

EVALUACION DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE UN  
BOSQUE SECUNDARIO EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA (CAUCA –  
COLOMBIA)

LUIS GONZALO OLARTE NUÑEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
VICERECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSTGRADOS Y RELACIONES  
INTERNACIONALES  
ESPECIALIZACION EN ECOLOGIA CON ENFASIS EN GESTION AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2009

EVALUACION DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE UN  
BOSQUE SECUNDARIO EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA (CAUCA –  
COLOMBIA)

LUIS GONZALO OLARTE NUÑEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en  
Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental

Asesor  
IF y Msc. Héctor Ramiro Ordóñez Jurado

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
VICERECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSTGRADOS Y RELACIONES  
INTERNACIONALES  
ESPECIALIZACION EN ECOLOGIA CON ENFASIS EN GESTION AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2009

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Asesor

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2009

## AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a DIOS Nuestro Señor que siempre esta presente en nuestras vidas y realizó el milagro de darme los hijos maravillosos que tengo y estar siempre al lado de toda mi familia.

A HECTOR RAMIRO ORDOÑEZ, por aceptar ser el asesor del presente trabajo y toda la colaboración que me presento para terminar el postgrado.

A los Jurados, Ing. LUZ AMALIA FORERO y AIDA LUCIA PATIÑO, quienes además de ser jurados fueron colaboradores de este trabajo aportando sus conocimientos para el mejoramiento del mismo.

A GUILLERMO CASTILLO, director del Postgrado en Ecología, por su colaboración y gestión ante la universidad para poder terminar el postgrado.

## DEDICATORIA

A mi esposa Maritza del Pilar Montufar Ricaurte y a mis hijos Catalina y Gonzalo Andrés, quienes con su apoyo y dedicación siempre estarán allí animándome y dándome fuerza para terminar felizmente todos los proyectos que emprenda.

A mis padres, que siempre estarán allí incondicionalmente con su voz de aliento y respaldo en todo lo que he de emprender.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 BOSQUE SECUNDARIO	17
2.2 SUCESIÓN SECUNDARIA	17
2.2.1 Factores que Afectan La Sucesión	18
2.2.2 Etapas En La Formación De La Sucesión	19
2.3 BOSQUE ALTOANDINO	20
2.4 BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO (BP-MB)	21
2.5 ORGANIZACIÓN DE LOS BOSQUES	22
2.5.1 Estructura	22
2.5.1.1 Estructura de Diámetros	22
2.5.1.2 Estructura de Alturas	24
2.6 DIVERSIDAD	25
2.6.1 Tendencia De La Biodiversidad	26
2.6.1.1 Medición de la Biodiversidad	26
2.6.1.2 Estudios de Biodiversidad Florística	26
2.6.2 Diversidad Alfa ( $\infty$ )	27
2.6.3 Índice de Valor de Importancia (IVI)	28
2.7 TECNICAS UTILIZADAS PARA MEDIR LA VEGETACION	28
3. METODOLOGIA	30

3.1 LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	30
3.1.1 Características Bioclimaticas	30
3.2 SELECCIÓN DE ÁREAS DE MUESTREO	33
3.2.1 Establecimiento de las Parcelas	33
3.2.2 Forma y Tamaño de las Parcelas	33
3.2.3 Mediciones de los Individuos	34
3.2.4 Inventario De La Vegetación	34
3.2.4.1 Ubicación de Áreas	34
3.2.4.2 Muestreo de la Vegetación	34
3.2.4.3 Estructura Diamétrica y de Alturas	35
3.2.4.4 Peso Ecológico	35
3.2.4.5 Abundancia o Densidad	35
3.2.4.6 Frecuencia	36
3.2.4.7 Dominancia	36
3.2.4.8 Distribución por Categorías Diamétricas y Altimétricas	36
3.2.4.9 Estimación del Volumen de Madera Total y Comercial	36
3.2.4.10 Diversidad	36
4. ANALISIS DE RESULTADOS	38
4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	38
4.2 PESO ECOLÓGICO	40
4.2.1 Abundancia Absoluta y Relativa	40
4.2.2 Frecuencia	41
4.2.3 Dominancia	42

