necesitan de un soporte, generalmente otros vegetales, para desarrollarse, pero que a diferencia de las epifitas mantienen el contacto radicular con el suelo. Pueden presentar varios mecanismos para trepar, por ejemplo zarcillos, raicillas, ramas volubles, espinas o alguna combinación de las anteriores.

**Colección de muestras botánicas.** Para una identificación de los individuos de la composición florística se colectaron muestras vegetales en lo posible fértiles.

**De laboratorio.** Se hizo la determinación taxonómica a través de claves taxonómicas y se comparó el material florístico con muestras presentes en el Herbario "TOLI" de la Universidad del Tolima. Posteriormente se hizo el montaje de los excicados.

**De análisis.** Para obtener la información sobre alfa diversidad y beta diversidad se aplicaron las respectivas fórmulas para los índices de Margalef, Shannon Weaver y Jaccard, además se determinó la abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia.

Las variables ambientales se promediaron para obtener un valor único por parcela.

Con las coordenadas rectangulares, las alturas totales y de reiteración, los diámetros de copa y los diámetros a la altura del pecho, se elaboraron los perfiles de la arquitectura de la cobertura para cada una de las parcelas (Richards P.W, 1952)

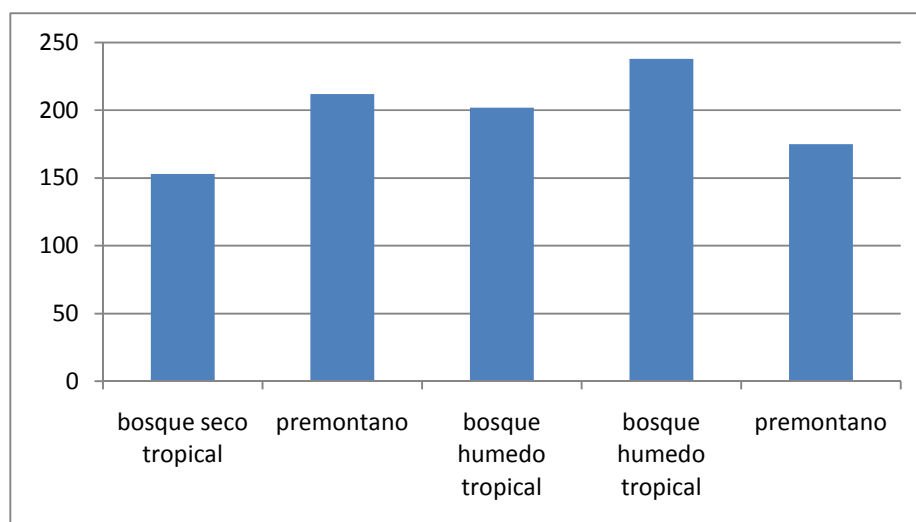
## 9.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.4.1 Composición florística

La composición florística de los relictos de bosque de la cuenca del río Lagunilla corresponde a 980 especies de bosque de las cuales 153 se encontraron en bosque seco tropical en la localidad de Chorrillo, municipio de Ambalema, 212 en premontano en la localidad de Padilla Alta en el municipio de Lérica, 202 en bosque húmedo montano en la localidad de la Gloria municipio de Murillo, 238 en bosque húmedo montano en la localidad de El Agrado, municipio de Líbano y 175 en premontano en la localidad de Palma Peñitas en el municipio de Casablanca (Figura 93).

Algunas de las especies registradas en este estudio, se encuentran dentro de las reportadas por Huertas, F (2003); Mahecha, E (2002); Quiroga y Roa (2002); Rangel(1997); IGAC (1987); IAVH (1998) y Nieto (2006).

**Figura 93.** Composición florística por parcelas en el área de estudio.



**Fuente:** Autores (2008).

Estos datos se asemejan con otros estudios realizados por el Instituto Alexander von Humboldt (IAVH) en 1997 para el bosque seco tropical, donde se tiene una riqueza promedio de 58.12 especies con DAP  $\geq$  2.5 cm. en 0.1 ha, pero se podría decir que si omitimos las especies con DAP por debajo 2.5 cm. el área de estudio no esta lejos de el estandar promulgado por esa institución en el año de 1997, por lo que se puede decir que la composición florística del área de estudio de bosque seco tropical, en el municipio de Ambalema tiene una riqueza acorde con el promedio nacional.

