

**DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA BOSCOZO A
PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA RESERVA NATURAL
MUNICIPAL “EL RAYO”, MUNICIPIO DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO DEL
CAUCA**



AURA MARIA GÓMEZ ERAZO
MARITZA ANDREA PERAFÁN ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA FORESTAL
POPAYAN
2011

**DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA BOSCOZO A
PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA RESERVA NATURAL
MUNICIPAL “EL RAYO”, MUNICIPIO DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO DEL
CAUCA**

**AURA MARIA GÓMEZ ERAZO
MARITZA ANDREA PERAFÁN ORDOÑEZ**

Trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar el Título de
Ingenieras Forestales

DIRECTORES
MSc. Román Ospina Montealegre
MSc. Juan Pablo Paz Concha

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA FORESTAL
POPAYAN
2011**

Nota de aceptación:

Los directores y los jurados han leído el presente documento, y han escuchado la sustentación del mismo, por lo que lo encuentran satisfactorio.

**MSc. Román Ospina Montealegre
Director**

**MSc. Juan Pablo Paz Concha
Director**

**Msc. Catalina García Solórzano
Presidente del jurado**

**Ing. Juan Carlos Villalba Malaver
Jurado**

Popayán, 30 de Agosto de 2011

A mis padres, que me dieron la vida, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mi esposo, Gustavo Muñoz G, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante; porque en gran parte gracias a él hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, ¡Gracias!.

A mis hermanos Santiago y Danyely, gracias por la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad; a mis abuelas, tíos y tías, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo. ¡Gracias a ustedes!

A Maritza mi amiga y compañera de aventura en esta etapa de nuestra formación profesional, porque creyó en este proyecto, que es para mí una forma de devolver a mi pueblo todas las bendiciones que de él he recibido.

Pero sobre todo a Dios quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

Aura María Gómez Erazo

A Dios por no dejarme desfallecer nunca y ser la luz en mi camino siempre.

A mis padres Carmen Ordoñez y Luis Eduardo Perafán por su infinito amor y apoyo. Gracias a su esfuerzo y dedicación puedo ver cumplida una etapa más en mi vida.

A mi hermano Luis Eduardo por ser siempre un ejemplo a seguir y a mi hermana Catalina por la confianza que ha depositado en mí.

A mis grandes amigos José, Alejandra, Sebastián, Liza por compartir tantos y tantos momentos pero en especial a mi gran amiga Aura María por su inmensa paciencia y palabras de aliento en momentos difíciles.

A Juan Alejandro por los momentos vividos.

A todas aquellas personas a quienes aprecio y quienes representan parte importante de mi vida.

Maritza Andrea Perafán Ordoñez

A nuestros directores de Trabajo de grado Ingeniero Forestal Román Ospina y al Ecólogo Juan Pablo Paz por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

Al señor Libio Quintero, Olimpo Perafán, Adivar Ruiz, Didier Navia, Luis Alberto Gómez, y en general a la comunidad de Buenos Aires y Lerma por abrirnos las puertas de su hogar y brindarnos su apoyo y acompañarnos en el proceso de trabajo de campo.

Al profesor Bernardo Ramírez por su incondicional apoyo en la identificación de las muestras botánicas.

A la Universidad Nacional sede Palmira por la oportunidad brindada.

Al profesor Jhon Jainer Galarza geógrafo por sus asesorías

Al Biólogo, esp. En Microscopia, Efrén Muñoz Galíndez por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo.

A todos nuestros amigos en especial a José, Alejandra, Sebastián, Liza... mil gracias por todos los momentos compartidos.

A todos aquellos que contribuyeron a que esto fuera posible y se escapan a nuestra memoria...

A todos...GRACIAS

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	19
2.1.1 Categorías de zonificación	19
2.2 ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN	19
2.2.1 Composición y riqueza	19
2.2.2 Estructura vertical	19
2.2.3 Estructura horizontal	20
2.3 MEDIDAS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES	22
2.3.1 Diversidad alfa	22
2.4 MARCO LEGAL	23
2.4.1 Decreto 2811/74. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección	23
2.4.2 Decreto 622 de marzo 16 de 1974	23
2.4.3 Ley 99/93. Ley ambiental.	24
2.4.4 Ley 388 de 97. Ordenamiento territorial	24
3. METODOLOGÍA	25
3.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	25
3.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA	25
3.3 PAUTAS DE CONSERVACIÓN	25

3.4 LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO	25
3.5 GENERALIDADES	26
3.5.1 Clima	26
3.5.2 Geología	27
3.5.3 Geomorfología.	27
3.6 SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO	27
3.7 TRABAJO DE CAMPO	28
3.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	29
3.8.1 Zonificación ambiental	30
3.8.2 Caracterización florística	30
4. RESULTADOS	32
4.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	32
4.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
4.2.1 Riqueza y composición florística	34
4.2.2 Estructura horizontal	35
4.2.3 Estructura vertical	42
4.2.4 Diversidad	44
4.2.5 Pautas de conservación y manejo para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	46
5. DISCUSIÓN	48
5.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	48

5.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA	49
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFIA	57
ANEXOS	61

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Distribución de especies, géneros y familias encontradas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	35
Cuadro 2. Especies más frecuentes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	37
Cuadro 3. Clases de frecuencia para las especies encontradas en 0.3 ha muestreadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	38
Cuadro 4. Distribución de individuos en clases diamétricas para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	41
Cuadro 5. Índices de diversidad alfa para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	45
Cuadro 6. Comparación de la riqueza florística entre diferentes áreas de bosque Subandino del Departamento del Cauca.	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de localización de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	26
Figura 2. Ilustración de una parcela y las respectivas subparcelas implementadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	29
Figura 3. Toma de información en campo útil para la elaboración de los análisis estructurales para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	29
Figura 4. Manejo y organización del material vegetal para la clasificación botánica en el herbario de la Universidad del Cauca.	30
Figura 5. Individuos arbóreos de aproximadamente 30 metros de altura pertenecientes a la zona intangible.	32
Figura 6. Nacimientos de agua ubicados en la zona regeneración natural.	33
Figura 7. Zona amortiguadora donde se evidencia la presencia de cultivos fuera y dentro de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	34
Figura 8. Riqueza de especies, géneros y familias de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	35
Figura 9. Especies más abundantes en la Reserva Natural “El Rayo”, Municipio de Bolívar, Departamento del Cauca	36
Figura 10. Histograma de frecuencias para las especies encontradas en 0.3 ha muestreadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	38
Figura 11. Especies más dominantes en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”; Vereda Buenos Aires Municipio de Bolívar Departamento del Cauca.	39
Figura 12. IVI para las 10 familias más importantes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	40
Figura 13. IVF para las 10 familias más importantes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	41
Figura 14. Distribución de individuos por clase diamétrica para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	42

Figura 15. Diagrama de dispersión de copas para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” 42

Figura 16. Perfil idealizado para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” ubicada en el Municipio de Bolívar Departamento del Cauca. 43

Figura 17. Curva de acumulación de especies para la Reserva Municipal “El Rayo”. 45

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Categorías de zonificación constituidas en el Decreto 622 de marzo de 1977.	61
Anexo B. Mapa construido para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	62
Anexo C. Zonificación ambiental previa, arrojada por el mapa de cobertura y uso del suelo del Departamento del Cauca y la imagen satelital LANDSAT para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.	63
Anexo D. Zonificación ambiental para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”	64
Anexo E. Evaluación de estructura horizontal para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” Municipio de Bolívar Departamento del Cauca.	65
Anexo F. Formato de consignación de los datos obtenidos en campo propuesta por Melo y Vargas, (2003).	66

GLOSARIO

ÁREA BASAL: superficie de la sección transversal a la altura del pecho de un árbol o de todos los árboles de una masa forestal.

BOSQUE SUBANDINO: hasta los 2400 msnm, temperatura de 23°C a 16°C, fisionomía constituida por árboles de diferentes tamaños (hasta 40 m de altura).

BOSQUE MUNICIPAL: área que debe ser conservada permanentemente con cobertura vegetal natural y/o bosques cultivados, con el fin de garantizar la protección de sectores de captación de fuentes de agua.

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA: descripción de las características y dinámica de un bosque.

DAP: diámetro a la altura del pecho: diámetro de un árbol medido en un punto de referencia, por lo general a 1,3 m del suelo, tras haber limpiado la hojarasca acumulada.

DIVERSIDAD: se refiere esencialmente al número de diferentes especies presentes en un área determinada y se conoce también como riqueza de especies.

FAMILIA: grupo de genotipos estrechamente emparentados

GPS: Global Positioning System: sistema de posicionamiento global; es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto o una persona.

IMAGEN SATELITAL: representación visual capturada por un sensor montado en un satélite artificial.

LANDSAT: serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE. UU para la observación en alta resolución de la superficie terrestre.

MUESTRA: conjunto de unidades muestrales o porción de la población que se selecciona para su análisis.

PERIODO MONOMODAL DE LLUVIAS: largo periodo de lluvias que es seguido por un periodo seco.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial, es una herramienta técnica que poseen los municipios para planificar y ordenar su territorio.

REGENERACIÓN NATURAL: restablecimiento del bosque por medios naturales.

ROCAS METAMÓRFICAS: aquellas que se han formado a partir de otras rocas que han experimentado altas presiones y/o altas temperaturas.

UNIDAD MUESTRAL: muestra seleccionada de la población para la aplicación de la técnica de investigación. Puede ser un elemento poblacional único o un conjunto de elementos.

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL: son unidades cartográficas de gestión, como figuras de ordenamiento ambiental, en las que se establecen zonas susceptibles de conservación, de recuperación o de uso sostenible, relacionadas en la mayoría de los casos con el estado actual de coberturas.

RESUMEN

Con base en la caracterización florística y la zonificación del área se determinó el estado actual de la Reserva Natural Municipal “El Rayo” ubicada en la vereda Buenos Aires, corregimiento de Lerma, municipio de Bolívar, Departamento del Cauca. A partir de la interpretación de la cartografía existente y su posterior verificación en campo se identificaron tres zonas de manejo: zona intangible, zona de recuperación natural y zona amortiguadora; en cada una de estas zonas se estableció una parcela de 0,1 ha las cuales se dividieron en diez subparcelas de 10 x 10 m, y se censaron los individuos con un dap \geq a 2,5 cm. En total se registraron 392 individuos que corresponden a 174 arbustos y 205 árboles Y 13 Morfo-especies; además se encontraron 10 especies muertas y herbáceas de la familia de las musáceas; Los cuales están distribuidos en 50 especies, 35 géneros y 30 familias. Considerando el IVI para las tres áreas muestreadas, la especie con mayor peso ecológico fue *Trohpis caucana* (27,53), seguida de *Gustavia occidentalis* (21,29) e *Inga ciliata* (21,90). El mayor IVF lo obtuvo la familia Mimosaceae (44,82) seguida por Moraceae (37,11) y Lauraceae (25,59). El bosque presentó un patrón típico de bosques tropicales al concentrar la mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas menores. La estructura vertical manifestó dos hábitos de crecimiento: el arbóreo y arbustivo, presentándose mayor abundancia de individuos en el hábito arbóreo. La diversidad de especies se estimó con los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson. La curva especie-área tomo un tamaño óptimo de muestreo a partir de los 2300 metros cuadrados

PALABRAS CLAVE: composición florística, diversidad, estructura florística, El Rayo, zonificación.

ABSTRACT

Based in the floristic characterization and zoning of the area It was determined the current status of the Municipal Natural Reserve "El Rayo" located in the village of Buenos Aires, district of Lerma, municipality of Bolivar, Cauca Department. From the interpretation of existing maps and field later verification were identified three areas for forest management under study: intangible zone, natural recovery zone and buffer zone, in each of these areas have established a plot of 0,1 ha which has divided into ten subplots of 10 by 10 m were surveyed individuals with a DAP \geq 2.5 cm. In total, 389 individuals were registered corresponding to 174 shrubs, 215 trees; also found 10 species dead and herbaceous of the family of the Musaceas; in the stratum of trees and shrubs were found 50 species, 35 genera and 30 families. Considering the IVI for the three areas sampled, the species with greater ecological weight was *Trohpis caucana* (27,53), followed of *Gustavia occidentalis* (21,29) and *Inga ciliata* (21,90); the largest IVF got it the family Mimosaceae (44,82) followed for Moraceae (37,11) and Lauraceae (25,59). The forest presented a typical pattern of tropical forest concentrating a greater number of individuals in smaller diameter classes. The vertical structure expressed two layers, tree and shrubs greater abundance of individuals presenting in the shrubs lawyer for the tree evaluated plots. The species`s diversity was estimated with the indexes of Margalef, Shannon-Wiener and Simpson. Species-area curve take an optimal size of sampling from 2300 square meters.

KEY WORDS: floristic composition, diversity, floristic structure, The Rayo, zoning.

1. INTRODUCCIÓN

El Departamento del Cauca cuenta con uno de los relieves más variados del país comenzando por el Macizo Colombiano reconocido por ser un área estratégica a nivel nacional e internacional, para la producción de agua, la biodiversidad y los ecosistemas (Macías, *et al*, 2007); este conjunto de características hacen de esta zona un lugar valioso con necesidad de conservación. Autoridades ambientales como la Corporación Autónoma del Cauca (CRC) y la Unidad Administrativa Especial de Parques Naturales (UAESPNN), promueven políticas encaminadas a la recuperación, protección, manejo y uso de este tipo de ecosistemas (MAVDT y UAESPNN, 2000) y a través de diferentes categorías de conservación buscan atenuar la presión antrópica a la que han estado sometidos los bosques naturales en el Departamento del Cauca. Una de estas categorías corresponde a las reservas naturales municipales, creadas con el fin de garantizar la protección de sectores de captación de fuentes de agua utilizables para abastecimiento de acueductos municipales y veredales, así como la protección del suelo y la biodiversidad. (MAVDT y UAESPNN, 2000)

Cumpliendo con las características establecidas dentro de la categoría de bosque municipal descrita anteriormente se declaró como Reserva Natural Municipal “El Rayo” un área de 31 hectáreas ubicada en la vereda Buenos Aires, Municipio de Bolívar, Departamento del Cauca, la cual había sido aislada y conservada por los habitantes de la zona en su afán de proteger nacimientos de agua y el hábitat del mico ***Cebus apella***, especie exótica en la zona amenazada por la ampliación de la frontera agropecuaria, el consumo de leña, la proliferación de los cultivos de uso ilícito, entre otras.

En esta fase del proceso es crucial la elaboración de un plan de manejo que permita una adecuada organización de la reserva, garantizando su sostenibilidad y sustentabilidad en el futuro. Esta importante tarea ya ha sido asumida por la CRC como autoridad ambiental y entidad promotora en la creación legal de la reserva. Para este propósito se cuenta con un trabajo de investigación sobre el hábitat y la estructura demográfica del mico maicero *Cebus apella* (Peña y Burbano, 2010); pero se requieren realizar investigaciones complementarias que precisen el estado actual de la reserva a través de estudios florísticos que determinen su composición, su estructura y su diversidad, analizando qué tipo de especies predominan, cuál es su comportamiento, su desarrollo e interacción dentro del bosque; análisis cartográficos estableciendo zonas que determinen categorías de conservación, así como el uso y el manejo para cada una de ellas, y por ultimo ideando pautas de conservación que contribuyan a precisar acciones y programas encaminados a la perpetuación en el tiempo y en el espacio de la que hoy es conocida como la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental, es la base para determinar cómo se deben utilizar de la mejor manera los espacios del territorio, de forma armónica entre quienes lo habitan y la oferta de los recursos naturales. Es la carta de navegación para orientar a los actores sociales quienes intervienen y toman decisiones sobre sus actuaciones en la zona, buscando así un equilibrio hombre-naturaleza, de tal manera que se garantice para las generaciones futuras la sostenibilidad en términos ambientales, socioeconómicos y culturales. (CRC, 2009)

Estos estudios buscan proponer escenarios adecuados para la ocupación, uso y manejo sostenibles de los recursos naturales y del medio ambiente. Por ello se convierten en una alternativa de estudio integral y sistémico del territorio, como base importante de cualquier proceso de ordenamiento territorial. (Murcia y Rodríguez, 2008)

2.1.1 Categorías de zonificación. Mediante el Decreto 622 de marzo de 1977 se definieron zonas o categorías de zonificación que permiten clasificar diferentes áreas de acuerdo a sus condiciones estructurales. (Ver anexo A)

2.2 ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN

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. (Alvis, 2009)

2.2.1 Composición y riqueza. A través del estudio de la composición florística de un bosque se pueden identificar las diferentes familias, géneros y especies presentes en un área de estudio; el listado de especies que arroja este tipo de estudio genera información descriptiva básica que sirve como punto de partida para profundizar en la descripción de la abundancia de la vegetación, su estructura y diversidad. La riqueza se define como el número de especies por número de individuos especificados; es la forma más simple de describir una comunidad, es la primera estimación de la diversidad debido a que indica el número de especies pertenecientes a una comunidad. (Magurran, 1988)

2.2.2 Estructura vertical. Son representaciones gráficas que muestran una imagen del perfil de la vegetación de una comunidad (CRC, 2001); dan una idea de la dinámica, de las sucesiones del bosque y permite conocer a grandes rasgos si se encuentra en equilibrio. La presencia de las mismas especies encontradas en el estrato dominante y en el estrato dominado es una de las características que

permite conocer que el área estudiada se encuentra en equilibrio y que cuando árboles del dosel perezcan, más árboles de las mismas especies ocuparán su lugar y no otras (Guardia y Alberola, 2005).