4.2.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)	42
4.2.5 Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF)	44
4.3 ESTRUCTURA DIAMÉTRICA	45
4.4 ESTRUCTURA ALTIMETRICA	46
4.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE OGAWA	48
4.6 ESTIMACIONES DEL VOLUMEN DE MADERA TOTAL Y COMERCIAL	48
4.7 DIVERSIDAD ALFA	49
4.7.1 Coeficiente de Mezcla	49
4.7.2 Índice de Diversidad de Shannon-Weaver	49
4.7.3 Índice de Diversidad de Simpson	49
4.8 PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL	50
5. PROGRAMA DE MANEJO DE REMOCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL	51
5.1 CONTROL DE DESPEJE DE SERVIDUMBRE	51
5.2 DISPOSICIÓN DE DESECHOS VEGETALES	55
6. PROGRAMA DE COMPENSACIÓN FORESTAL	57
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	60



## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Registro de la información de especies leñosas tomadas campo	34
Tabla 2. Especies encontradas en un Bosque Secundario en el municipio de Santa Rosa	38
Tabla 3. Índice de Valor de Importancia de las especies en un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca -	40
Tabla 4. Índice de Valor de Importancia por Familias en un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca -	44
Tabla 5. Distribución Diamétrica de un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca -	45
Tabla 6. Distribución de Alturas de un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca	47
Tabla 7. Volumen de las especies a talar por hectárea	49
Tabla 8. Número de individuos, especies y familias de la vegetación leñosa menor de 2.5 cm.	50

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Localización del municipio de Santa Rosa – Cauca -	31
Figura 2. Localización general del área de estudio	32
Figura 3. Forma y Tamaño de las parcelas	34
Figura 4. Abundancia de especies en un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca-	41
Figura 5. Frecuencia de especies en un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca –	42
Figura 6. Dominancia de especies en un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca-	43
Figura 7. Índice de Valor de Importancia de las especies de un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca –	43
Figura 8. Distribución Diamétrica de un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca –	46
Figura 9. Distribución de alturas de un bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca –	47
Figura 10. Diagrama de Dispersión de Ogawa	48
Figura 11. Frecuencia Especies Menores de 2,5 cm. de AP	50
Figura 12. Situaciones en la riega e izado del escante	53
Figura 13. Esquema de Pórticos para evitar corte innecesario de Vegetación	54

## RESUMEN

Se evaluó la diversidad florística y estructural de un bosque secundario altoandino del municipio de Santa Rosa en el departamento del Cauca. En este bosque se registraron 444 individuos mayores de 2.5 cm de DAP, distribuidos en 56 especies y 31 familias en un área de 0.26 ha. Se determinó que las especies más abundantes son ***Inga codonantha***, ***Hyeronima antioquensis***, ***Guatteria amplifolia*** y ***Socratea exorrhiza***, las cuales representan el 37.38% del bosque. Las especies con mayor peso ecológico son ***Inga codonantha*** y ***Hyeronima antioquensis*** y las familias con mayor índice de valor de importancia son Euphorbiaceae, Palmae, Mimosaceae, Rubiaceae, Lauraceae y Annonaceae. El diagrama de dispersión de Ogawa muestra que 72,07% de los individuos están entre los 10 a 20 m de altura y de acuerdo a los índices de diversidad aplicados a los datos de campo, indican que este bosque presenta una alta diversidad.

## ABSTRACT

We evaluated the floristic and structural diversity of secondary forest in the Andean town of Santa Rosa in the department of Cauca. In this forest there were 444 subjects older than 2.5 cm DBH, distributed in 56 species and 31 families in an area of 0.26 ha. It was determined that the most abundant species are ***Inga codonantha***, ***Hyeronima antioquensis***, ***Guatteria amplifolia*** and ***Socratea exorrhiza***, representing 37.38% of the forest. Species with greater ecological are ***Inga codonantha*** and ***Hyeronima antioquensis*** and families with the highest value of importance are Euphorbiaceae, Palmae, Mimosaceae, Rubiaceae, Lauraceae and Annonaceae. The scatterplot of Ogawa shows that 72.07% of the individuals are between 10 to 20 m tall and with the diversity indices applied to field data, indicate that this forest has a high diversity.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los bosques son considerados como abastecedores de recursos tales como leña, madera y frutos entre otros. Los bosques alto andinos cuya principal función es la regulación y protección de fuentes hídricas, se constituyen en una reserva genética debido a la alta diversidad de especies.