Las zonas de vida premontano y bosque húmedo montano presentan una riqueza de especies acorde a lo encontrado en otros estudios para dichos

biomas, como los realizados por Nieto y Esquivel 2005 y Pava y Esquivel 2007 para las cuencas de los ríos Prado y Totare respectivamente.

#### **9.4.2 Evaluación de la diversidad**

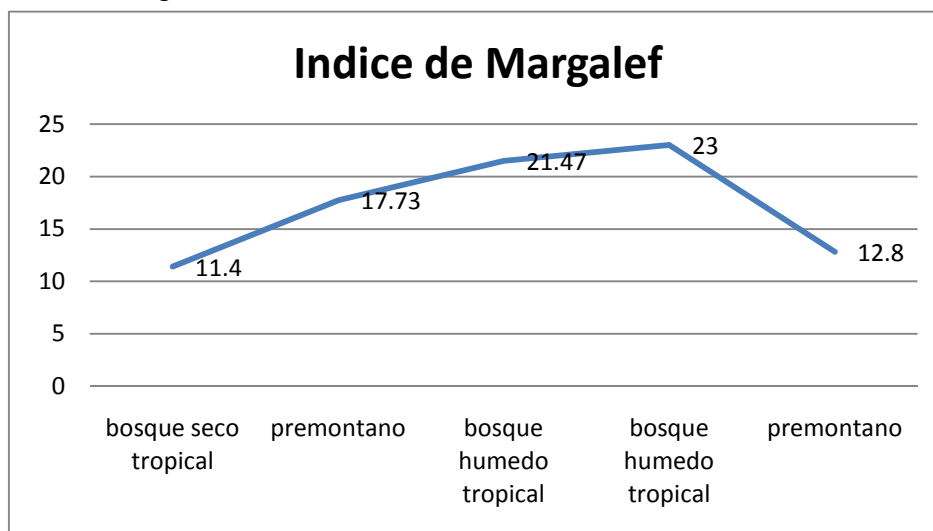
**Alfa diversidad** Procurando un mejor análisis de la alfa diversidad, se calcularon tres índices para los datos de cada parcela principal. El de riqueza de Margalef, donde no se tiene en cuenta la abundancia particular de cada una de las especies; el de dominancia de especies de Simpson, respecto al hecho de que todas tuvieran un único individuo; y el Shannon – Wiener, donde son importantes las proporciones de abundancia de cada especie en particular.

De acuerdo con la clasificación dada por Caviedes, citado por Nieto 2006, para cada una de las parcelas, el índice de Margalef indica que se presentó una alta diversidad alfa, en cuanto a la riqueza de especies. Es decir, para el número de individuos que se han contado, también se presenta un buen número de especies. Para las cinco parcelas, este índice presentó diferencias significativas al 95% de probabilidad, con respecto al valor promedio de los cuatro índices:  $p = 1$  entre las parcelas de bosque seco tropical en el municipio de Ambalema y bosque premontano en la localidad de Palma Peñitas del municipio de Casablanca, con respecto a los otros tres sitios de muestreo.

Esta baja en la riqueza de especies es de esperarse en la parcela de bosque seco tropical pues la humedad es un factor limitante en el establecimiento de las comunidades vegetales y esta acorde a otros resultados mostrados por Melo (2000) para la misma zona de vida en el municipio de Amero (Figura 94).

El caso de Palma Peñitas muestra una pérdida de diversidad local debido a la intensidad de la agricultura que no respeta pendientes ni aspectos legales como las riveras de fuentes hídricas. No es de descartar en algún modo un sesgo en la intensidad del muestreo.