El diagrama de perfil es uno de los productos que se genera en los estudios relacionados con la estructura vertical del bosque; intenta una representación bidimensional de una estructura tridimensional que es el bosque. Se construye con base en mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas a partir de una altura mínima inferior arbitraria o de un diámetro mínimo de medición. Los perfiles permiten caracterizar las principales formaciones tropicales y sus clases de arquitectura. (Melo y Vargas, 2003)

2.2.3 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 (IVI). 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)

- **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. Como se presenta en la expresión (1) donde n_i es el número de individuos de la i ésima especie y N es el número de individuos totales en la muestra (Lamprecht Citado por Melo y Vargas, 2003)

$$\text{Abundancia relativa (Ab\%)} = (n_i / N) \times 100$$

(1)

- **Frecuencia.** Se refiere a la uniformidad o regularidad con que una especie se distribuye dentro de una comunidad, se expresa como el porcentaje de unidades muestrales en las que al menos un individuo de cada especie se halla presente. (CRC, 2001). La frecuencia relativa de una especie se calcula como se muestra en la expresión (2), como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies; donde F_i es la frecuencia absoluta de la i ésima especie y F_t es el total de las frecuencias en el muestreo. (Melo y Vargas, 2003).

$$\text{Frecuencia relativa (Fr\%)} = (F_i / F_t) \times 100$$

(2)

- **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 como se observa en la expresión (3) se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje, donde G_t es el área basal total en m^2 del muestreo y G_i es el área basal en m^2 para la i ésima especie. La dominancia absoluta se muestra en la expresión (4) donde G_i es el área basal en m^2 para la i ésima especie y d_i es el diámetro normal en cm de los individuos de la i ésima especie. (Melo y Vargas, 2003).

$$\text{Dominancia relativa (D\%)} = (G_i / G_t) \times 100$$

(3)

$$\text{Dominancia absoluta (G}_i) = (\pi/40000) \cdot \sum d_i^2$$

(4)

- **Índice de Valor de Importancia (IVI).** Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Con éste índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructura, sitio y dinámica (Lamprecht, citado por Melo y Vargas, 2003).

- **Cociente de mezcla.** Expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales ($S: N$ ó S / N). El CM proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques. Se calcula según la expresión (5) donde S es el número total de especies en el muestreo y N es el número total de individuos en el muestreo. (Lamprecht citado por Melo y Vargas, 2003)

$$CM. = \frac{S}{N} = \frac{\left(\frac{S}{S}\right)}{\left(\frac{N}{S}\right)}$$

(5)

- **Histogramas de frecuencia.** Se generan a partir de la agrupación de las especies en cinco (5) categorías o clases de frecuencia absoluta. Los histogramas de frecuencia con valores altos en las clases IV - V y valores bajos en I - II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida, mientras que

altos valores en las clases I - II, indican una heterogeneidad florística acentuada. (Melo y Vargas, 2003)

2.3 MEDIDAS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

Para la medida de la diversidad biológica en las comunidades de un bosque la diversidad de especies es la más ampliamente utilizada, diferenciándose dos componentes: uno es la riqueza o número de especies y la otra es la equidad o distribución de los individuos entre las especies. Para medir la diversidad de especies se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: **la diversidad alfa** que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; **diversidad beta**, que define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales; y finalmente la **diversidad gama**, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores. (Melo y Vargas, 2003)

2.3.1 Diversidad alfa. Es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria. Para la evaluación de la diversidad dentro de un ecosistema en particular se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies. (Melo y Vargas, 2003)

- **Índice de Margalef.** Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Se calcula según la expresión (6) donde S es el número de especies y N es el número de individuos.

$$\text{Índice de Margalef } (D_{mg}) \quad D_{mg} = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad (6)$$

- **Índice de Shannon-Wiener (H').** considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población infinitamente grande (expresión 7), esto es una población efectivamente infinita (Pielou citado por Magurran, 1988). La homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima, la cual es conocida como E lo cual se observa en la expresión (8) donde H' es la diversidad de Shannon, p_i es la abundancia proporcional y S el número total de especies en el muestreo (Melo y Vargas, 2003).

$$\text{Índice de Shannon-Wiener } (H') \quad H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (7)$$

$$\text{Homogeneidad (E)} \quad E = H' / \ln(S)$$

(8)

- **El Índice de Simpson (D).** manifiesta la probabilidad de que dos individuos cualesquiera extraídos al azar de una comunidad infinitamente grande pertenecen a diferentes especies. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede expresarse como $1/\lambda$. Donde π_i es igual a la abundancia proporcional

$$D = \sum \pi_i^2$$

(9)

- **La curva especies-área.** Se construye a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre una serie de unidades de muestreo o subparcelas. Es de gran utilidad para realizar comparaciones de la riqueza de especies entre diferentes tipos de bosque. (Melo y Vargas, 2003)

2.4 MARCO LEGAL

El marco legal de las áreas protegidas se sustenta entre otras en las siguientes normas:

2.4.1 Decreto 2811/74 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El Decreto 2811/74 en su Art 328 numeral a) establece conservar valores sobresalientes de fauna y flora y paisajes o reliquias históricas, culturales o arqueológicas, para darles un régimen especial de manejo fundado en una planeación integral con principios ecológicos, para que permanezcan sin deterioro. (Congreso de La República de Colombia citado por UAESPNN, 2000)

2.4.2 Decreto 622 de marzo 16 de 1974. Este Decreto contiene los reglamentos generales aplicables al conjunto de las áreas con valores excepcionales para el Patrimonio Nacional, que debido a sus características naturales y en beneficio de los habitantes de la Nación se reserva y declara dentro de alguno de los tipos de áreas definidas en el Artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974. (Congreso de La República de Colombia citado por MAVDT y UAESPNN, 2000)

2.4.3 Ley 99/93. Ley ambiental. En su artículo 65 numeral 1 establece el promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables; elaborar los planes, programas y proyectos ambientales municipales articulados a los planes, programas y proyectos ambientales regionales, departamentales y nacionales. (Congreso de La República de Colombia citado por UAESPNN, 2000)

2.4.4 Ley 388 de 97. Ordenamiento Territorial. Esta Ley establece los mecanismos que permiten al municipio en ejercicio de su autonomía promover el ordenamiento territorial, uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa de su patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial, así como armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la Ley 9 de 1989, con las normas establecidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley orgánica de áreas metropolitanas y la Ley por la que se crea el SINA. (Congreso de La República de Colombia citado por UAESPNN, 2000).

3. METODOLOGÍA

3.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Para determinar la zonificación de la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se recurrió a la metodología propuesta por Villota (2005); realizando una recopilación de información cartográfica propia del área de estudio a partir de la cual se analizaron criterios que incluyeron las coberturas existentes y las características biofísicas del lugar; delimitando las diferentes zonas pertenecientes a el área de estudio. El desarrollo metodológico de lo propuesto por Villota (2005) se describe en el punto 3.6 de este documento, “selección del sitio de estudio”.

3.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

Para determinar la caracterización florística de la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se utilizó la metodología propuesta por Melo y Vargas (2003); seleccionando tres unidades de muestreo temporales en cada área arrojada por la zonificación a través de las cuales se recolectó información básica para realizar los análisis de estructura, composición y diversidad del bosque.

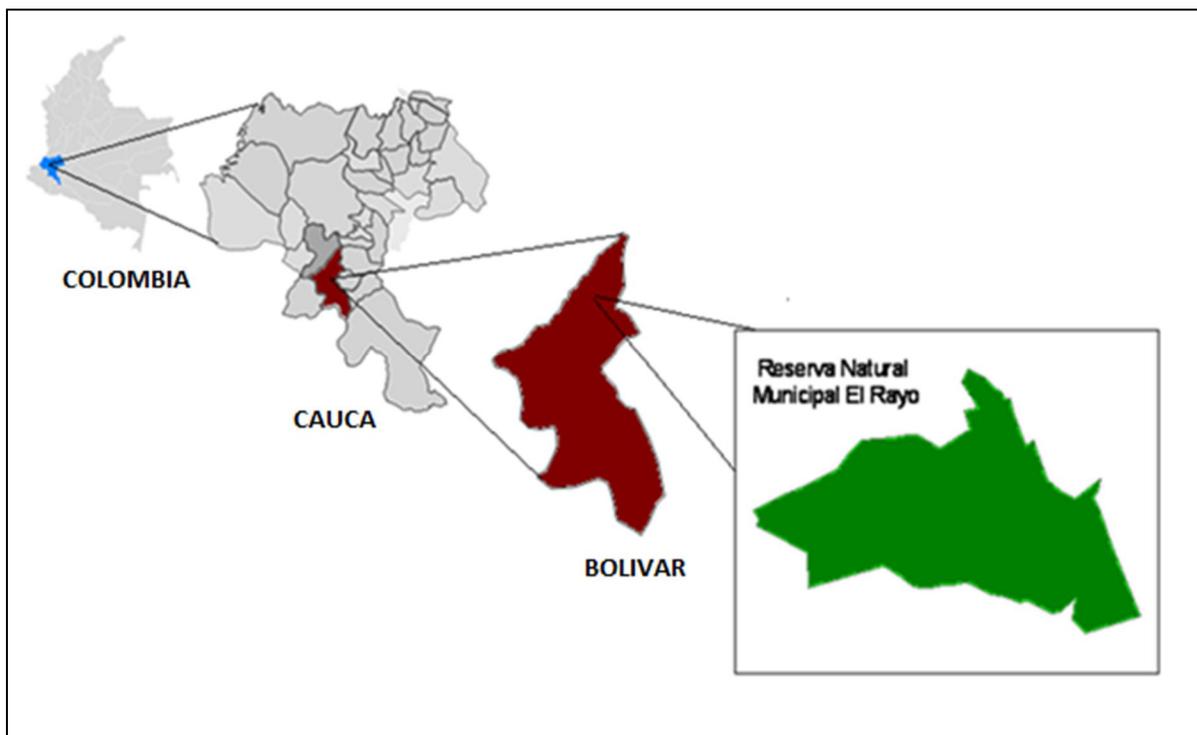
3.3 PAUTAS DE CONSERVACIÓN

Para la elaboración de las pautas de conservación y manejo para la Reserva natural Municipal “El Rayo” se tomaron en cuenta los procesos de zonificación, caracterización florística del bosque y conversatorios con la comunidad de Buenos Aires y las Guacas; trabajo que se adelantó en campo gracias a su acompañamiento continuo.

3.4 LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

La Reserva Natural Municipal “El Rayo” se encuentra situada en la vereda Buenos Aires, corregimiento de Lerma, al norte del Municipio de Bolívar, en la región sur del Departamento del Cauca, en el pie de monte de la Cordillera Central, y en la intersección del Macizo Colombiano y el Valle del Patía. Decretada así mediante acuerdo municipal, según convenio 0663-25-11-08, bajo el número catastral 000100300077000, matrícula inmobiliaria 122-0012505 y plancha del IGAC número 387-1-A-4. Con una altitud de 1450 a 1800 msnm, se localiza a 76° 57' 24" de longitud oeste y a 1° 58' 55" de latitud norte; limita al norte con el municipio de Sucre y el corregimiento de Guachicono, al sur con el corregimiento de Lerma, al oriente con la formación rocosa del Cerro de Lerma, y al occidente con el corregimiento de Guachicono. (Ver fig. 1). El área aproximada de la Reserva es de 34 hectáreas, siendo 31 reconocidas legalmente como Reserva Natural Municipal.

Figura 1. Mapa de localización de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”



3.5 GENERALIDADES

La Reserva Natural Municipal “El Rayo” por hacer parte del Municipio de Bolívar es afectada por las características climatológicas, geológicas y geomorfológicas que en él ocurren.

3.5.1 Clima. El Municipio de Bolívar muestra una distribución de las lluvias monomodal, con un periodo lluvioso que va de octubre a mayo, siendo el mes más lluvioso noviembre con un promedio de 281 mm. El periodo o estación seca corresponde a los meses de Junio a Septiembre, siendo el mes menos lluvioso julio con 35 mm. Presenta pisos térmicos cálidos, medio y frío. El clima cálido y medio abarcan principalmente la depresión del Patía y parte de la cordillera Central, y el frío, la parte alta de la cordillera. De acuerdo a la estación climática Bolívar, las temperaturas máximas registradas están en el rango entre 27 a 30.9°C, manteniendo una curva normal durante todo el año, las temperaturas medias están en el rango de 20 a 22.7 °C y las temperaturas mínimas se encuentran entre 15 a 16°C. De acuerdo a las estaciones climáticas de Bolívar y Milagros, los meses de mayor intensidad lumínica son Julio y Agosto, con un brillo solar promedio anual de 132.5 a 143.08 hr/mes; el brillo solar anual es de 1590 hrs. El periodo de menor porcentaje de humedad relativa se da para los meses de Julio a Septiembre, relacionado con el periodo seco de la región.

El brillo solar anual es de 1590 hrs. El promedio mensual de humedad relativa es de 83.41%. (POT, Bolívar Cauca, 2007).

3.5.2 Geología. El Municipio de Bolívar se encuentra ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Central, con aproximadamente 71.800 has. Se encuentra formado por un conjunto de fallas geológicas, rocas metamórficas antiguas (paleozoico), circundadas por rocas sedimentarias de edad cretáceas, terciarias y cuaternarias. También se presentan secuencias vulcano-clásticas del terciario superior y cuaternario y secuencias de flujos de escombros y flujos piroclásticos del cuaternario, los cuales han dado origen a los diferentes cuerpos o depósitos recientes con geometría de abanicos y/o terrazas altas (coalescentes y/o disectados). (POT, Bolívar Cauca, 2007).

3.5.3 Geomorfología. Los procesos geomorfológicos, así como las actuales características morfo-estructurales de la Cuenca del Patía, son el resultado no solo del levantamiento de la cadena andina que bordea la parte occidental de Suramérica sino además de la intensa actividad volcánica ocurrida en la cordillera central y los fuertes movimientos tectónicos que dieron origen al acomodamiento general del relieve, al cual han contribuido diferentes procesos de denudación de todo tipo: glaciárico, fluvio gravitacional, estructural (plegamientos y fallas), fluvio-erosional y agradacional, presentes indistintamente en las tres provincias fisiográficas. Los procesos geomorfológicos que han determinado su origen, permitieron delimitar la zona en dos grandes bloques con topografía, litología, estructuras y procesos denudativos contrastantes:

- a) El eje andino de la Cordillera Central forma un sistema montañoso, suavizado en un alto porcentaje por mantos de cenizas volcánicas.
- b) La Depresión del Patía, que presenta la mayor diversidad de unidades de paisaje, dado que en ella ocurren diferentes ambientes morfo-genéticos, relacionados con los cambios de condiciones de humedad y altitud, del cual hace parte este municipio en un área pequeña.

