

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN BOSQUE NATURAL LOCALIZADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYAN

## STRUCTURAL ANALYSIS OF A NATURAL FOREST AREA LOCATED IN THE RURAL MUNICIPALITY OF POPAYÁN

JOSE F. ALVIS GORDO<sup>1</sup>

### PALABRAS CLAVE

Características, índice, estructura horizontal, composición, frecuencia, abundancia, dominancia.

### KEYWORDS

Features, index, horizontal structure, composition, frequency, abundance, dominance.

### RESUMEN

*Las características estructurales de un bosque natural son un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición, lo que permitirá diseñar un plan de manejo dependiendo de los resultados obtenidos. El área de estudio esta localizada en el sector nororiental de la ciudad de Popayán, siendo muy importante su estudio debido a su cercanía con la ciudad y por consiguiente a la presión que soporta por la influencia constante de visitantes. Este estudio permite definir las características más importantes de la estructura horizontal de un bosque natural, identificar las especies que hacen parte del mismo y las características de Abundancia, Dominancia, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia, así como el Cociente de mezcla, permitiendo definir importancia ecológica y grado de heterogeneidad del ecosistema.*

### ABSTRACT

*The structural characteristics of a natural forest are very important to understand its dynamics and especially to define its structure and composition, which will design a management plan based on the results obtained. The study area is located in the northeastern sector of the city of Popayan is very important to study because of its proximity to the city and therefore the pressure that bears the influence of visitors. This study allows defining the major characteristics of the horizontal structure of a natural forest, identifying species that are part of the same characteristics and abundan-*

---

Recibido para evaluación: 5 de Febrero de 2009. Aprobado para publicación 5 de junio de 2009.

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de Investigación TULL. Universidad del Cauca

Correspondencia: José F. Alvis Gordo: e-mail: falvis@unicauca.edu.co

*ce, dominance, Frequency and Importance Value Index and the ratio of mixture, allowing the definition ecological importance and degree of heterogeneity of the ecosyste.*

## INTRODUCCIÓN

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 [1].

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 (I.V.I) [2].

Los bosques naturales localizados en áreas cercanas a centros urbanos y áreas de futuras expansión urbana, son considerados como ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, en razón a los innumerables beneficios que prestan a los habitantes de ciudades y pueblos. El conocimiento y evaluación de sus características estructurales y su dinámica, son un factor fundamental para determinar las posibilidades de utilización, bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación.

El conocimiento de estos ecosistemas tan valiosos para la vida urbana, implica el diseño de mecanismos que permitan un adecuado manejo y conservación de sus potencialidades, lo cual exige cada día una mayor dedicación y conciencia sobre la importancia de estos espacios naturales para el bienestar de las poblaciones actuales y futuras. La comprensión de sus diferentes aspectos ecológicos y estructurales, permitirá orientar de manera más eficaz el manejo exitoso de este tipo bosques.

La permanente presión antrópica sobre los recursos naturales y especialmente sobre los ecosistemas naturales localizados cerca a los centros urbanos nos exige, a los profesionales del sector forestal con el apoyo de

otras disciplinas, un trabajo constante mediante el cual se pueda conocer y evaluar las condiciones en que se concentran estos bosques, con el fin de definir orientar su manejo en las condiciones mas adecuadas y con los mejores resultados.

El objetivo de este trabajo es conocer de primera mano, algunas de las características estructurales más importantes de un área de bosque natural localizado sobre el sector occidental de la ciudad de Popayán, en el sector de la vereda La Rejoja, el cual por sus características y ubicación se considera como un ecosistema de especial interés para la ciudad de Popayán. Se busca definir algunas de las características más importantes con el fin de diseñar estrategias para su manejo y conservación.