En la zona andina colombiana se encuentra gran cantidad de bosques secundarios, los cuales han sufrido degradación debido a la ampliación de la frontera agrícola, ocasionando cambios significativos a los diferentes ecosistemas y en consecuencia la extinción o disminución de especies vegetales de gran importancia para el sostenimiento de las cuencas hidrográficas. Estos bosques son posteriormente abandonados y por sus características climáticas y de suelos, dan paso a la sucesión secundaria con características muy particulares tanto en la diversidad florística como en la estructura de los mismos.

En Colombia se conocen pocos trabajos que se refieren a la riqueza e importancia de este tipo de bosques, los cuales han sido fuertemente intervenidos a través del tiempo, existiendo aún muchas áreas sin estudiar.

Teniendo en cuenta esta problemática, estudios de tipo ecológico adquieren cada vez mayor importancia para localizar los problemas ambientales y poder presentar alternativas para el manejo sostenible de los recursos naturales renovables.

Sánchez y Velásquez (1997), afirman que los estudios sobre la vegetación de altura presentes en las montañas tropicales, están plenamente justificados ya que se trata de una de los ecosistemas más ricos y diversos en el ámbito mundial y a la vez uno de los bosques más sensibles y vulnerables a las perturbaciones humanas

La presente investigación se realiza con el objetivo de evaluar la diversidad florística y estructural del bosque secundario ubicado en el municipio de Santa Rosa (Bota Caucana) Departamento del Cauca, además de establecer el volumen por hectárea a talar para realizar el tendido de los cables de conducción, durante la construcción de la interconexión eléctrica a 230 kV Betania – Frontera, y de esta manera proponer pautas de manejo para la vegetación natural a apear que permita minimizar el impacto ambiental producido por este tipo de proyectos.

En el Bosque secundario objeto de estudio de aproximadamente 20 años de edad, se establecieron trece parcelas de 50 x 4 m, para un total de 2600 m<sup>2</sup> (0.26 Ha), donde se censaron los individuos con D.A.P.  $\geq$  2.5 cm, y se evaluó la estructura y diversidad florística, se recolectaron muestras botánicas las cuales se

identificaron en el Herbario Nacional Colombiano (COL) de la Universidad Nacional de Colombia y se realizaron estimaciones absolutas por hectárea para aquellos parámetros que lo permiten, utilizando técnicas estadísticas para analizar la validez de los resultados.

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que el Bosque secundario del municipio de Santa Rosa (Cauca), presenta una alta diversidad de especies, de acuerdo con los índices de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson 2,81 y 0,084 respectivamente. Se registraron 444 individuos distribuidos en 56 especies y 31 familias en un área de 0.26 ha equivalente a 1708 árboles por hectárea, se pudo determinar que las especies más abundantes son ***Inga codonantha***, ***Hieronima antioquensis***, ***Guatteria amplifolia*** y ***Socratea exorrhiza***, las cuales representan el 37.38%, contribuyendo al conocimiento de los bosques secundarios de la Bota Caucana, para su adecuado manejo.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 BOSQUE SECUNDARIO.

Según Lamprecht (1990), el concepto de bosque secundario abarca todos los estadios de la sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogenie, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosque climático. De acuerdo con Odum (1969) la sucesión es vista como una ocupación de un área por organismos involucrados en un incesante proceso de acción y reacción, que a través del tiempo da como resultado cambios en el medio ambiente y en la comunidad.

Para Lugo (1970) durante el proceso de sucesión está en acción la selección natural en las primeras etapas, las condiciones ambientales no favorecen a las especies del clímax, pero si son favorables a las especies de la sucesión temprana, las cuales poseen un alto grado de tolerancia al ambiente y a las características ecológicas muy distintas a las que se observan en las especies maduras.