3.6 SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

Los criterios para la elección del sitio de estudio en la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se definieron con base en un mapa construido a escala 1:12.000, suministrado por el señor Didier Navia, promotor de la protección de la reserva. Esta cartografía fue construida sobre la plancha 387-I-A-4 y 387-I-B-3, la cual fue encontrada en el Instituto Agustín Codazzi; sin embargo del polígono que enmarca los límites y la extensión de la reserva no se halló ningún registro oficial. (Ver anexo B). Para corroborar la veracidad de dicho mapa se realizó un recorrido de campo donde se tomaron puntos estratégicos en los límites de la reserva con la ayuda de un GPS marca Garmin.

Una vez tomados los puntos en campo, el mapa impreso de la reserva fue digitalizado mediante el Sistema de Información Geográfico ARGIS 9.3. Al sobreponer los puntos, estos coincidieron con los puntos indicados en el mapa, confirmándose así la precisión de su trazado.

Posteriormente se sobrepuso el polígono de la reserva sobre un mapa de coberturas y usos del suelo para el Departamento del Cauca año 2009 y a partir de allí se determinaron tres zonas de estudio. La interpretación de los usos de suelo y la cobertura del bosque se realizó con ayuda de una imagen satelital LANDSAT con escala 1:25000 del año 2007 suministrada por la CRC. De acuerdo a esta información las tres zonas se denominaron en principio **Zona 1**, la cual estaba caracterizada por cultivos, pastos, rastrojos y erosión (CPRE); una **Zona 2** definida por cultivos, pastos, rastrojos y bosque abierto (CPR-Ba) y por último una **Zona 3** compuesta por cultivos, pastos, rastrojos (CPR), (Ver anexo C).

3.7 TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó en dos etapas, la primera consistió en recorrer puntos estratégicos del perímetro de la reserva para corroborar sus límites, y verificar en campo las tres zonas determinadas por la cartografía base; en la segunda etapa se establecieron las parcelas temporales mediante un diseño de muestreo aleatorio estratificado, que consistió en el montaje de parcelas de 10 x 100 metros, fijando al azar una unidad de muestreo en cada zona; obteniendo un área total inventariada de 0,3 ha. La intensidad de muestreo fue de 0,967% de las 31 hectáreas totales de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

Cada parcela estuvo constituida por diez (10) sub-parcelas de 10 x 10 m, tomando como elementos de análisis la vegetación con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor a 2.5 cm, y registrando la altura a la base de la copa, altura total, coordenadas geográficas, hábito de crecimiento (árbol, arbusto o hierba), y las características botánicas de cada individuo para facilitar su posterior identificación en el Herbario de la Universidad del Cauca CAUP. (Ver fig.2 y 3)

Finalmente, siguiendo la metodología propuesta por Ramírez (1995), se estableció un área rectangular de dimensiones de 5 x 25 metros para la toma de información base para la elaboración de los perfiles de vegetación. Se registró la altura total, altura del fuste, diámetro del tronco, diámetro de la copa, límite inferior de la copa y la posición geográfica de los individuos con un DAP \geq 5 cm de diámetro.

Figura 2. Ilustración de una parcela y las respectivas subparcelas implementadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”

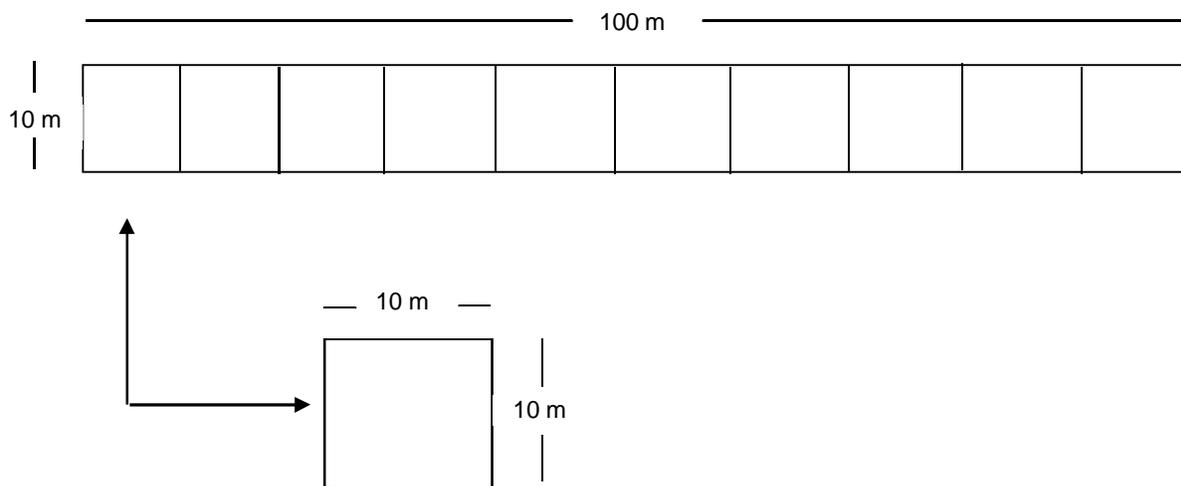


Figura 3. Toma de información en campo útil para la elaboración de los análisis estructurales para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



3.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de los datos obtenidos de la reserva se recurrió a herramientas diseñadas para agrupar variables y atributos de los individuos censados (árboles y arbustos con $dap \geq 2.5$) y un SIG, que permitieron ejecutar un análisis a partir de las características propias de las tres zonas que conforman la reserva y

determinar el estado actual del bosque y sugerir pautas para su conservación, a partir de la información primaria recolectada.

3.8.1 Zonificación ambiental. La información obtenida en campo y la cartografía base digitalizada se proyectaron en un Sistema de Información Cartográfica (SIG) utilizando el software ARGIS 9.3 ajustando la cartografía de la zona. A partir de este ajuste se propuso una zonificación considerando las coberturas existentes y las características biofísicas de la zona, delimitando las unidades de manejo, determinando sus usos actuales y realizando las recomendaciones para los usos futuros.

3.8.2 Caracterización florística. Las muestras vegetales recolectadas en campo fueron organizadas en papel periódico adicionándoles alcohol al 90% para evitar su descomposición, el ataque de individuos patógenos y microorganismos. Cada uno de ellas fueron rotuladas, con las iniciales del recolector, número de la parcela, subparcela y el consecutivo de cada individuo. La totalidad de las muestras fueron agrupadas por parcelas y luego prensadas y organizadas en bolsas plásticas para facilitar su traslado desde la vereda de Buenos Aires hasta la Ciudad de Popayán, donde fueron ingresadas al horno del Herbario de la Universidad del Cauca para el proceso de deshidratación durante 24 horas. (Ver fig. 4).

Figura 4. Manejo y organización del material vegetal para la clasificación botánica en el herbario de la Universidad del Cauca.



Una vez secas las muestras se llevaron al herbario CAUP para determinar familia género y especie siguiendo las monografías y claves taxonómicas propuestas por

Gentry (1993), Mendoza y Ramírez, (2000), Mahecha, (1997) y bajo la supervisión del profesor Bernardo Ramírez, especialista en el área y encargado del herbario. Adicionalmente las muestras identificadas fueron comparadas con los especímenes de colección del lugar para corroborar su clasificación botánica.

Para determinar la estructura y diversidad florística del bosque se organizó la información en una base de datos en EXCEL 2007, agrupándola en tablas donde se calculó la abundancia, frecuencia, dominancia, IVI, IVF y sus respectivos gráficos con el fin de determinar la estructura, composición y diversidad para la reserva.

4. RESULTADOS

4.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” permitió obtener un mapa a escala 1:283.941 (ver anexo D) donde se definieron tres unidades de paisaje y sus respectivas categorías, adoptando las definiciones propuestas en el Decreto 622 de 1977; norma que reglamenta parcialmente el capítulo V título II parte XIII del Decreto Ley 2811 de 1974. (Ver anexo A)

La zona 1 abarca un área de 6.34 ha correspondiente al 20.45% de bosque natural denso, con pendientes muy pronunciadas aproximadamente del 45% y de difícil accesibilidad, con presencia de vegetación poco intervenida indicando un alto grado de desarrollo en los diferentes procesos biológicos. Se encontraron individuos arbóreos y arbustivos con alturas hasta de 30 metros y dap de 63,66 cm; con presencia de rocas de gran tamaño que generan constantemente daños a la vegetación, se observaron claros ocasionados por la caída de grandes árboles ocurrido probablemente por el avanzado proceso sucesional. De acuerdo a estas observaciones la clasificación para esta área correspondió a bosque natural sobre terreno rocoso, denominándola “**Zona intangible**” (ZI), la cual debe mantenerse ajena a la intervención humana, a fin de que sus condiciones naturales se conserven a perpetuidad. Solo se podrán realizar actividades relacionadas con la conservación, protección e investigación de los recursos naturales. (Ver fig. 5).

Figura 5. Individuos arbóreos de aproximadamente 30 metros de altura pertenecientes a la zona intangible.



La zona 2 abarca un área de 18.63 ha correspondiente al 60.096 % de la superficie total de la reserva; está constituida por cultivos, rastrojos y bosque abierto. Estas características se deben principalmente a que durante mucho tiempo esta zona estuvo ocupada por fincas donde se deforestaba para establecer cultivos como el café y el plátano común, para implementar la ganadería y extraer madera para leña y construcción de viviendas. Debido a que es una zona que se encuentra en constante regeneración y crecimiento por las presiones antrópicas sufridas en épocas anteriores se observaron especies arbóreas y arbustivas con alturas menores que las halladas en la zona intangible (aproximadamente 28 metros y dap de 63 cm); además en este sitio nacen varias fuentes hídricas que sirven para el abastecimiento de los acueductos que surten veredas como Buenos Aires, Las Guacas, entre otras. De acuerdo a las características observadas para este lugar se clasificó esta área como **“Zona de recuperación natural” (ZRN)**, debido a que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y debe ser un espacio destinado a la recuperación de las condiciones naturales que allí existieron, o a obtener mediante mecanismos de restauración un estado deseado del ciclo de sucesión ecológica. (Ver fig. 6)

Figura 6. Nacimientos de agua ubicados en la zona regeneración natural.



La zona 3 abarca un área de 5.60 ha correspondiente al 18.06% de la extensión total de la reserva natural, está caracterizada por la presencia de cultivos, pastos, rastrojos y la presencia de individuos arbóreos en menor proporción que las otras dos zonas estudiadas. De acuerdo a estas características esta zona se clasificó como **“Zona amortiguadora” (ZA)**, en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas. (Ver fig.7)

Figura 7. Zona amortiguadora donde se evidencia la presencia de cultivos fuera y dentro de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



La categorización de estas tres zonas permitirá elaborar acciones y programas que garanticen el cumplimiento de los objetivos de conservación para proteger los recursos naturales del lugar, los cuales estarán enmarcados dentro del plan de manejo para la reserva en su componente de ordenamiento.

4.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el total del área inventariada se censaron los individuos arbóreos con sus respectivas características vegetativas las cuales fueron útiles para determinar la composición, estructura y diversidad del bosque.

4.2.1 Riqueza y composición florística. En total se encontraron 392 individuos correspondientes a 174 arbustos y 205 árboles; 10 individuos se reportaron muertos así como la presencia de musáceas. Los estratos arbóreo y arbustivo se encontraron distribuidos en 49 especies, 35 géneros y 30 familias. La mayoría de las muestras vegetales colectadas en las tres parcelas fueron identificadas taxonómicamente; sin embargo, 13 individuos no fueron identificados por lo que se catalogaron como Morfo-especies.

- **Zona intangible.** En esta zona se encontraron 125 individuos, de los cuales 58 son arbustos, 67 son árboles y 13 Morfo-especies; también se encontraron 5 individuos muertos; el estrato arbóreo y arbustivo reportó 27 especies, agrupadas en 18 géneros y 17 familias. El género con mayor número de especies fue *Nectandra* con 3 especies y la familia con mayor número de especies fue Urticaceae con 4 especies.

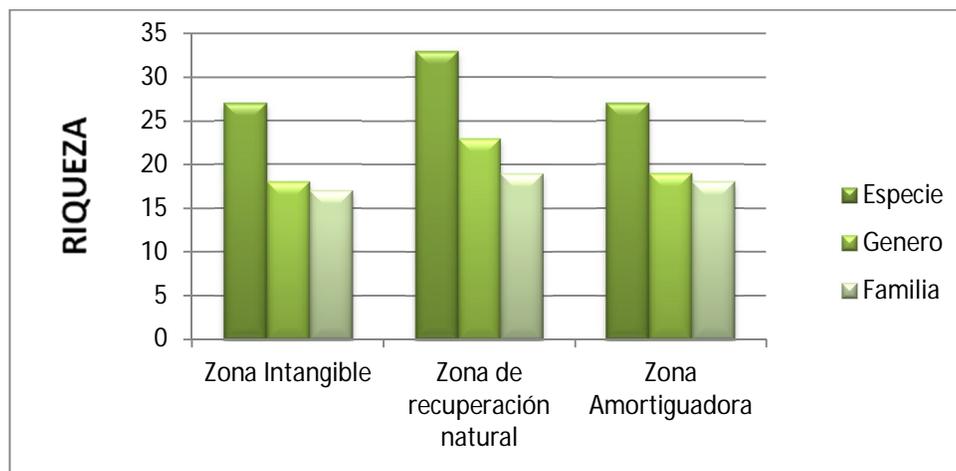
- **Zona de recuperación natural.** En esta zona se encontraron 148 individuos de los cuales 63 son arbustos y 85 son árboles; también se encontraron 3 individuos muertos; el estrato arbóreo y arbustivo está distribuido en 33 especies, 23 géneros y 19 familias. Los géneros con mayor número de especies fueron *Inga* y *Miconia* con 3 especies cada una; las familias con mayor número de especies fueron Melastomataceae, Rubiaceae y Urticaceae cada una con 4 especies.

- **Zona amortiguadora.** En esta zona se encontraron 119 individuos de los cuales 56 son arbustos y 63 son árboles; el estrato arbóreo y arbustivo está distribuido en 27 especies, 19 géneros y 18 familias. Los géneros con mayor número de especies fueron *Inga* y *Nectandra* con 3 especies cada una; las familias con mayor número de especies fueron Lauraceae, Mimosaceae y Urticaceae cada una con 3 especies. (Ver cuadro 1 y fig.8)

Cuadro 1. Distribución de especies, géneros y familias encontradas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”

Categoría	Zona Intangible	Zona de recuperación natural	Zona Amortiguadora
Especie	27	33	27
Género	18	23	19
Familia	17	19	18

Figura 8. Riqueza de especies, géneros y familias de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



4.2.2 Estructura horizontal

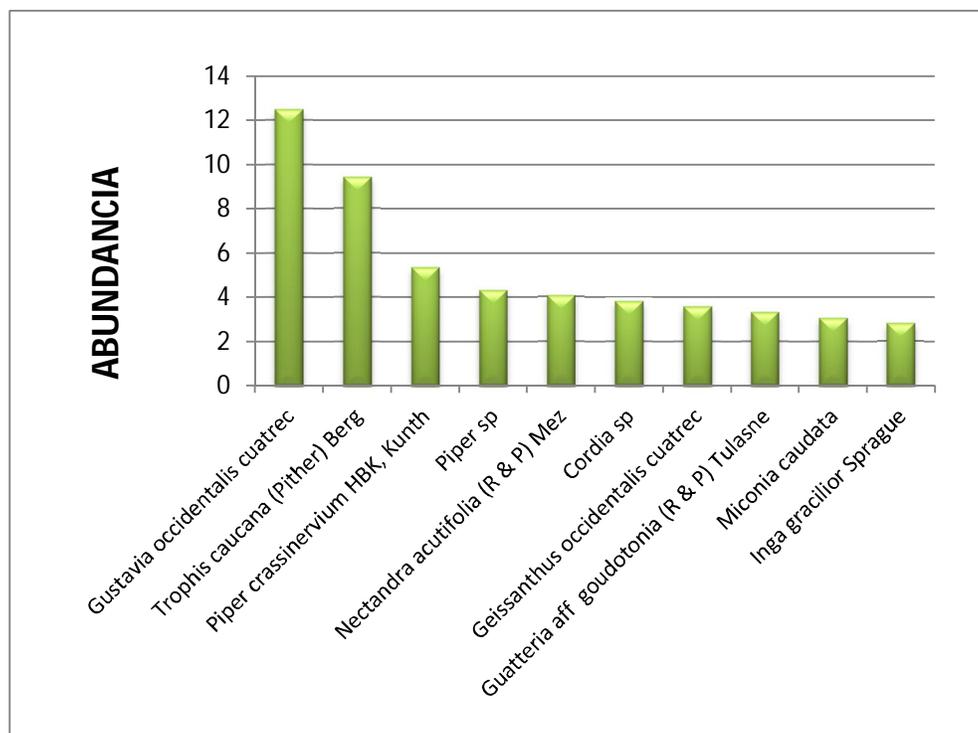
- **Abundancia.** Las especies que presentaron una mayor abundancia en el bosque fueron *Gustavia occidentalis* con 12,50%, *Trophis caucana* con 9,44% y

Piper crassinervium, con 5,36%; las demás especies representan el 69,39% del total de las especies encontradas. (Ver anexo E y fig. 9).