## LOCALIZACIÓN

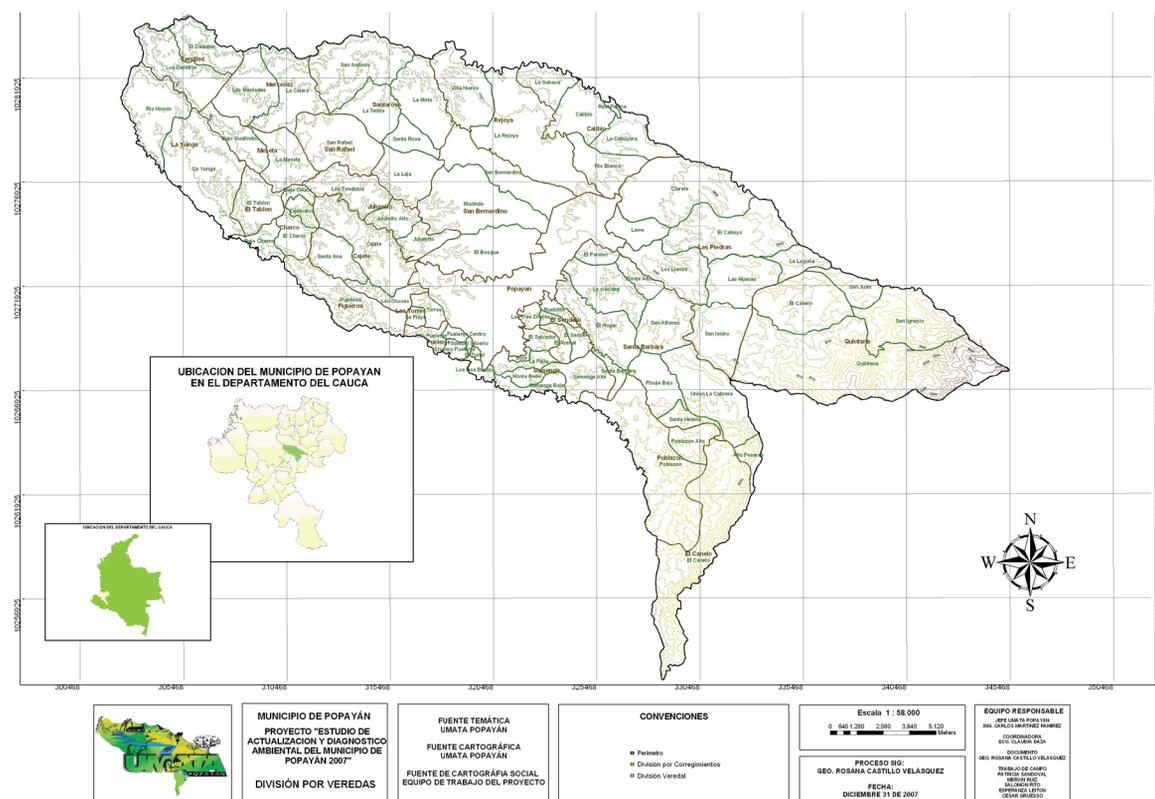
El área de estudio se encuentra localizada al noroccidente de la ciudad de Popayán en la vereda La Rejoja. Posee una extensión aproximada de 2469,23 hectáreas y se encuentra a una altura de 1880 m.s.n.m. aproximadamente.

De acuerdo con los registros obtenidos de la estación meteorológica del Aeropuerto Guillermo León Valencia de la ciudad de Popayán, el área de estudio presenta un comportamiento bimodal para la precipitación y temperatura, encontrando dos picos para la precipitación (meses de noviembre y de abril) y la temperatura oscila de manera inversa al periodo de lluvia. (ver Figura 1.)