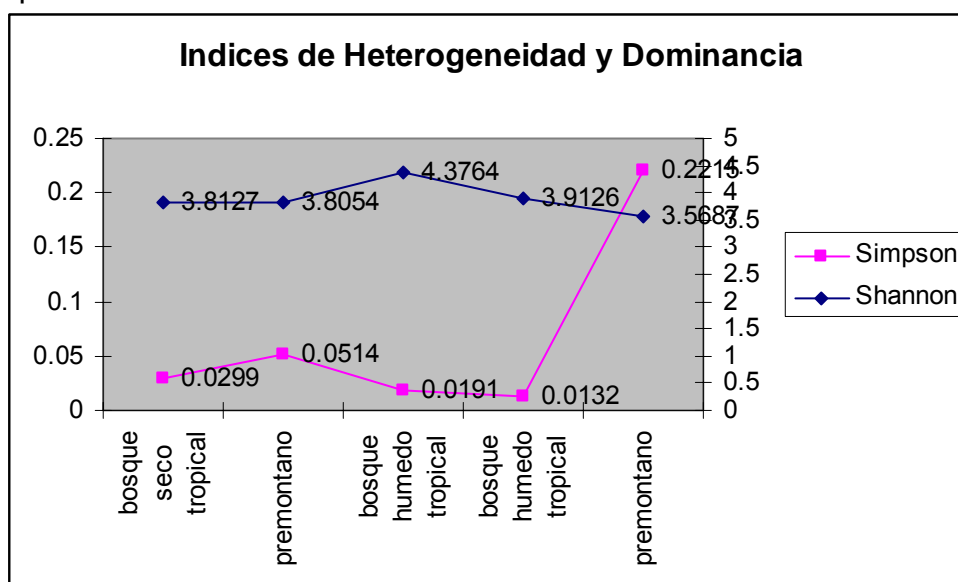
**Figura 94.** Visualización del índice de Margalef en las parcelas de bosque de la cuenca del río Lagunilla.



**Fuente:** Autores (2008).

Con respecto a los índices de Shannon y Simpson, los cálculos para cada una de las parcelas se presentan en la figura 95. Estos índices son recíprocos y se calculan para comunidades a las cuales se les ha determinado las especies presentes y sus respectivas abundancias. Generalmente se interpretan como índices que miden la heterogeneidad y la dominancia de las especies respectivamente.

**Figura. 95.** Visualización de los índices de Shannon y Simpson para cada una de las parcelas



**Fuente:** Autores (2008).

De acuerdo a los valores obtenidos se puede establecer que en general todos los puntos evaluados poseen una baja dominancia, denotadas por el índice de Simpson que muestra valores muy bajos que no superan el número de 0.3, además en los puntos evaluados la heterogeneidad es alta encontrándose valores para el índice de Shannon que superan los 3.5.

De acuerdo a lo anterior se puede suponer que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, presentan una alta variabilidad en la estructura horizontal, mostrando alta heterogeneidad y baja dominancia de una o unas pocas especies.

Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados se puede relevar que los bosques evaluados poseen distintos estados sucesionales y de conservación que varían desde sistemas con alteraciones marcadas y estadios tempranos de sucesión como los encontrados en Bosque seco tropical y en bosque Premontano, particularmente en la localidad de Palma Peñitas (Casablanca), hasta sistemas conservados y en estados sucesionales más avanzados como los mostrados por los demás bosques estudiados.

#### **9.4.3 Estructura de la vegetación**

A cada una de las parcelas principales se le tomó la información de la cobertura arbórea con diámetro mayor a cinco centímetros a la altura del pecho. En cada parcela también se tomaron las pendientes y con esto se graficó tanto los perfiles como la planta de las parcelas de vegetación, de acuerdo con la propuesta de Davis y Richards (1933).

Estos perfiles permiten visualizar el estado del dosel, la posible presencia de estratificación y si se presenta un continuo entre el comienzo y el final de la parcela (Figura 96).



**Figura 96.** Perfil y planta de la parcela 1, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda Chorrillo Ambalema Tolima.