Estas especies se encontraron ampliamente representadas por individuos con diferente grado de crecimiento en las tres unidades muestrales implementadas en la Reserva y corresponden con lo observado en campo; igualmente especies como *Trophis caucana*, *Gustavia occidentalis*, *Nectandra acutifolia* se encuentran dentro de las diez especies con mayor dominancia expresado en la figura número 11.

Gustavia occidentalis se encontró ampliamente representada en la zona de recuperación natural y en la zona amortiguadora, indicando que a pesar del grado de intervención que sufrieron antiguamente estas áreas el bosque está en proceso de recuperación y los individuos encontrados tienen posibilidades de establecerse en los estratos más dominantes, pues según lo expresado por Calderón, *et al*, (2002) la familia Lecythidaceae (familia de la especie en mención) está representada principalmente por árboles que ocupan estratos superiores, siendo exclusivas de bosques antiguos con buena estructura y buen estado de recuperación, y muy pocas especies son capaces de reproducirse en hábitats perturbados.

Figura 9. Especies más abundantes en la Reserva Natural “El Rayo”, Municipio de Bolívar, Departamento del Cauca.



Según lo observado en la figura 9 el género *Inga* se encuentra entre las 10 especies más abundantes, lo cual es congruente con lo expuesto por Gentry citado por Daza y Suarez, (2009), expresando que es uno de los géneros que más se destaca a nivel Neotropical, alcanzando alturas de hasta 2500 msnm y reportando entre cuatro y nueve especies por muestra, en la mayoría de los sitios con una altura inferior a 2000 msnm.

- **Frecuencia.** Valores altos de frecuencia revelan que la especie tiende a presentarse en la mayoría de las parcelas eso implica que estas presentan una distribución homogénea (Jara, 2010). Las especies con mayor porcentaje de frecuencia y por lo tanto con una distribución espacial más homogénea correspondieron a *Trophis caucana (Pither) Berg* con 5.8%, *Nectandra acutifolia (R & P)* con 5.4% y *Gustavia occidentalis cuatrec* con 4.5%. (ver cuadro 2)

Cuadro 2. Especies más frecuentes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”

ESPECIE	% DE FRECUENCIA
<i>Trophis caucana (Pither) Berg</i>	5,8
<i>Nectandra acutifolia (R & P) Mez</i>	5,4
<i>Gustavia occidentalis cuatrec</i>	4,5
<i>Cordia sp</i>	4,5
<i>Piper sp</i>	4,5
<i>Geissanthus occidentalis cuatrec</i>	4,0
<i>Miconia caudata</i>	4,0
<i>cecropia angustifolia Trècul</i>	3,1
<i>Piper crassinervium HBK, Kunth</i>	3,1
<i>Guatteria aff goudotonia (R & P) Tulasne</i>	3,1

Los histogramas de frecuencia son otra forma de evaluar 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. Melo y Vargas, (2003).

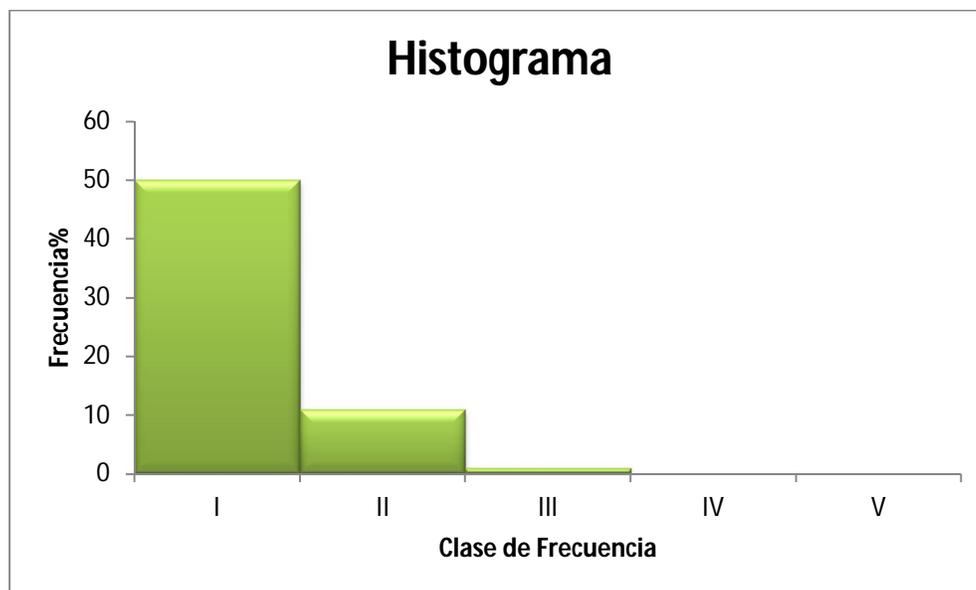
Lamprecht (1990), expresa que valores altos en las clases I y II indican heterogeneidad en la composición florística mientras que altos valores en las clases IV y V, corresponden a composición florística más homogénea. Según el histograma de frecuencias el bosque en estudio presenta una composición florística heterogénea, porque los valores más altos se concentran en las clases I y II, es decir que el 99% de las especies se encuentran presentes en

aproximadamente 12 sub-parcelas; lo cual es típico de bosques que encuentran en estado de regeneración y están caracterizados por poseer gran diversidad de especies. Lo contrario, si las especies se presentaran en la mayoría de las sub-parcelas es decir en las clases III y V indicaría que el bosque está representado por pocas especies tendiendo a la homogeneidad, lo cual es típico de bosques en estado avanzado de conservación. (Ver cuadro 3 y fig. 10).

Cuadro 3. Clases de frecuencia para las especies encontradas en 0.3 ha muestreadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

INTERVALO (Sub-parcelas)	CLASE	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
0-6	I	50	81
6-12	II	11	18
12-18	III	1	2
18-24	IV	0	0
24-30	V	0	0

Figura 10. Histograma de frecuencias para las especies encontradas en 0.3 ha muestreadas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

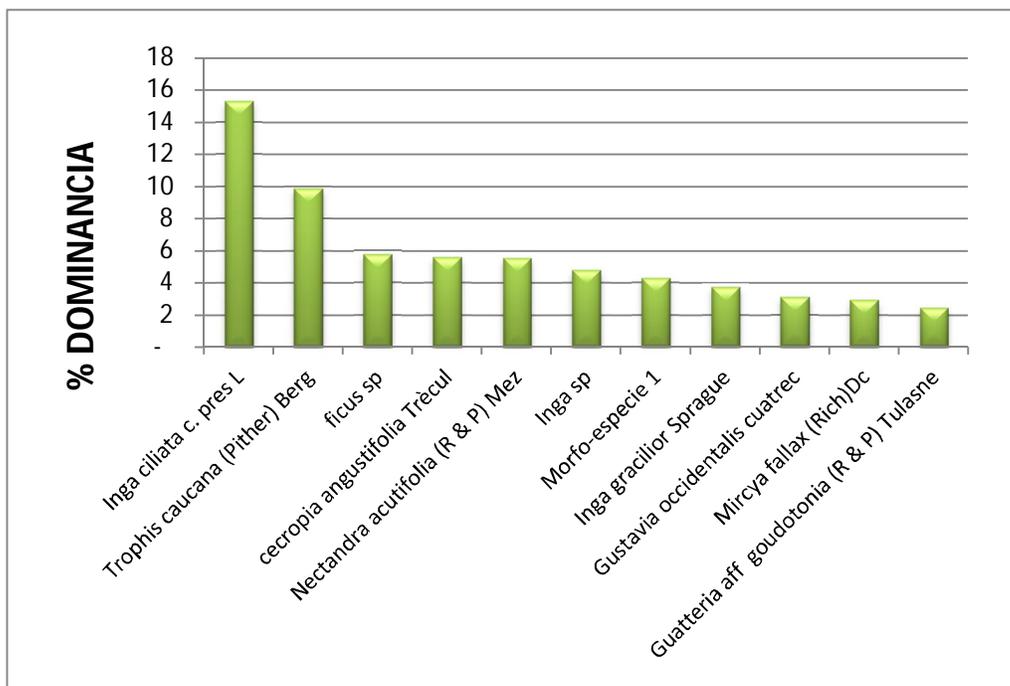


En general el gran número de especies con valores bajos de frecuencia está indicando una composición florística heterogénea para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” encontrando individuos de diferentes especies que hacen que

el bosque sea altamente diverso. Estos resultados son congruentes con la distribución diamétrica obtenida para el bosque.

- **Dominancia.** Para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”, las especies con mayor dominancia fueron *Inga ciliata* con 15.26%, *Trophis caucana* con 9.85%, y *Ficus sp* con 5.73%. (Ver anexo E y fig. 11).

Figura 11. Especies más dominantes en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”; Vereda Buenos Aires municipio de Bolívar Departamento del Cauca.

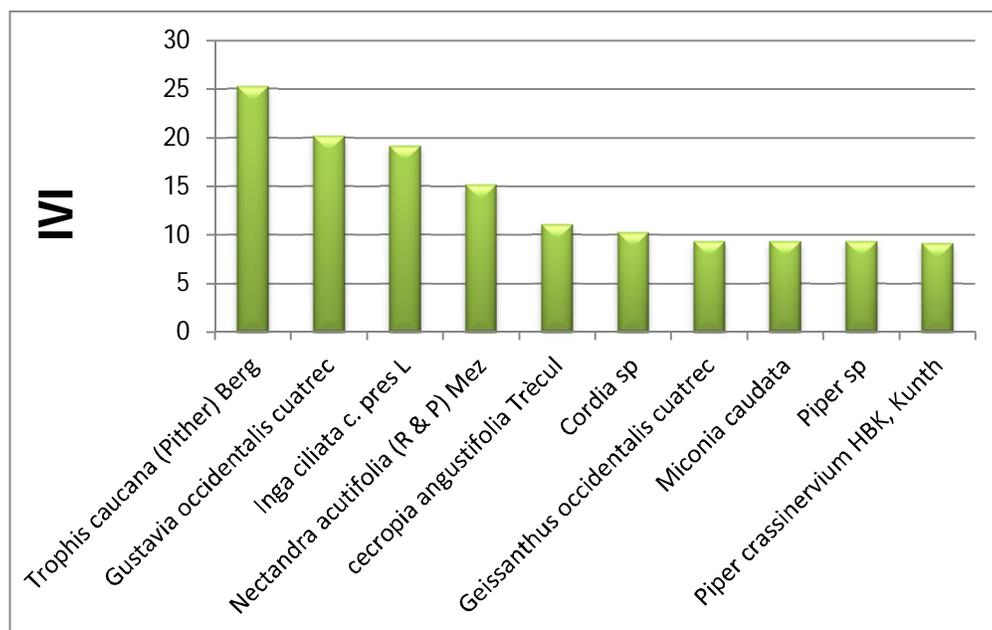


Para el bosque en estudio las especies pertenecientes al género *Inga* presentaron áreas basales superiores principalmente en las áreas mejor conservadas de la reserva (zona intangible y zona de recuperación natural) por lo que las ubica entre las más dominantes, aunque su abundancia y frecuencia no hayan sido muy representativas. Especies como *Trophis caucana* presentaron áreas basales menores pero se ubica entre las más dominantes por el gran número de individuos que la representan ocupando un mayor espacio en el bosque.

- **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 Melo y Vargas, (2003) y su valor depende de factores como el dap, el número de individuos y su distribución dentro de la muestra. Para el bosque las especies con mayor índice de importancia ecológica correspondieron a *Trophis caucana* con 25.28, *Gustavia occidentalis* con 20.17 e *Inga ciliata* con 19.10; las

cuales se encuentran entre las 10 especies con mayor porcentaje de abundancia, dominancia y frecuencia. En general la mayoría de las especies presentan un IVI no muy representativo para la zona de estudio. (Ver anexo E y fig. 12).

Figura 12. IVI para las 10 familias más importantes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



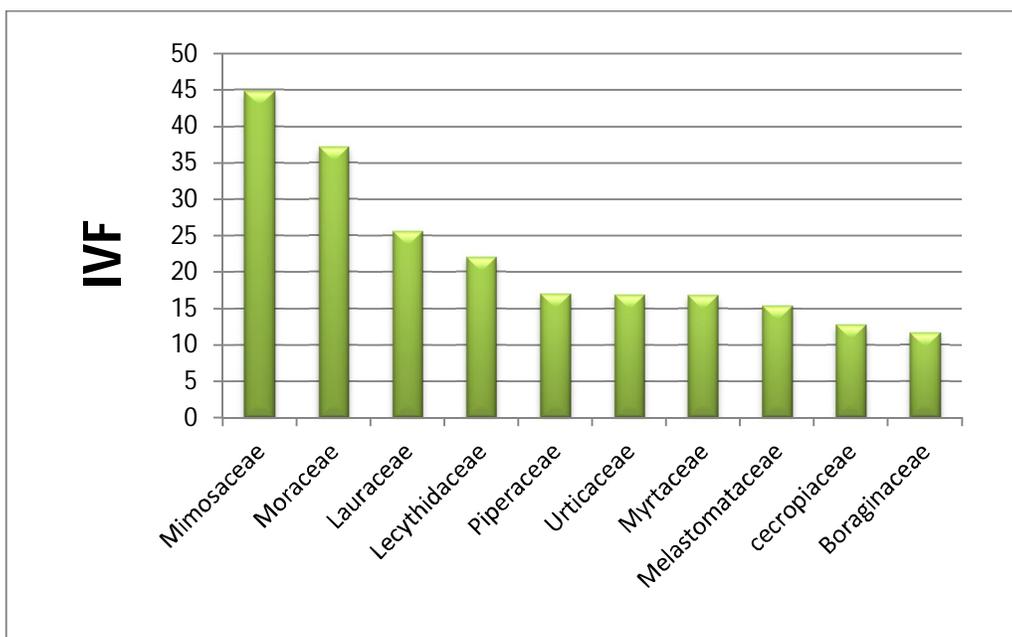
- **Índice de Valor de importancia para familias (IVF).** Las familias ecológicamente más importantes para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” fueron Mimosaceae con 44,82, debido a que presenta la mayor dominancia y valores altos de abundancia, Moraceae con 37,11, por ser la más frecuente y mostrar un porcentaje alto de abundancia y dominancia para el bosque y Lauraceae con 25,59, por ubicarse dentro de las 10 especies más abundantes, frecuentes y dominantes de la reserva (Ver fig. 13).

- **Cociente de mezcla.** La Reserva Natural Municipal “El Rayo” presenta un cociente de mezcla de 1:7,3; indicando que por cada especie encontrada se presentan aproximadamente 7,3 individuos. De acuerdo con el resultado se observa que el bosque estudiado tiende a la heterogeneidad y que sus especies encuentran altamente mezcladas, siendo típico de bosques en estados sucesionales tempranos con gran diversidad y riqueza de especies. En general no presenta variaciones muy grandes de CM, lo que sugiere que el bosque evaluado está representado por una gran diversidad de especies.