## METODOLOGÍA

Para la realización del inventario y obtención de la información de campo se utilizó un diseño de muestreo

Figura 1. Mapa de localización de área de estudio. Vereda la Rejoja, municipio de Popayán



Fuente: Plan de ordenamiento territorial del municipio de Popayán

sistemático con parcelas en fajas continuas que consiste en la elaboración de trochas tomadas como unidades de muestreo de igual longitud con medidas de 50 por 10 metros (transectos). En total se establecieron 9 parcelas de 0,05 hectáreas cada una y un área total inventariada de 0.45 hectáreas. La Intensidad de muestreo fue de 4,3% según el área del bosque natural que se encuentra en la zona, que es de 10,5 hectáreas aproximadamente [3].

Este tipo de unidad muestral permite la realización de un trabajo más rápido y efectivo, efectuando desplazamientos en línea recta y evitando movimientos laterales, además gran parte de la información se puede obtener desde fuera de la unidad muestral. El rendimiento en tiempo y el ahorro en dinero son apreciables, lo que permite más eficiencia en trabajos forestales [4].

### Análisis estructural

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación. Puede realizarse según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal [5].

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 (I.V.I.) [6].

Los histogramas de frecuencia que son una representación gráfica de la proporción en que aparecen las especies, expresan la homogeneidad del bosque. Por otro lado, existen modelos matemáticos que expresan la forma como se distribuyen los individuos de una especie en la superficie del bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial. Estos generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus coespecíficos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural.

**Abundancia.** Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. 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). (Lamprecht, 1990)

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (ni)

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (ni / N) \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

ni = Número de individuos de la iésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

**Frecuencia.** Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies [7].

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

Frecuencia absoluta (FrA)

$$FrA = (Fi / Ft) \times 100 \quad \text{Ec. (2)}$$

Frecuencia relativa (Fr%)

$$Fr\% = (FrAni / FrAt) \times 100 \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

Fi = Frecuencia absoluta de la iésima especie

Ft = Total de las frecuencias en el muestreo

**Dominancia:** Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste [8].

Bajo este esquema la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

**Dominancia absoluta (Da)**

$$Da = Gi/Gt \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

Gi = Área basal en m<sup>2</sup> para la iésima especie

Gt = Área basal en m<sup>2</sup> de todas las especies

**Dominancia relativa (D%)**

$$D\% = (DaS / DaT) \times 100 \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

DaS = Dominancia absoluta de una especie

DaT = Dominancia absoluta de todas las especies

**Índice de valor de importancia (I.V.I).** Formulado por

Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica [9].

**Cociente De Mezcla (CM).** Es el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ( $S: N$  ó  $S / N$ ).

El Cociente de Mezcla permite tener una idea general de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque. Los valores del cociente de mezcla dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad.

$$C.M. = \frac{S}{N} = \frac{\left(\frac{S}{S}\right)}{\left(\frac{N}{S}\right)} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

S = Número total de especies en el muestreo

N = Número total de individuos en el muestreo

## RESULTADOS

Para la recolección de la información de campo, se diseñó un formulario específico que permite registrar cada una de las variables obtenidas para su posterior procesamiento y análisis de la informa.

A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia

de las diversas especies, para posteriormente obtener el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para cada una de las especies. Así mismo se determinó el Cociente de mezcla para el bosque objeto de estudio. Por último se determinaron los histogramas de frecuencia.

Se encontraron un total de 5 especies con 226 individuos lo que sugiere un bosque con tendencia a la homogeneidad por el predominio de unas pocas especies, debido principalmente a alteración antrópica por su cercanía a la ciudad de Popayán y a la presencia de especies como Roble (*Quercus humboldtii*), que se caracteriza por su desarrollo en bosques relativamente puros.

## COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Se encontraron un total de 5 familias con un total de 6 géneros [10]. Las especies encontradas en el inventario forestal realizado en el sector de la Rejoja, municipio de Popayán se relacionan en el cuadro 1.

## ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL

De acuerdo con la información obtenida en el inventario, se encontró que la especie más abundante es el Pomorroso, seguida del Roble y Aguacatillo, mientras que la especie más escasa es el Palobobo. Se encontró gran cantidad de individuos en las clases diamétricas intermedias, dando como resultado una distribución diamétrica con forma de campana de gauss indicando un bosque heterogéneo secundario, el cual se encuentra en un estado avanzado de sucesión.