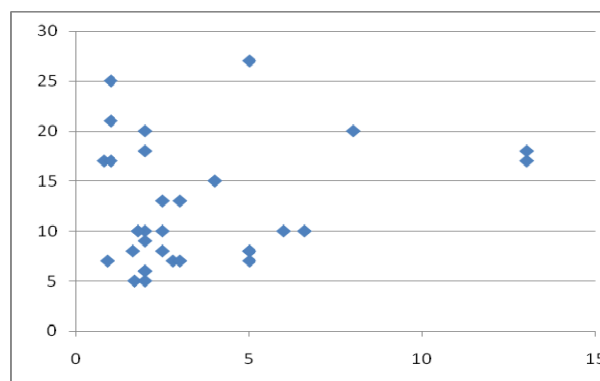


**Fuente:** Autores (2008).

La figura 97 muestra un dosel abierto y con dos estratos arbóreos. Este sector del bosque esta cerca de las actividades humanas, como ganadería y agricultura. Es un bosque dominado por *Guazuma ulmifolia* Lam. Y algunas mimosáceas

Para identificar la presencia de estratos, se procedió por el método del diagrama de dispersión de copas propuesto por OGAWA, citado por Melo y Vargas (2003), la figura 98 muestra esta la dispersión para la parcela 1.

**Figura 99.** Dispersión de copas de la parcela 1, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda Chorrillo Ambalema Tolima

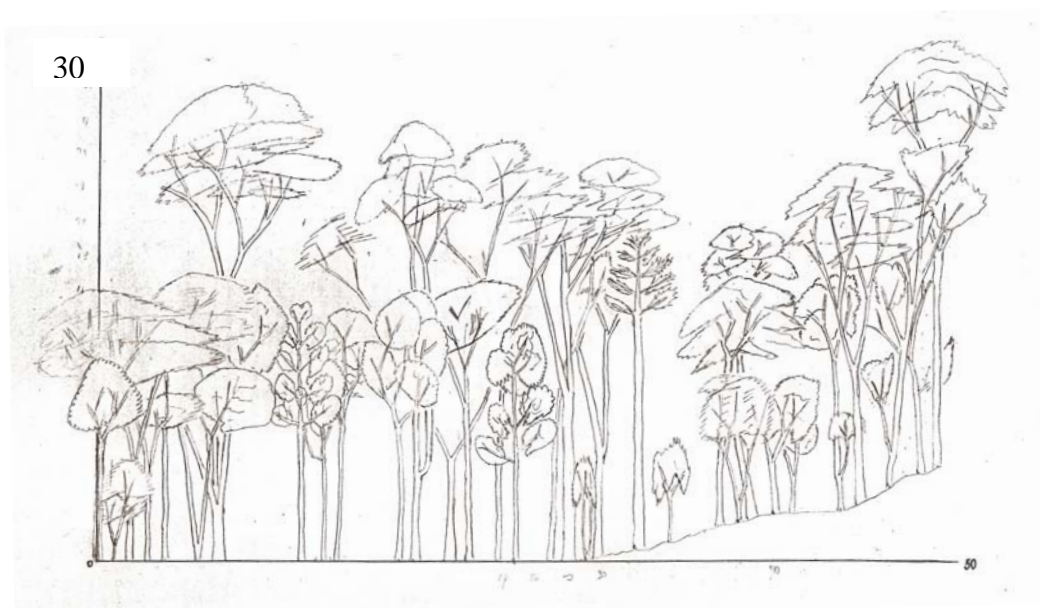


**Fuente:** Autores (2008).

Esta dispersión de copas muestra una tendencia estratificada, reflejando un bosque homogéneo y poco maduro como lo proponen Melo y Vargas (2003). Esta parcela presenta una condición fitosociológica caracterizada por un dosel abierto, y con individuos de todas las tallas.

La figura 100 correspondiente a la parcela 2, muestra un dosel mas cerrado y con una cobertura arbórea relativamente homogénea, con alturas de reiteración que permiten transitar bajo el dosel sin ninguna incomodidad. No obstante, en el recorrido hacia la cobertura de cultivo ya empieza a ser evidente la afectación por actividades propias de la agricultura, afectando el número de individuos y de especies, como se evidencia en el perfil presentado.