- **Distribución Diamétrica.** La distribución diamétrica para la reserva muestra que la mayor cantidad de individuos se encuentran en las clases I y II,

observándose una distribución en forma de “J” invertida (ver cuadro 4 y fig. 14), lo cual expresa que los individuos pertenecientes a estos rangos (0-20 y 21-40), son árboles de edades menores, que se encuentran en continuo crecimiento y regenerando constantemente el bosque.

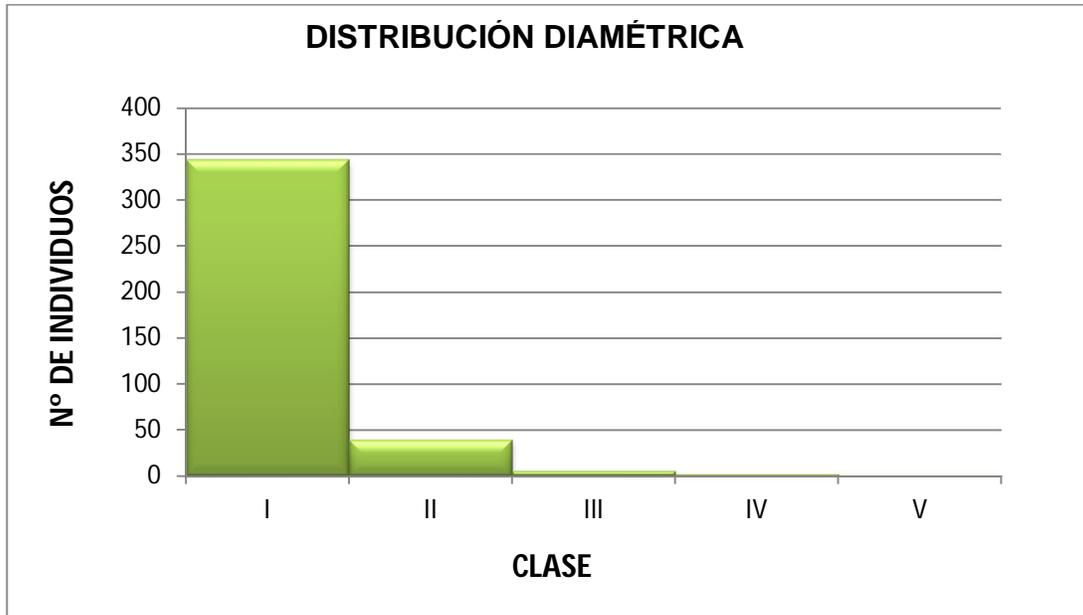
Figura 13. IVF para las 10 familias más importantes de la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



Cuadro 4. Distribución de individuos en clases diamétricas para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

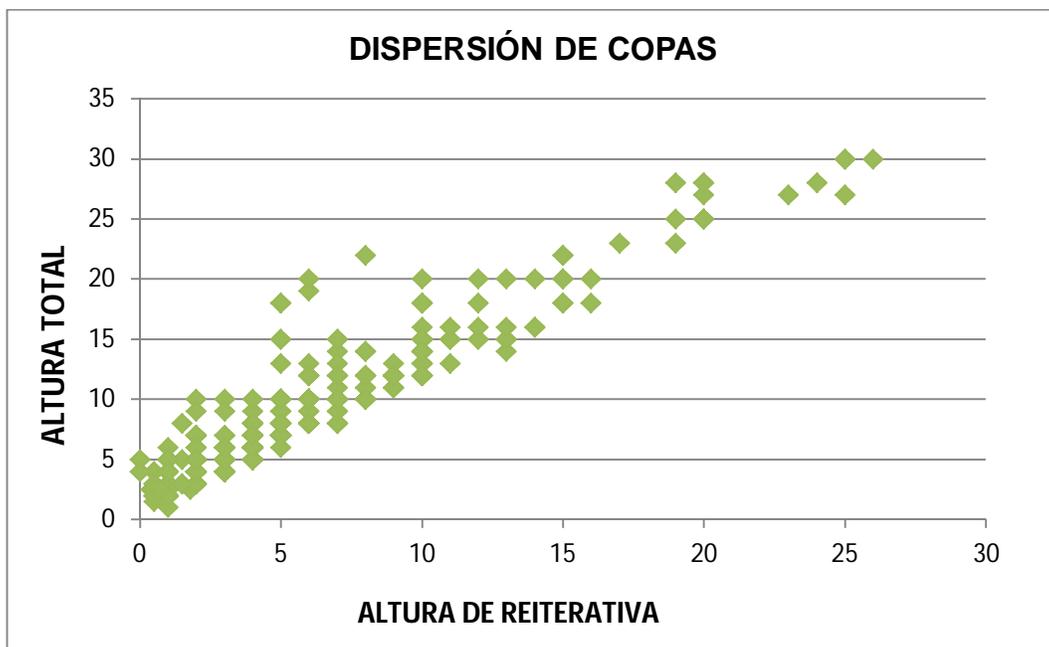
DISTRIBUCION DIAMETRICA		
CLASE	REANGO DAP (CM)	Nº DE INDIVIDUOS
I	0-20	344
II	21-40	40
III	41-60	6
IV	61-80	2
V	81-120	1

Figura 14. Distribución de individuos por clase diamétrica para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.



4.2.3 Estructura Vertical. Para evidenciar la presencia de estratos en la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se construyó un diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa en por Melo y Vargas, (2003). (Ver fig. 15)

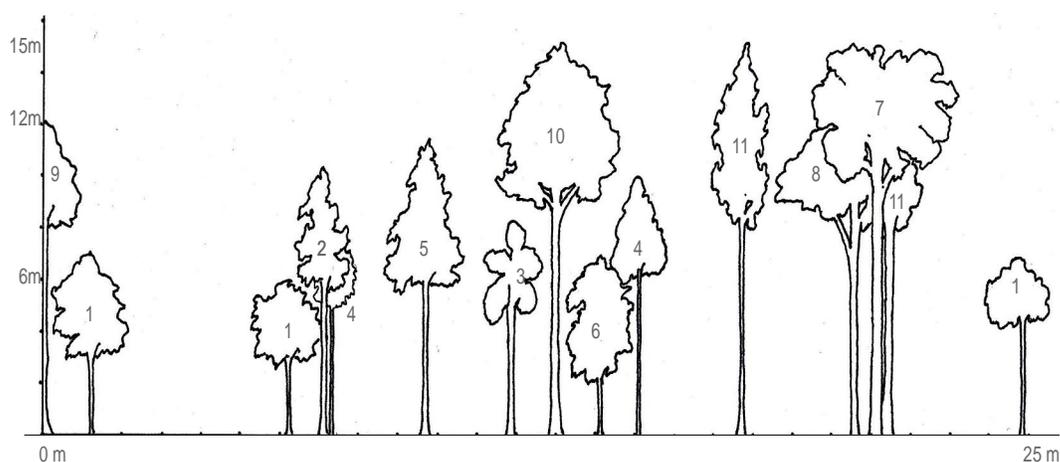
Figura 15. Diagrama de dispersión de copas para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”



En la figura 15, se observaron puntos aislados que revelan la existencia de individuos con alturas de hasta 30 metros que emergen a las partes más altas del bosque (dosel), donde captan mayores intensidades lumínicas permitiéndoles incrementar su tasa de crecimiento y desarrollo; aunque tienen buenas condiciones climáticas apropiadas para su desarrollo, no conforman un estrato debido a que están muy dispersos;

En la zona intermedia se encuentran agrupados un número representativo de individuos que conforman los primeros estratos del bosque (arbustivo y arbóreo); aunque en esta parte del ecosistema las condiciones de crecimiento varían, estos no son tan afectados, debido a que los árboles ubicados en las partes superiores son escasos, formando claros muy grandes que permiten el paso directo de luz hacia las partes bajas del bosque.

Figura 16. Perfil idealizado para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” ubicada en el Municipio de Bolívar Departamento del Cauca.



La numeración en el perfil corresponde a las especies más representativas del bosque: 1) *Gustavia occidentalis*, 2) *Miconia coronata*, 3) *Siparuna aspera*, 4) *Cordia sp*, 5) *Miconia caudata*, 6) *Cordia sp*, 7) *sp Urticaceae*, 8) *Urera caracasana*, 9) *Laportea sp*, 10) *Gustavia occidentalis*, 11) *Nectandra acutifolia*.

Las especies encontradas en el perfil de vegetación (Ver fig. 16) para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” presentaron alturas de hasta 15 metros y dap hasta de 24,35 cm. Se registraron en el estrato arbóreo 85 árboles que corresponden al 57.43% del total de individuos censados de los cuales las más abundantes correspondieron a las especies *Cordia sp*, y *Nectandra acutifolia*. Para el estrato arbustivo se registro 63 individuos correspondientes al 42.56% del total de individuos censados, encontrando que la especie más abundante fue *Gustavia occidentalis*.

La estructura vertical muestra que la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se encuentra en constante estado de regeneración, mostrando dos estratos el arbóreo y arbustivo lo cual indica que los individuos se encuentran en estado de crecimiento o esperando mejores condiciones de crecimiento para poder ascender al dosel, garantizando su continuidad.

4.2.4 Diversidad. Para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se evaluaron índices de diversidad alfa.

- **Diversidad alfa.** El índice de Margalef (8,08), muestra un valor alto respecto al estándar del índice (5), lo que indica que el bosque presenta una alta riqueza de especies. Esto se puede evidenciar en el hecho de que de los 392 individuos muestreados se extrajeron 62 clases de especies distintas, de las cuales 46 corresponden a árboles (altura mayor a 6 metros). A partir de aquí se puede afirmar que el bosque presenta un indicador de alta riqueza, ya que el valor obtenido está por encima de los valores de referencia establecidos por el índice, donde valores inferiores a 2 son considerados de baja riqueza específica y valores por encima de 5 como de alta riqueza. (Orellana, 2009)

El valor del índice de Shannon es de 3,55, lo cual indica que el bosque presenta una abundancia uniforme sin el predominio de una especie en particular. Esto se concluye según lo expuesto por Margalef citado por Magurran (1988), donde el índice de diversidad de Shannon suele ubicarse entre 1.5 y 3.5 y raramente sobrepasa 4.5; interpretando los valores de referencia: 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad. (Orellana, 2009).

El valor de uniformidad obtenido (0,86) para el bosque se acerca a 1, lo cual muestra un alto grado de equidad, mostrando que los individuos presentan una distribución uniforme entre las 62 especies halladas. Magurran, (1988) establece que la uniformidad ϵ utilizada en el índice de Shannon se sitúa entre 0 y 1.0, donde 1.0 representa la situación en que todas las especies son igualmente abundantes.

El valor de dominancia obtenido ($1-D= 0,95$) indica una baja dominancia, con una alta diversidad de las especies. De acuerdo al índice de Simpson entre el valor más se acerque a 1, la diversidad aumenta. (Ver cuadro 5).

Este índice reafirma las conclusiones relacionadas con la distribución uniforme de la abundancia de las especies (índice Shannon), donde se observó que no existen variaciones significativas entre cada una de las 62 categorías de especies encontradas.

La observación directa de la zona de conservación concuerda con los tres índices de riqueza, abundancia y dominancia antes analizados: Margalef, Shannon y Simpson respectivamente. Esto se corrobora con la presencia de una alta

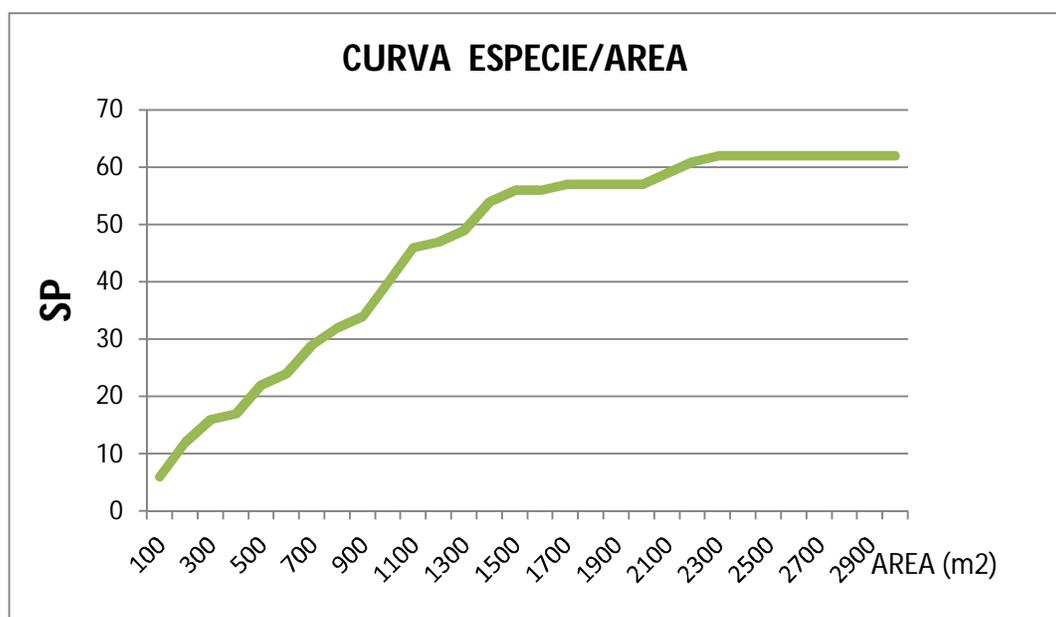
variedad de especies (62 en total), la distribución uniforme de los 392 individuos entre las 62 categorías, y la no presencia una o varias especies dominantes respecto a las demás.

Cuadro 5. Índices de diversidad alfa para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”

Índice de Margalef (Dmg):	8,08416123
Shannon-Wiener (H)	3,559560947
Homogeneidad (E)	0,862477597
Simpson (D)	0,0438359
Simpson (1/D)	22.812352

- **Curva de acumulación de especie-área.** La curva de acumulación de especies se construye a partir del número de individuos encontrados en el bosque; como se observa en la figura 17. La curva tiende a estabilizarse a partir de los 2.300 metros cuadrados, sin embargo si se ampliara el área de muestreo aparecerían nuevas especies que implicaría un nuevo crecimiento en la curva (Mostacedo, 2000). No obstante para este estudio el área muestreada permitió cumplir los objetivos planteados. (Ver fig. 17)

Figura 17. Curva de acumulación de especies para la Reserva Municipal “El Rayo”.



4.2.5 Pautas de conservación y manejo para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”

- **Establecer protocolos de acceso a la reserva.** Si bien el área protegida ha logrado un avance con la delimitación y aislamiento mediante el uso de alambrado; es conveniente que se establezcan condiciones de acceso: número de personas, manejo de residuos, zonas de acceso, medidas preventivas y la capacidad de carga turística, pues en su interior se hallan presentes relictos de bosque primario que deben ser protegidos.

La zona 1 es de alto riesgo para el acceso a los visitantes debido a la fuerte pendiente que presenta, por lo cual algunas de las propuestas planteadas para su uso como zona eco turística, o como área de estudio tienen que ser evaluadas cuidadosamente.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones es conveniente la construcción de área delimitada en la parte inferior de la reserva, a manera de sendero ecológico para las personas que necesiten hacer sus investigaciones o dar charlas educativas en el bosque

- **Negociar una vía de acceso al bosque.** Al momento de realizar el presente estudio existían dificultades relativas al acceso a la reserva que hacen necesario entrar a un proceso de negociación y consenso para delimitar zonas de acceso, considerando los usos actuales y potenciales de la reserva, evitando de esta forma causar daños al ecosistema.
- **Socializar el proceso de creación y conservación de la reserva a nivel local y regional promoviendo la protección del mono *Cebus Apella*.** Objetivo sensibilizar a la comunidad en relación con el trabajo de protección, y su importancia estratégica para la generación de agua, así como la protección del Mono *Cebus Apella* como especie con alto riesgo de desaparición por problemas endógenos y su consideración como amenaza para los cultivos de las fincas aledañas.
- **Establecer una zona de mitigación en todo el perímetro de la reserva.** Es conveniente negociar el establecimiento y la definición de reglas de uso de una franja de protección en las fincas aledañas a la reserva, promoviendo el uso de técnicas que favorezcan la regeneración de arbustos y árboles.
- **Promover la implementación de fincas piloto demostrativas con orientación ecológica.** El fortalecimiento del proceso conservacionista debe ser impulsado desde la comunidad misma, haciendo uso de la demostración como mecanismo de vinculación voluntaria al proceso. Por ello es conveniente que conjuntamente comunidad, autoridades ambientales promuevan la implementación

de iniciativas productivas particulares amigables con el medio ambiente, de carácter voluntario, que puedan ser usadas como casos de éxito, y que a su vez promuevan el proceso de producción sostenible.