Los bosques montanos tropicales de la zona andina colombiana, al igual que los demás países andinos han sufrido procesos de deforestación. De una extensión potencial de 184.710 km<sup>2</sup> de bosques montanos, se estima que queda solo el 10% (Henderson et al. 1991) y el 27% (Cavelier & Etter, 1995), para dar paso al uso agrícola y ganadero. Posteriormente en alguna de estas áreas se han establecido plantaciones forestales y otras fueron abandonadas, y en ellas se desarrolló un bosque secundario gracias a la lluvia de semillas desde los fragmentos de bosques remanentes a lo largo de las quebradas y en lugares de difícil acceso (Cavelier & Santos, 1999).

### 2.2 SUCESIÓN SECUNDARIA.

Según Odum (1985) en el proceso de sucesión cambian las especies y sus estrategias y también el sistema natural en el que ellas están inmersas. De esta manera, en etapas de sucesión temprana las especies tendrán formas muy eficientes de adaptación a condiciones severas, serán de tamaño pequeño (en cuanto a su área basal), su presencia va generando cambios en el ecosistema, incluso pueden llegar a producir condiciones adversas para su permanencia; otras especies van llegando y de esta forma el ecosistema también va cambiando, creando nuevos nichos y mayor complejidad.

Para Gomez-Pomba & Vásquez-Yanes (1985) afirman que a pesar de muchas investigaciones realizadas sobre la regeneración de las selvas especialmente en

el trópico húmedo, no ha sido posible construir un modelo general donde se explique el proceso de la sucesión vegetal, basado fundamentalmente en los ciclos de vida y sobrevivencia de los individuos vegetales en el tiempo y el espacio, debido a que esta es diferente y de complejidad variable según el ecosistema que se está regenerando.

Según Budowski (1961) la sucesión secundaria es un término usualmente aplicado a los procesos que se inician en áreas donde existía vegetación previamente, es decir antes de un disturbio o una renovación. Según Finegan (1993) la sucesión secundaria aparece sobre suelos desarrollados y sobre sitios que son abandonados después que su vegetación natural es completamente destruida. Estas sucesiones, entonces, se inician más comúnmente en tierras que son cultivadas durante un tiempo y luego se abandonan.

Finegan (1994) define el proceso de sucesión como el cambio en la estructura y la composición de la vegetación de un determinado bosque, de manera que a lo largo del tiempo, se encuentra en dicho sitio una serie de comunidades vegetales diferentes. A menudo, cada comunidad es de mayor estatura y biomasa, y contiene más especies, que la anterior.

De manera general, Finegan (1993) reconoce tres etapas sucesionales distintas en las primeras décadas: la primera dominada por especies herbáceas y arbustivas, de muy corta duración y árboles jóvenes a menudo ya presentes. La segunda dominada por especies arbóreas efímeras con posible duración de 10 a 20 años, para ser seguida de una tercera etapa dominada por las pioneras durables.

Según Fournier (1989), en las primeras etapas de la sucesión forestal los cambios en la composición florística, la fisionomía y la estructura de la vegetación ocurren con relativa rapidez. Pero después de cierto número de años, el bosque alcanza un determinado grado de estabilidad, que se manifiesta en un menor cambio en las características. El tiempo que tarda la sucesión para lograr la estabilidad depende mucho del grado de alteración que haya sufrido el suelo, de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de los árboles semilleros y de los medios y agentes de dispersión local.

2.2.1 Factores que Afectan La Sucesión. El desarrollo del bosque secundario no es uniforme debido a la influencia de varios factores (Gómez-Pompa & Vásquez-Yanes, 1985; Finegan, 1992).

- Fertilidad del sustrato
- El uso anterior del sitio, actividad, periodo de uso e intensidad de uso.



- La disponibilidad, estrategias de diseminación y distribución de fuentes de semillas; ya sean de bosque o de árboles aislados remanentes cercanos al sitio abandonado son indispensables para el desarrollo del bosque secundario.
- Características intrínsecas de las especies, como por ejemplo duración del ciclo de crecimiento y la eficiencia fotosintética.
- La acción del fuego, el paso del ganado, la actividad humana y el grado de degradación del sitio, retrasan el desarrollo de la sucesión secundaria.

Además es de gran relevancia, la relación de la fertilidad del suelo con el tipo de actividad que se haya desarrollado, así la intensidad de la misma.