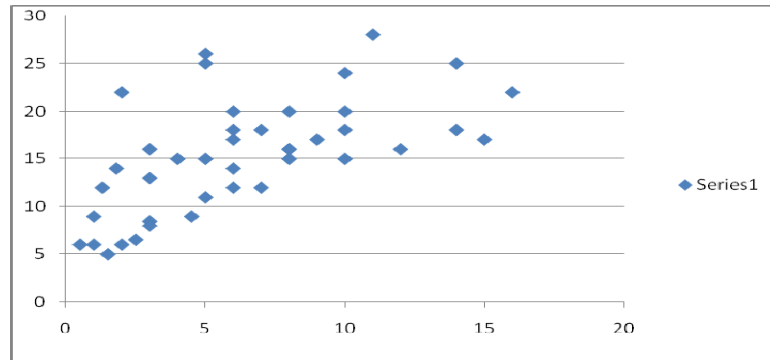
**Figura 100.** Perfil y planta de la parcela 2, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda Padilla Alta, Líbano Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

La dispersión de copas de la parcela 2 muestra una tendencia sin estratificación, al igual que en la parcela anterior, y por su forma de cola de cometa se podría comparar con las dispersiones propias de bosques heterogéneos y maduros, como lo proponen Melo y Vargas (2003) (Figura 101).

**Figura 101.** Dispersión de copas de la parcela 2, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda Padilla Alta, Líbano Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

La parcela 3 se ubicó sobre un terreno un poco empinado, Es la que presenta especies con géneros de bosques con características de madurez, como *Quercus* y *Miconia* entre otros, lo que la hace diferente a las demás. La dispersión de copas muestra una tendencia sin estratificación, por la forma de cola de cometa se podría comparar con dispersiones propias de bosques heterogéneos y maduros, como lo proponen Melo y Vargas (2003).

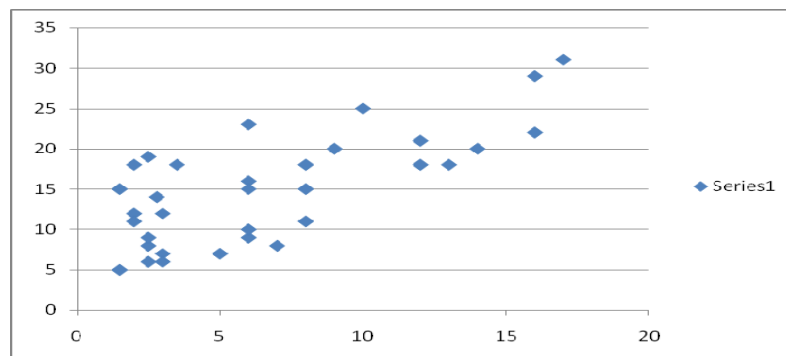
**Figura 102.** Perfil y planta de la parcela 3, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda La Gloria, Murillo Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

La dispersión de copas de la parcela 3, muestra una tendencia sin estratificación, por la forma de cola de cometa se podría comparar con dispersiones propias de bosques heterogéneos y maduros, como lo proponen Melo y Vargas (2003). (Figura 103).

**Figura 103.** Dispersión de copas de la parcela 3, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda La Gloria, Murillo Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

La Figura 104, correspondiente a la parcela 4, muestra un dosel cerrado y aparentemente con solo un estrato arbóreo. Este sector del bosque esta retirado de las actividades humanas, como ganadería y agricultura, por lo que se observa con características de madurez. No obstante, en la parte alta que colinda con la cobertura de pastura, se encuentran individuos de especies típicas de claros lo que indica que las condiciones ambientales de humedad, temperatura y suelo, comienzan a ser distintas y por lo tanto a diferenciar las coberturas.

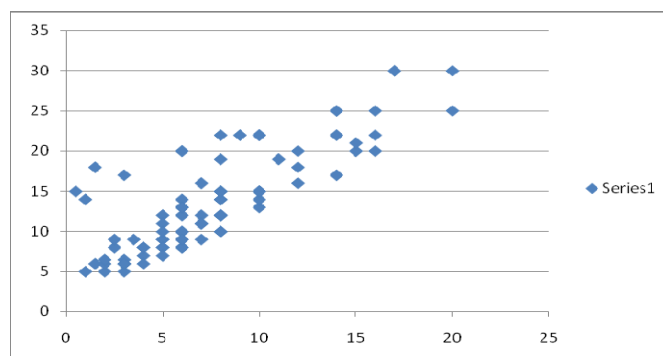
**Figura 104.** Perfil y planta de la parcela 4, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda El Agrado, Líbano Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

Esta dispersión de copas que muestra la figura 105, correspondiente a la parcela 4, muestra una tendencia sin estratificación, y por su forma de cola de cometa se podría comparar con dispersiones propias de bosques heterogéneos y maduros, como lo proponen Melo y Vargas (2003). Esta parcela presenta una condición fitosociológica caracterizada por un dosel en continuo, y con algunos individuos emergentes.