- **Delimitar la reserva con cercas vivas usando árboles nativos.** Se hace con el objetivo de evitar la invasión de la zona por ganado con afectación a las fuentes de agua, y evitar la reposición periódica del cerco de protección.
- **Ampliar la zona de conservación.** En una fase inicial la ampliación de bosque puede lograrse mediante el establecimiento de corredores biológicos entre fragmentos de vegetación existentes en las fincas aledañas, en proceso de regeneración, que faciliten el tránsito seguro de la fauna. Posteriormente, según la evolución del proceso, ampliar la zona de protección al área oriental del Cerro de Lerma en las veredas de Paraíso y Las Guacas, adquiriendo tierras que por sus características representan un importante ecosistema en alto riesgo de extinción.

5. DISCUSIÓN

5.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

El bosque que hoy se conoce como Reserva Natural Municipal “El Rayo”, sufrió en el pasado constantes degradaciones debido principalmente a las presiones de la economía doméstica de familias asentadas en la zona. Esta situación causó daños importantes al ecosistema, afectando los manantiales de agua, y poniendo en situación de amenaza la supervivencia de las especies de flora y fauna existentes, especialmente la del mico *Cebus apella*, como valor de conservación, el cual era cazado por invadir los cultivos establecidos en el área.

Con las fuentes de agua en alto riesgo de amenaza por las diferentes formas de intervención antrópica, la comunidad dio inicio a uno de los procesos más relevantes de la zona en el tema de la conservación en las veredas de Buenos Aires, Las Guacas, y veredas aledañas pertenecientes al corregimiento de Lerma, que condujeron a la consolidación como Reserva Natural Municipal “El Rayo”, dentro del cual se tienen aisladas 31 ha, con un número importante de valores naturales de conservación.

Uno de los aspectos a destacar del proceso es que se haya gestado desde el interior de la comunidad, como una iniciativa de conservación del agua como valor ambiental de gran importancia que impacta transversalmente la vida cotidiana y la economía de toda la población. Al ser un proceso que responde a una necesidad específica de la comunidad, existe un alto sentido de compromiso y un importante avance en el cambio de actitud y aptitud respecto a la generación de conciencia ambiental. Esta es una de las fortalezas que necesita ser realimentada con el concurso de otros actores externos, para garantizar su continuidad futura, posibilitando que la reserva continúe con su proceso de restauración.

Dentro de una visión prospectiva, se hace necesario generar proyectos y estrategias de conservación que refuercen la participación de la comunidad, pues es ella quien interactúa constantemente con el territorio y sus recursos, y quien tiene en su poder la posibilidad real de avanzar en el proceso de conservación. Dada la importancia estratégica para la consolidación como proyecto demostrativo para otro tipo de iniciativas de la región, es conveniente la participación interinstitucional en temas tan importantes como: la adquisición de tierras para la ampliación de la zona de conservación, la capacitación a la comunidad sobre temas de conservación y mantenimiento, la dotación de equipos en instrumental para la atención de posibles incendios, la complementación de nuevos estudios académicos y científicos sobre el ecosistema, el establecimiento de proyectos productivos alternativos que minimicen la presión antrópica, entre otros que puedan surgir dentro del proceso.

Igualmente es de resaltar la existencia de otros proyectos de conservación ambiental en donde son las comunidades quienes son los gestores y protagonistas del proceso; que a pesar de no ser representativas en su tamaño, ostentan como una de sus grandes fortalezas el alto grado de conciencia ambiental que se da en ellas.

Dentro de estos esfuerzos destacamos la consolidación de la Red de Reservas Campesinas de la cuenca Río Piedras, Municipio de Popayán celebrado entre el Fondo Para La Acción Ambiental y La Niñez, y la Fundación Río Piedras. Entre las reservas que conforman esta red se encuentran “La Reserva El Naranjal”, ubicada en la vereda los laureles con una área de 21.83 ha, cuenta con las quebradas Agua Colorada y Los Robles y dos nacimientos de agua; “La Reserva Los Laureles” con un área total de 20.2 ha y 3 nacimientos de agua y un humedal; y “La Reserva El Oasis” ubicada en la vereda Las Guacas con una área total de 33 ha, compuesta por una zona de conservación con diversidad de especies entre las que se encuentran el Aguacatillo, Cordoncillo, Sauco y Lechero, y una zona de amortiguación que incluye siete nacimientos de agua, cuatro humedales y un sendero ecológico.

Estas iniciativas también están presentes en otros municipios como Bugalagrande en el Departamento del Valle, en donde al igual que lo realizado por el municipio de Bolívar en el Departamento del Cauca para la adquisición de predios que conforman la Reserva Natural Municipal “El Rayo”, realizan una inversión constante en la adquisición de predios colindantes a la zona denominada como estrella hídrica del río Bugalagrande, con el fin de garantizar el abastecimiento hídrico municipal. Aunque estos predios requieren información para su declaratoria como área protegida y la formulación de lineamientos de manejo, se adelantan procesos de participación comunitaria entre los que se incluyen la formulación del plan de desarrollo municipal, POMCH del río la Paila, avances en la formulación del POMCH del río Bugalagrande y convenios agroforestales para la zona entre otros.

5.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida según Holdridge (2000), la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se define como un Bosque seco premontano (BspM), situándose dentro del rango altitudinal entre los 1000 y 2000 msnm, y según Cuatrecasas (1958) se define como una selva Subandina ubicándose dentro del rango de los 1000 a 2400 msnm; esto confirma la categorización realizada por Burbano y Peña (2009) en caracterización del hábitat y estructura demográfica del mico maicero ***Cebús Apella*** para la misma zona.

La riqueza encontrada fue de 30 familias y 62 especies, lo cual es similar a los resultados expuestos por Burbano y Peña (2010), con 33 familias y 56 especies, para la misma zona de estudio.

El mayor índice de valor de importancia (IVI) lo obtuvo la especie *Trophis caucana*, perteneciente a la familia Moraceae con un valor de 25,28 del total de las especies encontradas en la reserva. Su frecuencia fue la más alta comparada con las demás especies encontradas y presentó un mayor predominio fisonómico en la zona. Sin embargo los valores de IVI para el bosque no fueron muy significativos debido a que la reserva se encuentra en su mayoría en estado de regeneración y las especies que poseían una mayor área basal, por no conocer su identificación botánica, fueron clasificadas como Morfo-especies y analizadas individualmente, sin que se presentaran grandes diferencias en el IVI.

A pesar de que el género *Miconia* es considerado como uno de los más diversos para elevaciones medias, y además como indicador asociado con áreas de crecimiento secundario (Alcázar, 2003), los resultados obtenidos para la reserva muestran su presencia en el bosque, pero no corroboran su abundancia ni su dominancia en los estratos arbóreo ni arbustivo.

Las especies *Lacistema aggregatum*, *Myrsine guianensis* y *Palicourea thirsiflora* se caracterizan por ser conspicuas de estadios sucesionales tempranos (Giraldo y Cañas citado por Jara 2010). Dos de estas especies se encuentran presentes en la reserva; *Lacistema aggregatum* y *Palicourea thirsiflora*. Esto corrobora lo expuesto anteriormente debido al estado de recuperación en que se encuentra el bosque después de haber estado sometido a presiones antrópicas por años.

Para Gentry citado por Jara (2010) las familias Piperaceae y Melastomataceae se hallan bien representadas en bosques de elevaciones medias, prevaleciendo en las formas de árboles y arbolitos. Para el bosque en estudio las familias Piperaceae y Melastomatáceae se encuentran dentro de las diez familias más importantes ocupando el tercer y octavo lugar respectivamente en abundancia de especies, por lo que se constituyen como elementos importantes en la composición florística del bosque.

Rangel (1997) manifiesta que la selva subandina está representada por familias como, Euphorbiaceae, Lauraceae, Leguminosaceae, Melastomataceae y Rubiaceae. Lo cual concuerda con las familias encontradas en la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

En el Neotrópico al menos nueve familias Fabaceae, Lauraceae, Annonaceae, Rubiaceae, Moraceae, Myristicaceae, Meliaceae, Araceae, Euphorbiaceae y Bignoniaceae contribuyen con cerca de la mitad de la riqueza de especies de tierras bajas (Jara, 2010). En la Reserva Natural Municipal “El Rayo”, al menos cuatro de estas familias se encuentran dentro de las diez familias más representativas valoradas en el IVF.

Para Gentry citado por Jara (2010), los bosques andinos de bajas elevaciones hasta los 1500 m presentan elementos florísticos semejantes a los bosques

amazónicos de tierras bajas donde Mimosaceae es la familia más grande seguida de Moraceae. Esto corrobora lo hallado en la reserva natural “El Rayo”, siendo la familia Mimosáceae la de mayor peso ecológico, con un 44,82%, seguida de Moraceae con 37,11%, del total de las familias halladas. Esto obedece a que las especies que representan estas familias poseen alta dominancia generada por el tamaño de su área basal.

La familia Lauraceae ocupa el tercer lugar de importancia para las familias con un 23,71; esto es similar con lo encontrado por Alcazar (2003) en dos fragmentos de bosque subandino (Alto Genara y las Guacas) en el valle interandino del río Cauca donde Lauraceae ocupa el segundo lugar de importancia de acuerdo a los resultados obtenidos para el índice de valor de familias (IVF).

La distribución diamétrica muestra la forma de una “J” invertida que caracteriza los ecosistemas boscosos heterogéneos o con una alta tendencia a la heterogeneidad (Melo y Vargas, 2003). La tendencia a agrupar la mayoría de individuos jóvenes en las clases menores permite inferir que el bosque se encuentra en estado de regeneración. Esto confirma lo expuesto por la comunidad de Buenos Aires, al afirmar que las actividades de extracción de leña, pastoreo de ganado, y tala del bosque para el establecimiento de cultivos sobre todo en las partes bajas, realizadas antiguamente por los moradores del lugar, ya no son permitidas dentro de los límites del área conservada, lo cual garantiza que el ecosistema permanezca en un proceso constante de recuperación y regeneración de su población boscosa.

Según Schulz citado por Jara (2010), la distribución diamétrica en forma de “J” invertida indica que hay un mayor agrupamiento de individuos en las clases inferiores, disminuyendo significativamente el número de individuos a medida que se incrementa el diámetro e infiriendo que el bosque en estudio presenta un patrón típico de los bosques tropicales.

El cociente de mezcla no exhibe valores altos, indicando que la Reserva Natural Municipal “El Rayo” presenta una tendencia hacia la heterogeneidad y que sus especies están altamente mezcladas. Los resultados obtenidos para el bosque en estudio fueron similares a los encontrados por Jara (2010) en caracterización florística de un relicto de bosque subandino en el municipio de Santander de Quilichao.

La curva especie-área muestra el número de especies en función del área de muestreo. Al observar el comportamiento de la curva esta tiende a estabilizarse, lo que indica que se tiene una buena representación de las especies en la reserva.

La reserva presenta valor de Shannon ($H' = 3,55$) y Simpson ($1-D = 0,95$) lo que afirma que presenta una importante riqueza de especies (62) y una baja dominancia, lo que se ratifica con los bajos valores de valor de importancia de

especies; es similar con el estudio de caracterización florística de un relicto de bosque subandino en el Municipio de Santander donde cada uno de los fragmentos obtuvieron valores de 3,38 y 304 en la cual no se presentó una marcada dominancia, ni valores altos de IVI.

Para el bosque en estudio los índices de alfadiversidad indican que es un área con tendencia a la heterogeneidad y rico es especies. Esto puede obedecer a que estos sitios se encuentran en procesos de restauración, y sus especies se encuentran en constante crecimiento y desarrollo; además el bosque es una zona aislada donde la comunidad no permite desarrollar actividades agropecuarias que incidan en la conservación del ecosistema de la reserva.

El valor del índice de Simpson (0,046), indica que la diversidad del bosque es alta. Lo que puede ser producto de la regeneración que está ocurriendo en la reserva.

La riqueza de especies encontradas en los sitios de estudio es alta si se compara con otros fragmentos de vegetación Subandina del Departamento del Cauca, como el bosque de Pescador Caloto, los Robles Timbío, (Ver cuadro 6); lo que permite afirmar que la riqueza de especies y la diversidad florística incrementa con el área Mac Artuhur & Wilson citado por Alcázar (2008), o guardan una relación directa con ella, particularmente porque se presenta mayor diversidad de recursos de hábitats capaces de albergar gran número de especies y poblaciones de mayor tamaño.

Cuadro 6. Comparación de la riqueza florística entre diferentes áreas de bosque Subandino del Departamento del Cauca.

Sitio	Altura (msnm)	Total especies	Total individuos	Autor
Pescador, Caloto	1540	14	101	Cajas, (1997)
La Rejoja, Popayán	1750	29	856	Bolaños et al, (2002)
Los Robles, Timbío	1750	35	185	Gutiérrez & Rojas,(1996)
RNM "El Rayo", Bolívar	1547-1672	62	392	Gómez & Perafán, (2011)

6. CONCLUSIONES

La zonificación realizada para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” arrojó tres zonas de conservación, categorizadas de acuerdo al Decreto 622 de 1977 (norma que reglamenta parcialmente el capítulo V título II parte XIII del Decreto Ley 2811 de 1974); la primera zona se denominó “**zona intangible**” (**ZI**), caracterizada por la presencia de individuos con fustes gruesos, debido a la poca intervención que ha tenido el bosque en la parte alta, por lo cual aún conserva relictos de bosque primario. La segunda zona se denominó “**zona de recuperación natural**” (**ZRN**), caracterizada en su mayoría de individuos con fustes delgados con relación a la zona 1 (diámetros $\leq 10\text{cm}$), y abundante número de especies; de lo que se concluye que esta área ha sufrido degradación y actualmente se encuentra como un bosque joven en estado de regeneración y crecimiento. La tercera zona se catalogó como “**zona amortiguadora**” (**ZA**), presentando individuos con fustes gruesos y delgados en proporciones similares, con presencia de cultivos y rastrojos, encontrándose también en estado de regeneración.

Las especies con mayor importancia ecológica para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” fueron (*Trophis caucana*) de la familia Moraceae, (*Gustavia occidentalis*) de la familia Lecythaceae e (*Inga ciliata*) de la familia Mimosaceae lo cual se corrobora por la abundancia y la frecuencia que poseen dentro del área estudiada.

La distribución diamétrica arrojada para el bosque en estudio concluye que la mayoría de las especies encontradas se agruparon en las clases bajas por lo que se está garantizando que habrá individuos que reemplacen los árboles más viejos cuando perezcan. Además es un indicador de que la reserva está en continuo proceso de regeneración y garantiza su permanencia en el tiempo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de diversidad alfa para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” se encontró que es un bosque con una alta diversidad, con tendencia a la heterogeneidad. La curva de acumulación de especies muestra que el área muestreada (0.3 ha) es el tamaño óptimo de muestreo para una buena representación de especies.

Uno de los aspectos a destacar es la importancia de la Reserva para la comunidad de la vereda Buenos Aires por los recursos hídricos de los que se abastece, que ha inducido a un proceso de conservación de una importante zona que alberga relictos de bosques y fauna silvestre. Los logros alcanzados a la fecha son el resultado de un largo proceso promovido y realizado por la comunidad de forma autónoma para la adquisición del terreno, su aislamiento, y la apropiación del área como zona de reserva con potencial de bienes y servicios ambientales para su propio bienestar.