2.2.2 Etapas En La Formación De La Sucesión. Bazzaz & Pickett (1988) indican que los desmontes en gran escala de bosques tropicales producen pérdidas de nutrientes y otras modificaciones en el suelo, especialmente si se han desmontado muchas veces son invadidas por malezas; la invasión de árboles es lenta debido a la competencia, a la distancia de las fuentes semilleros, a la ausencia de latencia prolongada o a que el hábitat es modificado en forma tal que la dispersión por los animales es escasa.

Cada tipo de perturbación tiene sus características propias, con relación en los cambios que producen sobre la biota; factor que influye en la composición florística al inicio del proceso de recuperación del ecosistema, que será fundamental en los cambios sucedidos a través del tiempo. Por ejemplo, una perturbación muy drástica que elimine prácticamente todos los propágulos del suelo dará un proceso sucesional largo y poco predecible, mientras en un pequeño claro de la selva habrá cambios rápidos y más predecibles. Las mismas características de la perturbación varían mucho, en término de su magnitud, historia del área, extensión de la superficie alterada y condiciones ambientales existentes durante la perturbación (Gómez-Pompa y Vásquez-Yáñez, 1985; Brown y Lugo, 1990).

El desarrollo de bosques secundarios pasa por varias etapas a lo largo de los años. Con referencia a las especies dominantes, Finegan (1992) describe las siguientes etapas de desarrollo para el bosque tropical:

Primera etapa: El sitio es invadido por plantas herbáceas, bejucos y arbustos, simultáneamente se desarrollan dos tipos de árboles:

- ❖ Especies de crecimiento muy rápido y de vida relativamente corta (efímeras) y de poco valor comercial.

❖ Especies de vida larga, principalmente heliófitas durables, de crecimiento rápido y de alto valor comercial.

Segunda etapa: Las heliófitas efímeras crecen rápido. La sombra generada suprime el crecimiento de las plantas herbáceas, bejucos y arbustos, que se encuentran debajo de esta y solo van a crecer aquellas especies que son tolerantes a la sombra.

Tercera etapa: Las especies pioneras van desapareciendo naturalmente, dejando así un bosque compuesto en su mayoría por especies de vida larga. Los árboles de crecimiento rápido alcanzan diámetros considerables, al mismo tiempo, especies esciófitas crecen más lentamente bajo su sombra.

### 2.3 BOSQUE ALTOANDINO

Según Yanine et al (1998), los bosques andinos comprendidos en una franja entre los 2900 y los 3800 msnm, se denominan altoandinos; dentro de los cuales los robledales y los bosques de niebla son los más representativos. Estos últimos están ubicados en zonas donde el aire ascendente y saturado de vapor de agua, que proviene de regiones bajas, húmedas y cálidas, se condensa para producir reguladamente nubosidad o niebla evaporante.

Molano (1989) considera que más del 97% de la vegetación de los biomas y paisajes montanos neoequatoriales, está comprendida entre las latitudes 8° S y los 11° N y longitudinalmente entre los paralelos 71° y 84° al occidente de Greenwich, es decir en una franja de 13° de latitud, con los cuales, de manera general, se limita a la franja ecuatorial. Su particular y estratégica localización les da ese carácter exclusivo, correspondiéndole a Colombia y a Ecuador un 92% de las regiones altoandinas del mundo.

El clima de la región altoandina es típicamente Inter-Tropical; es decir, presenta fluctuaciones de la temperatura inter anual pequeñas, pero por el contrario grandes fluctuaciones diarias y una distribución bimodal de la precipitación durante el año. El clima está influenciado por la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCI) y por el carácter montañoso a una escala menor, de las paredes de los valles son más húmedas que el fondo de los mismos. La lluvia de carácter predominantemente convectivo, trae como resultado la presencia de cinturones de más alta precipitación a ciertas alturas (Parra & Valencia, 1998).

La composición florística de la vegetación en cualquiera de las cordilleras del país depende de la influencia de factores abióticos (clima, suelo, subsuelo, pendiente y exposición de la luz), factores biogeográficos y antropogénicos, los que en combinación crean un variado mosaico de ecosistemas y una complejidad fitogeográfica de las regiones montañosas. Las fluctuaciones climáticas han

afectado la distribución de las franjas de vegetación tanto en la parte basal como en la zona alto andina, siendo fundamental para entender los patrones de especiación de dichas zonas (Parra & Valencia, 1998).