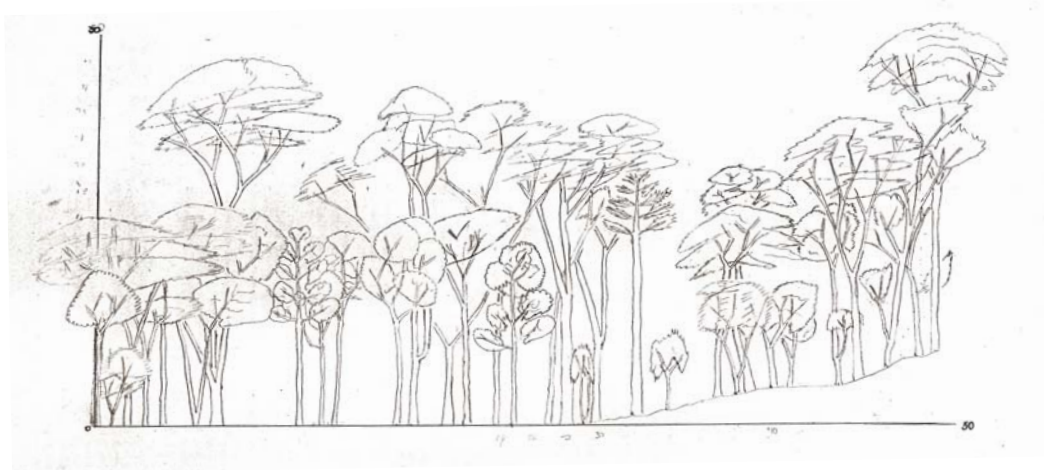
**Figura 105.** Dispersión de copas de la parcela 4, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda El Agrado, Líbano Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

En esta parcela 5, se encontró un bosque de dosel cerrado con algunos árboles emergentes pertenecientes a la familia Luaraceae. Aparentemente es un bosque maduro y heterogéneo (Figura 106).

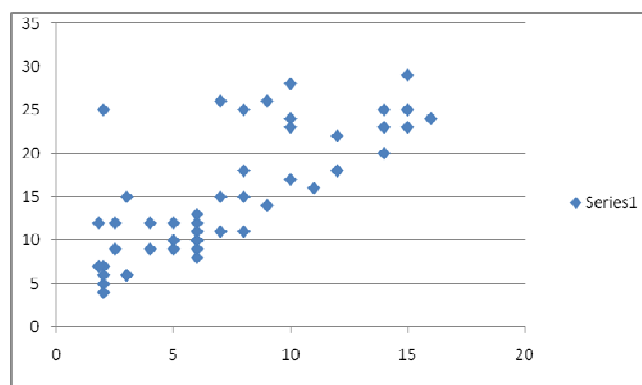
**Figura 106.** Perfil y planta de la parcela 5, para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda Palma Peñitas, Líbano Tolima



**Fuente:** Autores (2008).

La dispersión de las copas muestra una tendencia sin estratificación, al igual que en las tres parcelas anteriores, y por la misma forma de cola de cometa, se podría comparar con dispersiones propias de bosques con características heterogéneas y maduras, como lo proponen Melo y Vargas (2003) (Figura 107).

**Figura 107.** Dispersión de copas de la parcela 5 para la cobertura arbórea con diámetros superiores o iguales a cinco centímetros a la altura del pecho, en el relicto de bosque en la vereda El Agrado, Líbano Tolima.