El sentido de pertenencia de la comunidad hacia el proceso de conservación de la reserva es muy alto debido a que fue gestado desde su interior como resultado de necesidades transversales a toda la comunidad. Sin embargo, debido al largo recorrido de varios años, ha entrado en una fase de inercia, que obligan a que otros actores externos promuevan nuevamente una nueva dinámica que le permita retomar actividades en pro de su desarrollo futuro de manera sostenible.

El presente se constituye en el primer estudio especializado en el análisis de la estructura y composición del ecosistema boscoso existente con énfasis en la población de árboles y arbustos. Amplía el estudio de tesis de la caracterización del hábitat del mono *Cebus Apella*, en el que se abordaron aspectos puntuales de la flora relacionada con el hábitat del mono, sin pretender ser complementario de éste, a la vez que sirve como base para la realización de otros estudios a desarrollar en la zona.

Las aproximaciones al conocimiento del ecosistema de la reserva contenida en los dos trabajos de investigación antes mencionados, requieren ampliaciones y nuevos estudios, pues no existen antecedentes al respecto que puedan sustentar las iniciativas de conservación futuras, sobre todo de la parte alta que presenta bosque primario que aún no ha sido intervenido por los habitantes de la zona.

Existen evidencias y testimonios de que en el pasado existieron procesos de degradación de la parte baja de la Reserva debido a prácticas culturales y falta de conciencia ambiental como: extracción selectiva de madera para uso doméstico, caza de algunas especies animales, y los incendios forestales de las laderas del Cerro de Lerma, que a la fecha están medianamente controlados, pero que siguen representando una amenaza latente para la reserva, y cuyo panorama de riesgo es mayor si se tiene en cuenta que la reserva no cuenta con infraestructura ni personal capacitado para la atención de incendios.

Uno de los aspectos más importantes de este proceso a nivel comunitario, es la dinámica que se ha generado entre las comunidades de la zona, las cuales son sensibles a la problemática del agua, y consecuentemente, con las tareas de conservación. El impacto positivo de un proceso local exitoso contiene los elementos de base para generar un efecto ampliado con el cual se pueden iniciar nuevos procesos similares de esta forma mejorar las condiciones ambientales de otras regiones del sur del Cauca y del Macizo Colombiano, afectadas gravemente por problemas severos de deforestación y afectación de las cuencas hidrográficas.

7. RECOMENDACIONES

Promover el fortalecimiento de la Junta como ente organizativo de la reserva. La correcta gestión de la reserva y su futuro depende en gran medida del grado de organización, y de la fortaleza interna de la Junta de Manejo y sus integrantes para continuar con el proceso. Se requiere entonces de una serie de esfuerzos mancomunados de las instituciones para acompañarla con capacitaciones en temas puntuales como la elaboración y gestión de proyectos, socialización de otros tipos de experiencias exitosas, y en general la discusión y establecimiento de pautas para su sostenibilidad.

Promover la Reserva como centro de investigación. La continuidad del proceso requiere que la comunidad universitaria y científica regional y nacional lidere nuevos estudios que permitan avanzar en el conocimiento de este ecosistema, mediante el levantamiento de estudios de flora y fauna adicionales a los ya realizados. A la fecha existen dos estudios de base, incluido el presente, en los que se analiza desde ángulos distintos el ecosistema de la Reserva: el trabajo adelantado por las biólogas Lesly Burbano y Mayerli Peña relacionado con la caracterización del hábitat del mono Maicero ***Cebus Apella***; y el presente estudio que trata de la caracterización florística; sin embargo requieren ser complementados con nuevos estudios desde las diferentes áreas del conocimiento, también comparados y eventualmente revaluados.

En este sentido la Universidad y los centros de investigación, acompañados de los organismos de protección ambiental tienen un rol importante en el soporte de los procesos locales de conservación y manejo.

Promover la cooperación interinstitucional en pro del mejoramiento de la reserva. Dado el interés manifestado por las alcaldías de Bolívar y Sucre, la CRC, la Universidad del Cauca, entre otras instituciones para participar del proceso, es conveniente que la Junta de Manejo de La Reserva defina como prioridad la institucionalización de un evento local, de periodicidad anual, en el que se evalué los logros y limitantes del mismo.

Integrar a la institución educativa Alejandro Gómez Muñoz en el proceso como organización local de formación y apoyo ambiental. La creación de conciencia ambiental es un proceso de largo plazo que requiere una labor pedagógica desde la escuela, con los padres de familia. Su radio de acción cubre la comunidad asentada en la zona de protección y su área de influencia, además cuenta con la infraestructura y representatividad para someter a debate el uso de prácticas culturales que pudieren resultar lesivas del medio ambiente y la naturaleza.

Fortalecer y revitalizar el proceso de conservación adelantado por la comunidad de manera autónoma. Existe un trabajo importante adelantado por la comunidad local en respuesta a unas necesidades particulares de abastecimiento de agua potable para consumo humano y para el uso agropecuario. Sin embargo es visible que el proceso ha entrado en una fase inercial, lo cual requiere abordarlo desde una perspectiva amplia de respeto a la naturaleza en donde se discutan y analicen algunas prácticas culturales arraigadas que permitan crear un ambiente de amistad con la naturaleza no solo de la comunidad local sino del ámbito regional.

Sería entonces conveniente poner como tema de discusión ampliada con la comunidad de Buenos Aires, como de los demás veredas del corregimiento practicas en el manejo de la tierra, el uso de insumos químicos, el respeto por los recursos naturales: fauna, flora, recursos hídricos, la creación de zonas de mitigación en las fincas aledañas, la reforestación de las cuencas.

Buscar alternativas de producción agrícola para los habitantes de la zona. En la actualidad la zona de conservación presenta fragilidades por intervenciones antrópicas en la parte colindante con la reserva, por ello es indispensable y urgente la implementación de proyectos productivos para evitar el daño del ecosistema protegido. Algunos de los proyectos que se han planteado como alternativas en los distintos espacios de discusión local son: la implementación de proyectos productivos frutícolas rentables no tradicionales, proyectos pecuarios bajo sistemas silvopastoriles, implementación de cercas vivas para la delimitación de las fincas y su uso posterior como bancos energéticos y maderables para la construcción de viviendas.

Implementar un centro de información y datos de la reserva. El acopio de información documental: estadística, cartográfica, bibliográfica, fotográfica, entre otras, es de vital importancia para la realización de estudios posteriores, y en general, para el conocimiento del ecosistema protegido. Este proceso puede ser asumido localmente o con el apoyo institucional.

Adelantar estudios concernientes a la capacidad de carga para la Reserva. Es de vital importancia que se realicen estudios que determinen el nivel máximo de visitantes que puede soportar la reserva sin dañar o causar grandes impactos al ecosistema si se desea que la reserva en un futuro se convierta en un parador turístico.

BIBLIOGRAFIA

ALCAZAR CAICEDO, Carolina. Evaluación de la vegetación y análisis multitemporal de dos fragmentos de bosque Subandino en el valle interandino del Rio Cauca, municipio de Popayán Cauca. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. 2003.

ALVIS GORDO, José Franco. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán, Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de Investigación TULL. Universidad del Cauca. 5 de junio de 2009.

BOLFOR; MOSTACEDO, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 2000.82p.

BURBANO MUÑOZ, Mayerlyn y PEÑA CHACÓN, Lesly Gissella. Caracterización del hábitat y estructura demográfica de una población del mico maicero (*cebus apella*) en la reserva de Lerma, Bolívar, Cauca, Colombia. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. 2009.

CALDERÓN, E., G. GALEANO & N. GARCÍA (eds.). 2002. Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

CAMPOS, Sofía y VELASCO, Ruby Esmeralda. Identificación de potenciales áreas de conservación a partir de unidades de paisaje en las veredas Loyola, EL Porvenir, La Entrada, La Aguada, las Delicias y Rio Negro, zona de amortiguación del parque Nacional Puracé, Municipio de San Sebastián Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias humanas y sociales. Departamento de geografía. 2005.

COLOMBIA. UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Elementos de Zonificación Reglamentación De Actividades Y Usos En Las Áreas Protegidas Del Sistema De Parques Nacionales Naturales De Colombia. Bogotá, D.C. Parques 2000. [En línea]. Disponible en <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/ElementosdezonificacinMayo27-Borrador.pdf>.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA (C.R.C). Levantamiento de composición florística del bosque. Popayán mayo 2001.

------. Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca hidrográfica de los ríos Sambingo-Hato Viejo, municipios de Bolívar, Mercaderes y Florencia, departamento del Cauca. Fundación Mamaskato. 2009.

CUATRECASAS, J. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia de ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1985. 268 p.

DAZA GARCES, Marisela y SUAREZ ORDOÑEZ, Carolina. Estructura, Composición y diversidad florística de dos bosques naturales en el Municipio de Buenos Aires, Departamento del Cauca, Colombia. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa Ingeniería Forestal. 2009.

GENTRY, Alwin H. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America. Washington DC. 1993. 895p.

GUARDIA, Fernando y ALBEROLA, Gabriela. Estructura de la vegetación del Parque Nacional Volcán Barú, Alto Respingo. Tesis de Biología Ambiental, Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 2005.

HOLDRIDGE R, Leslie. Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica 2000. 216p.

JARA TEJADA, Frenyiline. Caracterización florística de un relicto de bosque Subandino en el municipio de Santander de Quilichao, Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias naturales exactas y de la educación. Departamento de biología Popayán. 2010.

KREBS, Charles J. Estudio de la distribución y la abundancia, segunda edición. Instituto ecológico de recursos animales. Universidad de Columbia Británica. México D. F. 1985. 753 p.

LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Cooperación técnica República Federal de Alemania. Eschborn 1990.

MACIAS PINTO, Diego. VARONA BALCAZAR, Giovanni. MAMIAN LOPEZ, Laura Victoria y RAMIREZ PADILLA, Bernardo. El macizo colombiano. Diversidad, potencial y conservación vegetal. Universidad del Cauca. 2007. 141p.

MAGURRAN, Anne E. Diversidad ecológica y su medición. .ediciones Vedra.1988. 191p.

MAHECHA VEGA, Camilo Emilio. Fundamentos y metodología para la identificación de plantas. Lerner Ltda. Febrero de 1997 Santafé de Bogotá, D.C, Colombia.

MELO CRUZ, Omar A., VARGAS RÍOS, R. Evaluación ecológica y silvicultura de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. 238 P.

MENDOZA - CIFUENTES H. & B. RAMÍREZ - PADILLA. Plantas con flores de la planada. Guía ilustrada de familias y géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, fundación para la educación superior – Social, Fondo Mundial Para la Naturaleza.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Unidad de Parques subdirección administrativa y financiera auto 399 2007.

------. Manual guía para la declaración de áreas naturales protegidas del orden regional y municipal, Biocolombia. P.2.

------.Decreto 622 de Marzo 16 de 1977. [En línea] disponible en <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/DECRETO-622DEMARZO16DE1977.pdf>.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Base de datos. [En línea] disponible en <http://www.tropicos.org>. Febrero 2011.

MORENO, Claudia. Métodos para medir la biodiversidad .M&T – Manuales y Tesis SEA. Vol. 1.Primer Edición: 2001.

MUNAR MEDINA, Diana María. Caracterización florística y fisionómica de dos bosques Municipio de Santa Rosa, Bota Caucana, Colombia. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación. Departamento de Biología. 2006.

MURCIA GARCÍA, Uriel Gonzalo y RODRIGUEZ Carlos Hernando. Zonificación ambiental (ecológica y económica) en la amazonia colombiana. Revista colombiana amazónica [en línea] disponible en www.sinchi.org.co.

ORELLANA LARA, Jhosmar. Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Cochabamba, Bolivia. 2009. 40p.

PIAMBA GUERRERO, María Fernanda. VELASCO MENDEZ, Rosa Alexandra. Determinación de unidades de paisaje con el fin de establecer áreas y figuras de conservación relacionadas con el Parque Nacional Purace, sector puerto Quinchana, Municipio de San Agustín, Departamento del Huila. Convenio Universidad del Cauca, Parque Nacional Natural Purace. 2006.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT), para el Municipio de Bolívar Departamento del Cauca, 2007.

RAMIREZ PADILLA, Bernardo .Principios y métodos en la ecología vegetal. Unicauca - Icfes - Sed - Bid - ACCB- CRC Universidad del Cauca Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación Departamento de Biología Popayán 1995.

RANGEL CH, J. Orlando. LOWY C, Petter D. AGUILAR P, Mauricio. Colombia, diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de ciencias naturales. Universidad nacional de Colombia. Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Ministerio del Medio Ambiente. Santa fe de Bogotá 1997. Editorial Guadalupe Ltda. 436p.

SUARES NAVARRO, Álvaro E, HURTADO PEÑA, Germán y CARVAJAL LEMUS, FRANCISCO. Bosques de Colombia, memoria explicativa. IGAC-INDERENA-CONIF. Bogotá. 1984. 230P.

VILLOTA, Hugo. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Departamento Nacional de estadística. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Segunda edición Bogotá D.C, 2005.184p.

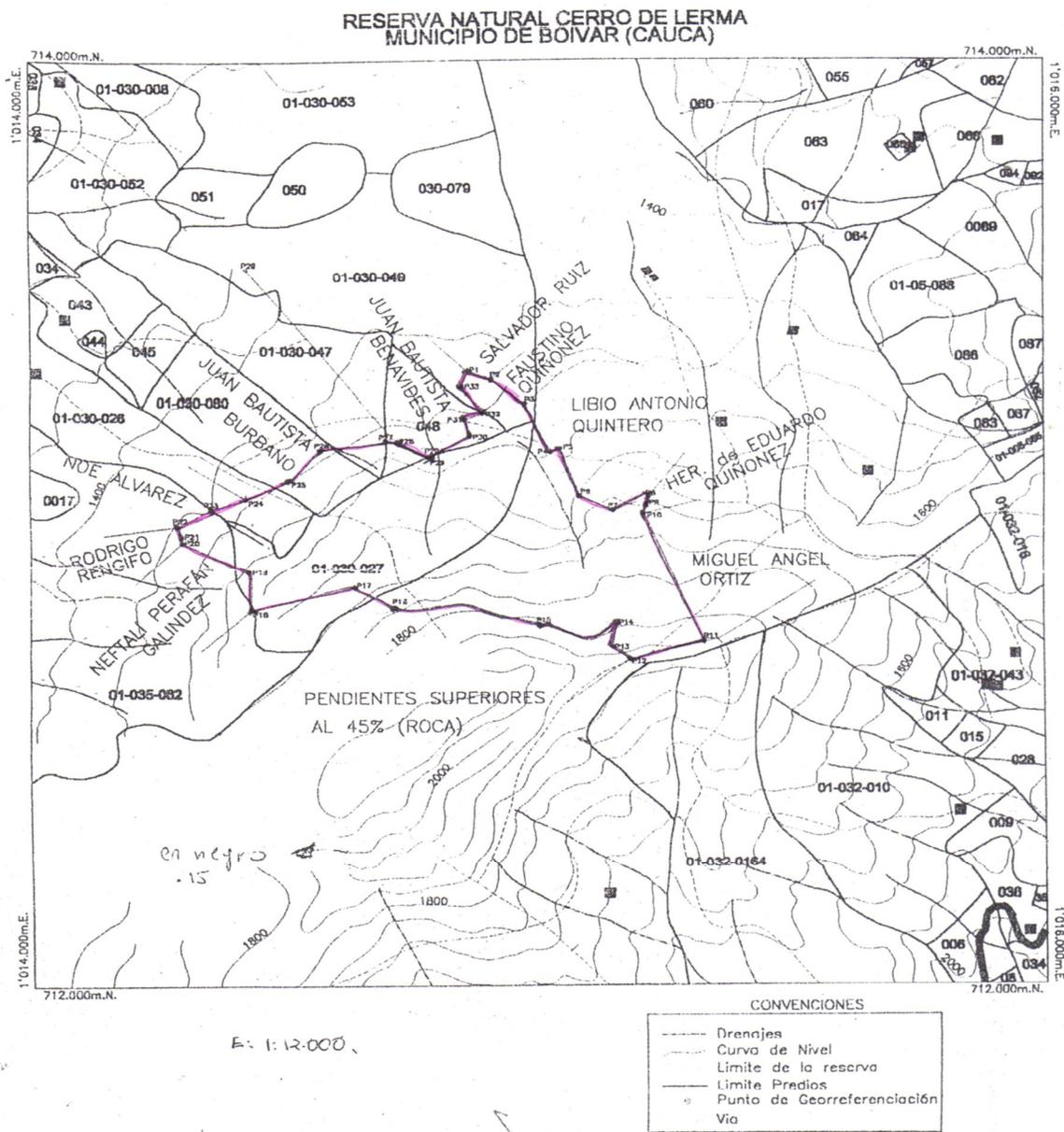
ANEXOS

Anexo A. Categorías de zonificación constituidas en el Decreto 622 de marzo de 1977.