Relacionando la densidad y la frecuencia de las especies se observó que estas no se presentan bien distribuidas en el área inventariada sino que se agrupan en manchas o conglomerados, frecuentes en la naturaleza debido a variaciones ambientales relativamente pequeñas pero importantes para los individuos que integran la población.

La estructura de los bosques se asemeja al estudio de la población definida como el estudio de la distribución

**Cuadro 1:** Nombre científico y familia de las especies encontradas en el bosque natural ubicado en el sector de la Rejoja, área rural del municipio de Popayán, departamento del Cauca.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguacatillo	<i>Persea coerulea</i>	LAURACEAE
Jigua	<i>Nectandra perutilis</i>	LAURACEAE
Palobobo	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	TILIACEAE
Pomorroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTACEAE
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE

No.	Especie	No. Árb	A. Basal	Densid	D. Relat	A. Absol.	A. Relat	D. Absol.	D. Relat.	F. Absol.	F. relatv.	IVI
1	Aguacatillo	45	2,445	225	19,91	0,1991	19,91	0,1504	15,04	100,00	21,95	56,90
2	Jigua	40	3,117	200	17,70	0,1770	17,70	0,1918	19,18	100,00	21,95	58,83
3	Palobobo	19	1,195	95	8,41	0,0841	8,41	0,0735	7,35	100,00	21,95	37,71
4	Pomorroso	76	5,779	380	33,63	0,3363	33,63	0,3555	35,55	55,56	12,20	81,38
5	Roble	46	3,718	230	20,35	0,2035	20,35	0,2287	22,87	100,00	21,95	65,18
	TOTAL	226	16,254	1130	100,00	1,0000	100,00	1,0000	100,00	455,56	100,00	300,00

Fuente: Presente estudio

y valoración sociológica de las especies que la componen. Su análisis presenta algunas dificultades para cada caso en particular, debido que las poblaciones vegetales no son unidades orgánicas fijas observadas a simple vista. La mayoría de las comunidades vegetales están constituidas por una estructura espacial, que generalmente, en el caso de los bosques, está representada por una estructura horizontal y vertical.

La estructura horizontal da a conocer la posición de las copas de las especies que componen el bosque al observarlas desde el centro es decir como una proyección vertical o vista de planta. La estructura vertical indica la distribuyen las especies en área inventariada.

Los bosques naturales tropicales son muy heterogéneos y están conformados por una gran diversidad de especies, con diferentes edades dentro de las cuales, según la FAO, se diferencian tres estados sucesionales a saber: Brinzal, Latizal y Fustal. El Brinzal lo constitu-

yen aquellas plántulas o arbolitos provenientes de la regeneración natural que presentan alturas hasta de 1.50 metros y un diámetro menor de 5 cm. El Latizal son los arbustos entre 1.50 y 3 metros y un diámetro a la altura del pecho entre 5 y 15 cm. y el Fustal es el árbol establecido con DAP superior a 15 cm. Las clases de frecuencias encontradas en el Bosque con relación al de especies que se ubican en cada uno de ellas, referidas al total de especies registradas nos muestran la abundancia de las especies.

**Abundancia:** Del total de especies encontradas en el bosque la más abundante es *Eugenia jambos*, seguido de *Quercus humboldtii* y *Persea coerulea*, mientras que la menos abundante es el *Heliocarpus popayanensis* [11]. (ver Tabla 1, fig. 2).