**Fuente:** Autores (2008).

## CONCLUSIONES

La composición florística de los relictos de bosque de la cuenca del río Lagunilla corresponde a 980 especies de bosque de las cuales 153 se encontraron en bosque seco tropical, 387 en premontano, 440 en bosque húmedo montano.

Para cada una de las parcelas evaluadas, el índice de Margalef indica que se presento una alta diversidad alfa, en cuanto a la riqueza de especies. Este índice presentó diferencias significativas al 95% que se explican por la diferencia potencial en la riqueza de acuerdo a la zona de vida.

La zona de estudio en general presenta una dominancia baja, debido posiblemente a una presencia considerable de especies raras que influyen directamente en la diversidad, que expresada en porcentaje alcanza hasta el 90% en el área mas diversa y 85% en la localidad con menor diversidad para el espacio evaluado de acuerdo al índice de Simpson.

De acuerdo a los resultados de porcentaje de diversidad de Shannon Weaver se puede resaltar que el área evaluada presenta una tendencia a la heterogeneidad.

La estructura vertical del bosque muestra en general la presencia de dos estratos no definidos claramente en algunos casos, con una tendencia agrupada generalizada que muestra una heterogeneidad de las alturas en el bosque, pudiéndose hablar de una formación secundaria del bosque.

La mayoría de los bosques evaluados presentan estados de conservación meritorios de acuerdo a su riqueza y heterogeneidad vertical y horizontal. Esto posiblemente por su ubicación en laderas con pendientes pronunciadas y a la conciencia de los propietarios como el caso del bosque robledal de la vereda La Gloria, municipio de Murillo.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar estudios sobre el impacto generado sobre la estructura y composición vegetal y sobre las características fisicoquímicas del suelo, derivadas de actividades agrícolas y ganaderas de tipo extensivo y sobre extensivo en el área de bosque.

Iniciar procesos de reconversión de los sistemas productivos, especialmente ganaderos y agrícolas, hacia aquellas prácticas que sean mas bondadosas con el ambiente, que generen un menor impacto en la zona y que puedan contribuir a la regeneración natural de estos ecosistemas boscosos que tienden a desaparecer.

Proteger mediante Planes de Ordenamiento de manejo de la Cuenca Hidrográfica, por parte de CORTOLIMA y la comunidad, del sector público o privado, aquellas sitios identificados como de mayor diversidad (p.e. Vereda El Agrado, Líbano), con el fin de minimizar las presiones sobre el ecosistema.

Dar prioridad al bosque robledal ubicado en la vereda La Gloria del municipio de Murillo debido a la antigüedad y actual estado de conservación.



## BIBLIOGRAFIA

ALBECIANO, S., J. O. Rangel & A. Cadena. 2003. La vegetación del cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia* 25(1): 73-99.

BARKMAN, J.J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. In: M.J.Werger (ed.). *The study of vegetation*: 123-160. Junk. The Hague- Boston.

CALDERÓN, Eduardo; GALEANO, G. y GARCIA N. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Serie: libros rojos de especies amenazadas en Colombia. [en línea]. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicas Alexander von Humboldt; Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia; Ministerio del Medio Ambiente, 2002

CLARK, D.B., D.A. CLARK & J.M. READ. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution.

COGOLLO Álvaro, CONVENIO ISA – JAUM, 2000

CORTES-S., S. P. 2003. Estructura de la Vegetación arbórea y arbustiva en el costado Oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 25(1): 119-137.

CORTOLIMA. Caracterización ambiental del parque nacional natural de las hermosas y su zona amortiguadora en el municipio de chaparral. 2003.

DAVIS, T. A. and RICHARDS, P. W. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana. An ecological study of a limited area of tropical rain forest. *En Journal of Ecology*. Vol. 21 (1933); p 350 – 384

ESPINAL, L.S. & E. MONTENEGRO. 1977. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, pp 201

ESQUIVEL H. & NIETO A. 2002. DIVERSIDAD FLORISTICA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO COMBEIMA. Universidad del Tolima, Editorial Publicidad&marketing. Ibagué. Tolima. Pp 200.

FRANCO, P., J.O. Rangel-Ch & G. Lozano-C. 1986. Estudios Ecológicos en la Cordillera Oriental II. Las comunidades vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza. *Caldasia* 15(71-75): 219-248.