CATEGORIAS DE ZONIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Zona primitiva	Zona que no ha sido alterada o que ha sufrido mínima intervención humana en sus estructuras naturales
Zona intangible	Zona en la cual el ambiente ha de mantenerse ajeno a las más mínimas alteraciones humanas, a fin de que las condiciones naturales se conserven a perpetuidad.
Zona de Recuperación Natural	Zona que ha sufrido alteraciones en su ambiente natural y que está destinada al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existió o a obtener mediante mecanismos de restauración un estado deseado del ciclo de evolución ecológica; lograda la recuperación o el estado deseado.
Zona Histórico-Cultural	Zona en la cual se encuentran vestigios arqueológicos, huellas o señales de culturas pasadas, supervivencia de culturas indígenas, rasgos históricos o escenarios en los cuales tuvieron ocurrencia hechos trascendentales de la vida nacional.
Zona de Recreación General Exterior	Zona que por sus condiciones naturales ofrece la posibilidad de dar ciertas facilidades al visitante para su recreación al aire libre, sin que esta pueda ser causa de modificaciones significativas del ambiente
Zona de Alta Densidad de Uso	Zona en la cual por sus condiciones naturales, características y ubicación pueden realizarse actividades recreativas y otorgar educación ambiental de tal manera que armonice con la naturaleza del lugar, produciendo la menor alteración posible.
Zona amortiguadora	Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas.

Fuente: www.parquesnacionales.gov.co

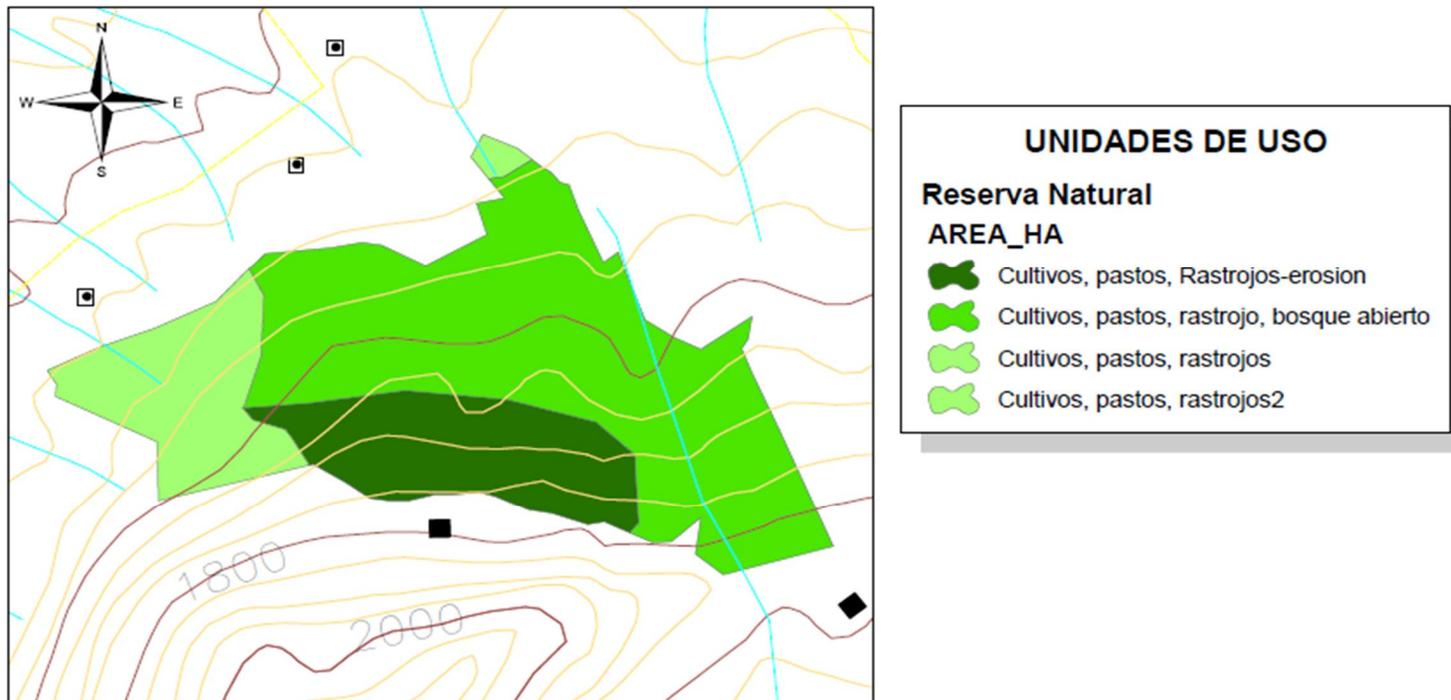
Anexo B. Mapa construido para la Reserva Natural Municipal "El Rayo".



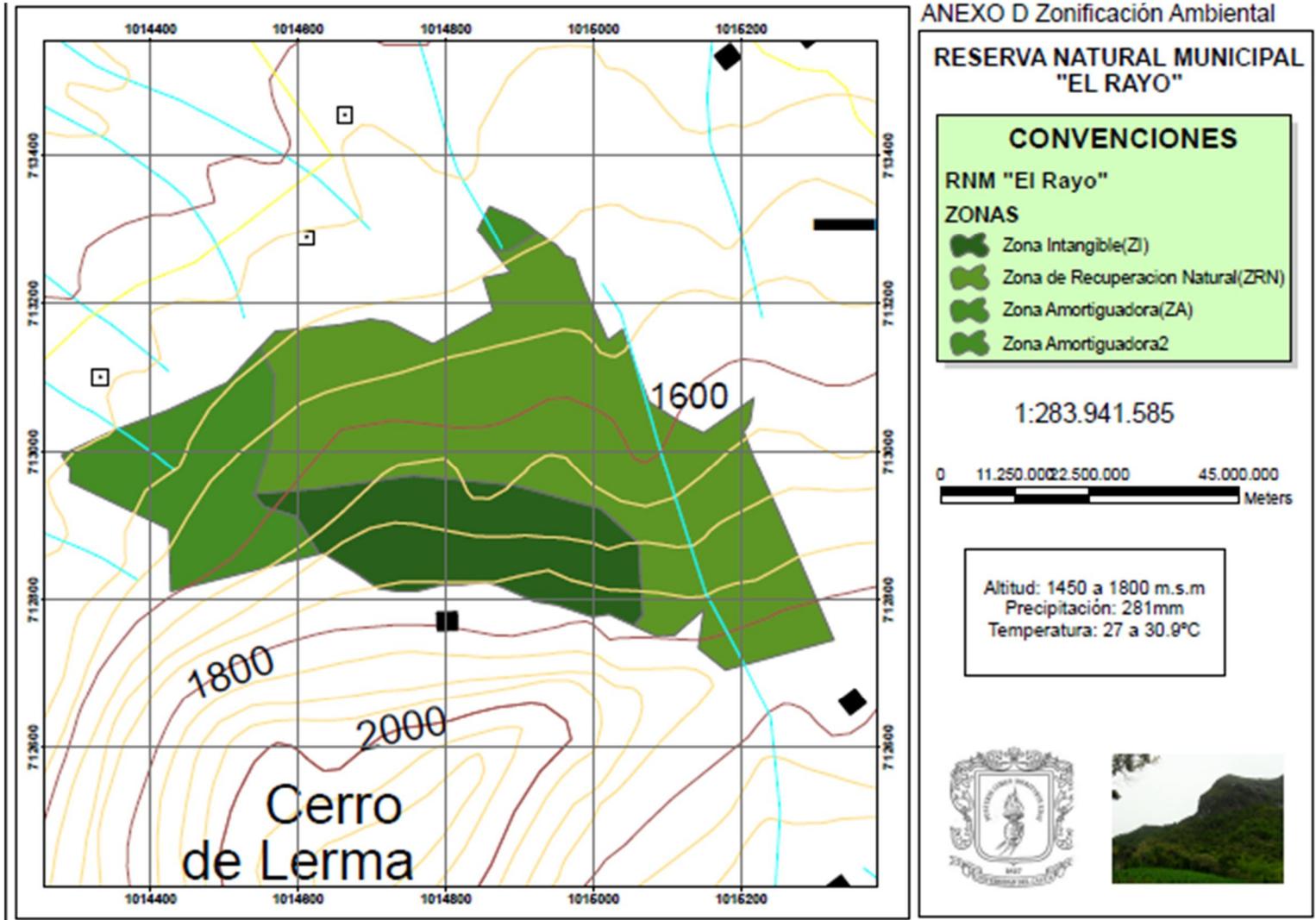
Fuente: comunidad de Buenos Aires

Anexo C. Zonificación ambiental previa, arrojada por el mapa de cobertura y uso del suelo del Departamento del Cauca y la imagen satelital LANDSAT para la Reserva Natural Municipal “El Rayo”.

RESERVA NATURAL MUNICIPAL EL RAYO



Anexo D. Zonificación ambiental para la Reserva Natural Municipal "El Rayo".



Anexo E. Evaluación de estructura horizontal para la Reserva Natural Municipal “El Rayo” Municipio de Bolívar Departamento del Cauca.

	ESPECIES	Ab	Ab %	F	F %	G	G %	IVI
1	<i>Trophis caucana (Pither) Berg</i>	37	9,44	43,33	5,83	0,74	9,85	25,12
2	<i>Gustavia occidentalis cuatrec</i>	49	12,50	33,33	4,48	0,23	3,06	20,05
3	<i>Inga ciliata c. pres L</i>	6	1,53	16,67	2,24	1,14	15,26	19,04
4	<i>Nectandra acutifolia (R & P) Mez</i>	16	4,08	40,00	5,38	0,42	5,55	15,01
5	<i>cecropia angustifolia Trècul</i>	9	2,30	23,33	3,14	0,42	5,56	10,99
6	<i>Cordia sp</i>	15	3,83	33,33	4,48	0,14	1,84	10,15
7	<i>Geissanthus occidentalis cuatrec</i>	14	3,57	30,00	4,04	0,12	1,61	9,22
8	<i>Miconia caudata</i>	12	3,06	30,00	4,04	0,16	2,10	9,20
9	<i>Piper sp</i>	17	4,34	33,33	4,48	0,03	0,34	9,16
10	<i>Piper crassinervium HBK, Kunth</i>	21	5,36	23,33	3,14	0,04	0,48	8,98
11	<i>Guatteria aff goudotonia (R & P) Tulasne</i>	13	3,32	23,33	3,14	0,18	2,45	8,90
12	<i>Inga gracilior Sprague</i>	11	2,81	16,67	2,24	0,28	3,69	8,74
13	<i>Inga sp</i>	6	1,53	16,67	2,24	0,36	4,78	8,55
14	<i>ficus sp</i>	3	0,77	10,00	1,35	0,43	5,73	7,84
15	<i>Urera simplex Wedd.</i>	11	2,81	20,00	2,69	0,15	2,02	7,52
16	<i>Mircya sp</i>	11	2,81	16,67	2,24	0,16	2,16	7,21
17	<i>Mircya fallax (Rich)Dc</i>	8	2,04	16,67	2,24	0,22	2,91	7,19
18	<i>Acalypha macrostachya jacq</i>	11	2,81	23,33	3,14	0,04	0,54	6,49
19	<i>Nectandra sp1</i>	7	1,79	23,33	3,14	0,09	1,25	6,18
20	<i>Neea divaricata poepp & Endl</i>	8	2,04	13,33	1,79	0,15	1,97	5,80
21	<i>morfoespecie 1</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,32	4,25	4,95
22	<i>Allophilus excelsus</i>	9	2,30	10,00	1,35	0,08	1,13	4,77
23	<i>Palicourea thyrsoflora (Ruiz & Pav) Dc.</i>	6	1,53	10,00	1,35	0,11	1,43	4,31
24	<i>Urera caracasana (jacq) Gaudich</i>	4	1,02	13,33	1,79	0,10	1,38	4,20
25	<i>Inga edulis Mart.</i>	5	1,28	13,33	1,79	0,05	0,64	3,71
26	<i>Saurauia brachybotrys (Turez)</i>	4	1,02	10,00	1,35	0,08	1,12	3,49
27	<i>Lacistema agregatum Sw</i>	4	1,02	10,00	1,35	0,08	1,01	3,38
28	<i>Morfo-especie 2</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,19	2,48	3,19
29	<i>sp-Urticaceae</i>	5	1,28	13,33	1,79	0,01	0,09	3,16
30	<i>Siparuna aspera</i>	5	1,28	10,00	1,35	0,04	0,50	3,12
31	<i>Pouteria sp</i>	5	1,28	10,00	1,35	0,03	0,38	3,00
32	<i>Psychotria elata (Sw) Hammel</i>	4	1,02	13,33	1,79	0,01	0,12	2,93
33	<i>Nectandra sp2</i>	4	1,02	10,00	1,35	0,04	0,50	2,86
34	<i>Solanum deflexiflorum bitter</i>	5	1,28	10,00	1,35	0,01	0,15	2,77
35	<i>Laportea sp</i>	4	1,02	10,00	1,35	0,03	0,34	2,71
36	<i>Miconia sp</i>	4	1,02	6,67	0,90	0,03	0,43	2,34

37	<i>Morfo-especie 4</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,11	1,43	2,13
38	<i>Morfo-especie 5</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,11	1,43	2,13
39	<i>Trichillia pallida sw</i>	2	0,51	6,67	0,90	0,05	0,67	2,08
40	<i>Graffienrieda cucullata (Tr) Wms</i>	3	0,77	6,67	0,90	0,03	0,40	2,06
41	<i>Morfo-especie 7</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,10	1,28	1,99
42	<i>sp-Anacardiaceae</i>	3	0,77	6,67	0,90	0,02	0,23	1,89
43	<i>Morfo-especie 9</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,08	1,06	1,76
44	<i>Morfo-especie 13</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,08	1,02	1,72
45	<i>Morfo-especie 3</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,06	0,86	1,56
46	<i>Picramnia gracilis</i>	2	0,51	6,67	0,90	0,00	0,02	1,42
47	<i>sp-Bombacaceae</i>	3	0,77	3,33	0,45	0,01	0,11	1,32
48	<i>Miconia coronata (Bonpl) Dc</i>	3	0,77	3,33	0,45	0,01	0,10	1,31
49	<i>Trichantera gigantea</i>	2	0,51	3,33	0,45	0,02	0,21	1,17
50	<i>Ormosia sp</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,03	0,45	1,15
51	<i>Citrus sinensis</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,02	0,26	0,97
52	<i>Morfo-especie 8</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,02	0,23	0,94
53	<i>Morfo-especie 10</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,02	0,22	0,93
54	<i>Morfo-especie 12</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,02	0,21	0,92
55	<i>Morfo-especie 11</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,02	0,21	0,91
56	<i>Morfoespecie 6</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,01	0,20	0,90
57	<i>sp-Rubiaceae</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,01	0,13	0,83
58	<i>Abuta sp</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,00	0,05	0,75
59	<i>Ladenbergia oblongifolia (Mutiz) L Anderson</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,00	0,03	0,74
60	<i>Billia rosea (planch & Linden)c.Ulloa & P. jorg</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,00	0,02	0,72
61	<i>Aegiphila novogranatensis Moldenke</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,00	0,01	0,72
62	<i>sp-Myrtaceae</i>	1	0,26	3,33	0,45	0,00	0,01	0,71
	TOTAL	392	100	743,33	100	7,4983	100	300