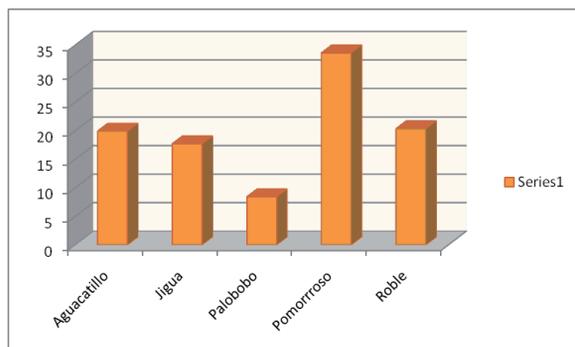
**Dominancia:** En el estudio realizado la familia más dominante fue Myrtaceae, con el 35,55% seguida de la familia Fagaceae con el 22,87% y la familia Lauraceae con 34,22%.

La familia menos dominante es Tiliaceae con tan solo el 7,53% (ver Cuadro 1, figura 3).

**Frecuencia:** Las especies más frecuentes en el estudio efectuado en el sector de la Rejoja, municipio de Popayán son *Quercus humboldtii*, *Persea coerulea*, *Nectandra perutilis* *Heliocarpus popayanensis*, mientras que la menos frecuente fue *Eugenia jambos*. Los Histogramas de frecuencia, también permiten la evaluación de la estructura horizontal en los ecosistemas boscosos, los cuales se generan a partir de la agrupación de las especies en categorías o clases de frecuencia absoluta.

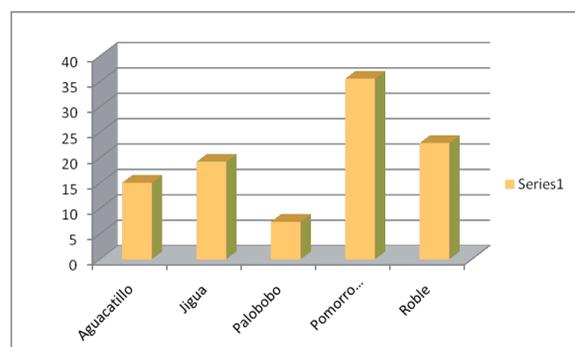
En el presente estudio se pudieron agrupar en 2 clases de frecuencia siendo el mayor porcentaje de frecuencia 21,95 y el menor 12,20 (ver Tabla 1, fig. 4).

**Figura 2.** Abundancia relativa de especies encontradas en el bosque natural localizado en el sector de la Rejoja, área rural del municipio de Popayán.



Fuente: presente estudio

**Figura 3.** Dominancia relativa de especies del bosque natural localizado en el swvector de la Rejoja, área rural del municipio de Popayán.



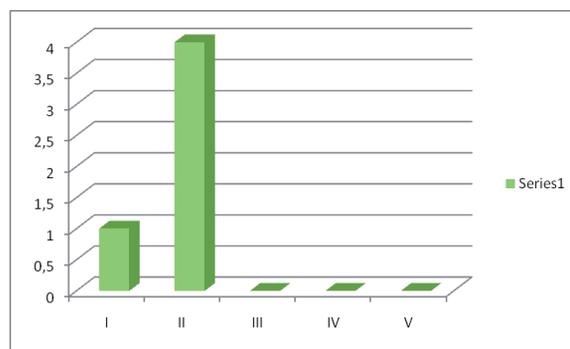
Fuente: Presente estudio

**Tabla 1.** Clasificación en porcentaje de Frecuencia predio en el bosque natural ubicado en el sector de la Rejoja municipio de Popayán.

Clase	Clasificación	Especies	%
I	Rara	1	12,20
II	Ocasional	4	87,80
III	Frecuente	0	0,0
IV	Abundante	0	0,0
V	Muy abundante	0	0,0
TOTAL			

Fuente: Presente estudio

**Figura 4.** Distribución de frecuencias en el bosque natural localizado en el sector de la Rejoja, área rural del municipio de Popayán.