GENTRY, A.H. 1988a Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.

HERNÁNDEZ-C, J., A. HURTADO-GUERRA, R. O. QUIJANO & T.

WALSCHBURGER-B., 1992. Unidades Biogeográficas de Colombia. Pp.105-152. En: G. Halffer (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial.

HOLDRIDGE, L. R. 1967. Ecología: Basada en zonas de vida. 3 ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, IICA., San José, Costa Rica.

HOLDRIDGE, L.R., W.C. GRENKE, W.H. HATHEWAY, T. LIANG & J.A. TOSI. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press, Oxford. P. 747.

HUERTAS GÓMEZ, Fernando Aly. Curso de DENDROLOGÍA TROPICAL. Ibagué : Universidad del Tolima; Facultad de Ingeniería Forestal; Departamento de Ciencias Forestales, 2003. p. v.

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLTD. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA, El Bosque Seco Tropical. 1998.

INGETEC S.A. Actualización del Diagnostico Ambiental, 1998.

LOOMIS Y WILLIAMS (1969) Estudio del Paisaje. Segunda edición. Panamericana. Bogota. Colombia.

LOPEZ B.,D. El medio ambiente. Madrid: Ediciones Cátedra, 1994.p. 385

MAHECHA OSPINA, Edna Esmeralda. Árboles de las zonas boscosas pertenecientes a la ecorregión estratégica de la Tatacoa y sus áreas de influencia. Ibagué, 2002. 128 h. Tesis de grado (Ingeniero Forestal). Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal.

MELO CRUZ, Omar Aurelio y VARGAS RIOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué : Universidad del Tolima; CRQ; CARDER; CORPOCALDAS; CORTOLIMA : Impresiones Conde, 2003. 235 p. ISBN 956-9243-03-07. p. 57.

MURPHY, P.G. & A.E. LUGO, 1986. Ecology of tropical dry forest. Annals Review of Ecology and Systematics 17

NIETO VIVAS Angelo. Estructura y composición florística del bosque en la cuenca mayor del rio Prado, Tolima, Tesis de grado M.sc Ciencias Biológicas, Ibagué 2006.

OLIVEIRA, A. A. DE. 1997 Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas. Ph. D. dissertation, Universidade de São Paulo.

PHILLIPS, O.L., P. HALL, A.H. GENTRY, S.A. SAWYER & R. VÁSQUEZ. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. Proceedings of the National Academy of Science USA. 91:2805-2809.

RANGEL, J. O & G. Lozano. 1986. Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el volcán del Puracé. *Caldasia* 14 (68-70): 503-547.

RANGEL, J. O & P. Franco-R. 1985. Observaciones fotoecológicas en varias regiones de vida de la Cordillera Central de Colombia. *Caldasia* 14(67): 211-249.

RANGEL, J. O. 2000. COLOMBIA, DIVERSIDAD BIÓTICA III. La región de vida Paramuna de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Pp 902.

RANGEL, J. O., P. Lowy, M. Aguilar. 1997. Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. En: Rangel, O. (Ed.). Colombia: Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Pp. 383-410. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. IDEAM.

RANGEL-CH., J. O., & A. VELÁZQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. En: J. O. Rangel-Ch (ed.), Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RICHARDS P.W., 1952 Tropical Rain Fores, an Ecological Study. Cambridge: Cambridge University press, p.450. citado por: MATTEUCCI Silva D. y COLMA Aida Metodología Para el Estudio De La Vegetación. Washington: Secretaría General De La Organización De Los Estados Americanos. Programa Regional De Desarrollo Científico Y Tecnológico.

THE ROYAL BOTANIC GARDENS KEW; HARVARD UNIVERSITY HERBARIA AND AUSTRALIAN NATIONAL HERBARIUM. Internacional Plant Name Index Query [On Line] s.l., January 2007 available from internet: <<http://www.ipni.org/index.htm>>.

VAN DER HAMMEN, T., & O. Rangel. 1997. Estudio de la vegetación en Colombia (Recuento histórico-tareas futuras) pp.17-58. En: RANGEL, J. O., P. D.