Andrade (1993), afirma que el alto grado de epifitismo es una de las características de peculiar importancia en la diversidad biológica de estos bosques, no sólo por la presencia de una comunidad asociada con las epifitas o de especies que se alimentan exclusivamente o preferencialmente en estas plantas, si no también por la gran influencia que tienen en cuanto a la diversidad y distribución de la microfauna en el suelo.

#### 2.4 BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO (bp-MB)

En esta formación vegetal la lluvia alcanza un promedio general mayor a 4.000 mm anuales y tiene una temperatura media entre 12 y 18 °C. Se presenta en los departamentos de Cauca y Putumayo, al nororiente de los municipios de Santa Rosa y San Francisco y sur de Pitalito. (Consultaría Colombiana 2006).

Se ubica en las partes expuestas a la condensación de los aires cargados de humedad que vienen de la Hoya Amazónica. Las lluvias son abundantes, frecuentes, con nubosidad y neblinas constantes y una alta humedad relativa. (Consultaría Colombiana 2006).

El sector que corresponde a San Francisco, se caracteriza por presentar fuertes pendientes, donde el bosque natural tiene una fuerte presión para alimentar los hornos que producen cal agrícola, permitiendo de esta manera la aparición de áreas de pastizales para la ganadería. (Consultaría Colombiana 2006).

La vegetación natural de esta formación vegetal en el tramo comprendido entre Pitalito y Santa Rosa, tiene una intervención antrópica moderada, principalmente en el corredor vial que de Pitalito comunica con la ciudad de Mocoa; permitiendo la aparición de áreas de pastizales y fragmentos de rastrojos. (Consultaría Colombiana 2006).

La Reserva Forestal de la Cuenca Alta del Río Mocoa, hace parte de esta formación bioclimática, donde el bosque presenta un dosel irregular con el predominio de árboles de altura media y algunos emergentes, con alto grado de epifitismo, constituido por epifitas vasculares y no vasculares.

Se destacan por su abundancia y frecuencia las especies encino (***Weinmannia caquetana***), rosa (***Alchornea glandulosa***), granicillo (***Hedyosmum goudotianum***), motilón (***Hyeronima cf. macrocarpa***), mayo (***Miconia sp.***), cucharo (***Ardisia cf. foetida***), Helecho macho (***Cyathea sp.***), helecho peludo (***Alsophila paucifolia***), cedrillo (***Ruagea cf. pubescens***), Carrizo (***Olyra latifolia***), guasco (***Eschweilera cf. coriaceae***), pepe pava (***Palicourea garciae***), guandera

(*Clusia cf. columnaris*) y oyoco blanco (*Tovomita weddelliana*), entre otras. (Consultaría Colombiana 2006).

## 2.5 ORGANIZACIÓN DE LOS BOSQUES

Rollet (1980) considera que el bosque debe ser descrito cualitativa y cuantitativamente. Así en las últimas décadas los ecólogos han empezado a desarrollar modelos e instrumentos estadísticos, para explicar y diferenciar la organización horizontal y vertical de las comunidades de los bosques.

2.5.1 Estructura. La estructura de una población de plantas puede describirse con respecto a la edad, tamaño o forma de individuos, casi siempre se ha descrito la estructura utilizando el tamaño (Córdova 1985). Los patrones de la estructura horizontal y vertical de los bosques y sus variaciones son interdependientes y afectadas por los mismos factores y procesos. La hipótesis de una distribución aleatoria en cuanto al espaciamiento y el número de especies, con individuos distribuidos en todas las clases de tamaño en el bosque húmedo tropical, es modificada por los continuos procesos estacionales, climáticos y geomorfológicos, agentes bióticos y competencia inter e intraespecífica y alelopatías entre especies y entre árboles maduros y sus renuevos (Bruning 1983).