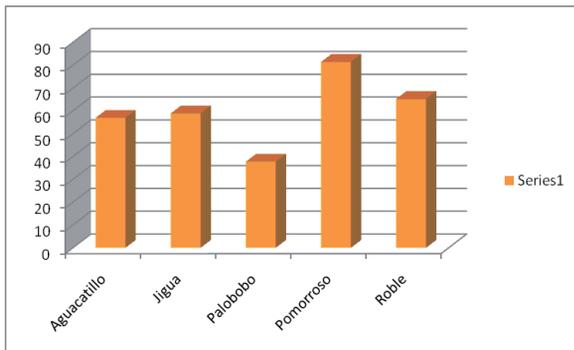
Fuente: Presente estudio

De acuerdo con los resultados obtenidos en los histogramas de frecuencia se encuentra que el bosque tiende a ser heterogéneo debido a que se hallaron valores altos en las clases diamétricas inferiores.

**Cociente de mezcla (CM).** El cociente de mezcla da un valor de 1: 45,2, indicando que por cada especie encontrada se presentan 45,2 individuos en el bosque objeto estudio. Se observa un bosque con cierta proporción de mezcla sin mucha heterogeneidad.

**Índice de valor de importancia (IVI).** El Índice de Valor de Importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. Las especies con mayor peso ecológico en el estudio realizado fueron *Eugenia jambos* con 81,38, seguido de *Quercus humboldtii* con 65,18 y *Nectandra perutilis* con 58,83. La especie de menor importancia ecológica fue *Heliocarpus popayanensis* 37,71 [12]. (ver Tabla 1, fig. 5).

**Figura 5.** Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el bosque natural localizado en el sector de la Rejoja, área rural del municipio de Popayán.



Fuente: Presente estudio

## CONCLUSIONES

El estudio del bosque natural localizado en el sector de la Rejoja, zona rural del municipio de Popayán. Presenta una alta intervención antrópica, alterando considerablemente sus características estructurales y dinámica.

Existen especies con alto peso ecológico como el Roble y el Pomorroso y otras con poca importancia como el Paolo bobo o Balso blanco.

El ecosistema estudiado presenta cierta tendencia a la heterogeneidad debido posiblemente a la presencia de especies que se desarrollan en manchas homogéneas y la intervención humana.

El cociente de mezcla presenta un valor alto, indicando tendencia a la heterogeneidad del ecosistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] BOURGERON, P. 1983. Spatial Ed).Tropical aspects of vegetation. In: Golly. F. B. (Rain Forest Ecosystem, Structure and function. Elsevier, Amsterdam.
- [2] KREBS, J. 1989. Ecology Methodology. Harper & Row, Publishers, New York.
- [3] DUBOIS, J. 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques

tropicales, por sistemas naturales y seminaturales.

- [4] MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Ibagué, 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad Del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- [5] OTAVO, Edgar. 1994. Análisis estructural de la vegetación. En: Sánchez, H. y Castaño, C.: Aproximación a la definición de criterios para la zonificación y el ordenamiento forestal en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. OIMT. PNUD.
- [6] DE LAS SALAS, Gonzalo. y MELO, Omar 2000. Estructura, biodiversidad y dinámica sucesional en los ecosistemas húmedos tropicales del pacífico colombiano. En: Seminario Internacional De Ecología. El funcionamiento de los ecosistemas tropicales. Fundación Universitaria Manuela Beltrán. Santa fe de Bogotá.
- [7] MELO, Omar. 2000. Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Ing. Forestal. Ibagué.
- [8] LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana.
- [9] BRAUN BLANQUET, J. 1974. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Madrid. 820 P.
- [10] GENTRY, A. H. 1993. Riqueza de especies y composición florística de las comunidades de plantas de la región del Chocó, una actualización. En: EYVA, P. (ed.). Colombia Pacífico. Fondo FEN, Colombia. Santa fe de Bogotá.
- [11] LEMA, Alvaro. 1995. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- [12] VÁSQUEZ, Guillermo. 1988. Crecimiento de un bosque de guandal explotado en el pacífico colombiano. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.