Según Whitmore (1978), el término estratificación se usa más comúnmente para designar la separación de la altura total del árbol en varios estratos, lo cual se hace extensivo a la separación de las copas de los árboles de un bosque. La identificación de las especies los parámetros D.A.P. y las coordenadas de las posiciones de los árboles son información suficiente para describir adecuadamente la estructura de los bosques, para la gran mayoría de los propósitos ecológicos (Bruning 1983).

Rollet (1980), considera que una de las variables más difíciles de medir es la altura de los árboles, especialmente en los bosques tropicales. La mayoría de los autores que han analizado la estructura de los bosque tropicales, utilizan el diámetro normal (medido a 1.3 m de altura), siendo este uno de los parámetros mas fáciles de medir y con menos posibilidad de cometer errores.

Lamprecht (1990) afirma que el estudio de las estructuras poblacionales puede realizarse para el bosque en general o por grupos de especies, constituyéndose en un importante indicador de flujo de los individuos de clases inferiores a las superiores, mostrando la capacidad de regeneración y sobrevivencia que tienen las especies arbóreas.

Finegan (1993), afirma que en las poblaciones de las especies forestales en los bosques naturales, por lo general, es imposible establecer con exactitud la edad

de los árboles. Por lo tanto, la estructura de la población se determina clasificando los árboles por su tamaño, normalmente por el diámetro a la altura del pecho.

El análisis estructural permite caracterizar las comunidades y, por tanto, diferenciarlas y clasificarlas de acuerdo con sus estimadores paramétricos, ayuda, además, a discernir acerca de su coetaneidad o disetaneidad siendo este un anexo importante con la dinámica de los bosques, y es una herramienta muy útil para la dasometría por cuanto ayuda a la determinación más rápida del volumen y la fitomasa aérea (Varón 1999).

Rollet (1980), en este sentido indica que pueden diferenciarse varios tipos de estructuras: de diámetros, de alturas totales, de copas o de cubierta arbórea o de estructura equilibrada; mientras que Urrego & Echeverri (2000) y Del Valle (1986) comentan que dentro de la estructura se diferencian dos elementos: la horizontal constituida por la distribución de diámetros y área basal de los árboles, y la vertical, la cual tiene en cuenta la distribución de individuos por clases de altura. Estas distribuciones no se constituyen al azar, si no que son el resultado de la competencia y de los procesos dinámicos dentro de un bosque (Rollet 1980).

Alvira, (1996) al estudiar la distribución diamétrica en cuatro estadios sucesionales reporta que esta sigue la tendencia de una J invertida, reflejando la presencia de un alto número de árboles jóvenes y una continua regeneración desde las clases diamétricas inferiores hacia las clases superiores, distribuciones similares han sido reportadas en los estudios del Bajo Calima, Valle del Cauca (Faber-Langendoen, 1991; Forero y Ordóñez, 1992); en pueblo Rico Risaralda (Molina y Serna, 1998), entre otros.

2.5.1.1 Estructura de Diámetros. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y las especies en la superficie del bosque. Esta, puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, por medio de la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI) (Lamprecht, 1990).

Rollet (1980) indica que, teniendo en cuenta los gremios de las especies forestales en el bosque húmedo tropical, describe dos tipos de distribuciones diamétricas para árboles con DAP  $\geq 10$  cm o 20 cm. Una tiene una forma de j invertida; el número de árboles disminuye conforme aumenta el diámetro. La otra es aproximadamente una recta, el número de árboles se mantiene en forma constante hasta alcanzar las clases diamétricas mayores, cuando disminuye. Ha sido encontrado un sin número de casos que la j invertida es característica de las esciófitas y la recta, de las heliófitas.

Según Uribe 1984, se tiene tres tipos de distribuciones diamétricas: unimodales, para bosques homogéneos y coetáneos; decrecientes o "J" invertida, para

ecosistemas que presentan varios estados sucesionales; y multimodales, para ecosistemas que presentan alteración tanto por procesos antrópicos como endógenos. Estos modelos son expresiones matemáticas que llegan en algunos casos, a ajustarse a una distribución diamétrica que permite inferir el desarrollo y comportamiento de la estructura del bosque a través del tiempo.

De acuerdo con Loestsch *et al.*, 1964, la distribución diamétrica de un bosque se obtiene si se agrupan sus árboles dentro de ciertos intervalos de diámetro normal. Al determinar las frecuencias dentro de las clases diamétricas se obtiene la distribución diamétrica de frecuencias, la cual, debido a la estrecha relación que existe entre el diámetro normal y otras variables del bosque, genera otra clase de distribuciones como por ejemplo distribuciones de área basal, de volumen, de incremento de área basal, incremento de volumen.

2.5.1.2 Estructura de Alturas. Rollet (1980), define la organización vertical del bosque como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como la altura. Se considera que una de las variables más difíciles de medir es la altura de los árboles, especialmente en los bosque tropicales. Aparte del establecimiento de perfiles, en muy pocos trabajos se han realizado medidas de la altura total o altura hasta la base de la copa, desconociendo que los aspectos concernientes a esta variable son de gran interés para establecer relaciones con la distribución de las copas y las masas foliares.

Según Richards (1996), los estratos del bosque dependen de la composición florística y varían considerablemente entre bosques. No es lo mismo un bosque donde hay una especie dominante que otro con una gran mezcla. El espacio entre el nivel del suelo y las copas de los árboles más grandes nunca está uniformemente ocupado, siempre hay más hojas y ramas en algunos niveles que en otros. Es así como el término estrato puede ser aplicado a una capa de copas de árboles entre ciertos límites de altura. Algunas veces los límites son muy claros, en otros vagos. El término estrato no se refiere a copas claramente diferenciadas por encima y por debajo.

Para Bruning (1983) el número de estratos posibles se incrementa con la altura del bosque y la riqueza de especies. Los estratos son más diferenciados con el decrecimiento en la riqueza de especies. Además la estratificación se reconoce más fácilmente en ciertos sitios menos favorables, en ciertos estados de desarrollo sucesional (usualmente fases muy tempranas o muy tardías) y en pequeñas áreas.

Rollet (1980) afirma, que no existe un consenso sobre la estratificación, para algunos autores esta constituye un juicio personal y subjetivo, otros ubican los árboles en intervalos hipotéticos de alturas definidos como estratos, el mismo autor argumenta que muchos bosques no presentan una estratificación bien

definida, sino más bien un progresivo descenso del número de árboles conforme aumenta la altura, cuando se dan condiciones edáficas peculiares y cuando se presentan tipos especiales en su composición florística, no se ajustan al modelo exponencial, es notable la ausencia de sotobosque, las copas parecen concentrarse en un estrato que forma una cubierta homogénea sin árboles emergentes.

## 2.6 DIVERSIDAD.

IAvH (2000) define la biodiversidad biológica como la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Andrade (1992), afirma que la diversidad de especies o específica, es el nivel en que más se ha utilizado el término biodiversidad, queriendo decir variedad o riqueza de especies en un espacio determinado.

Pombo (1998), afirma, que a partir de los años noventa surgió el término biodiversidad, como una dimensión del medio natural, los recursos naturales, las especies y los ecosistemas; la palabra biodiversidad responde al nuevo contexto económico en que se inserta, donde se entiende como insumo para la biotecnología, específicamente para la ingeniería genética, la cual se perfila como uno de los más importantes sectores tecnológicos y económicos del siglo XXI.

Ricker (1998), indica que a una escala global, generalmente se pueden observar tres cambios de la diversidad. Primero, la diversidad biológica aumenta de los polos hacia el ecuador. Una segunda tendencia consiste en que la diversidad disminuye dependiendo de la altitud, aunque algunos bosques montañosos pueden contener alta diversidad, finalmente, existe una tendencia general hacia una diversidad mas alta en localidades con mayor precipitación.

De acuerdo con Orians (1994) los índices de diversidad y riqueza de especies son comúnmente utilizados en estudios ecológicos y de conservación biológica debido a que suministran una información valiosa que no proveen otros. Típicamente una comunidad ecológica sujeta a tensión, experimenta perdida de especies e incrementos en abundancia y por ende dominancia de unas pocas especies. La ponderación de índices de diversidad cuantifica estos cambios en abundancia relativa.

La expresión biodiversidad biológica hace referencia a la cantidad y variedad de los organismos vivos que hay en el planeta. Se define en términos de genes, especies y ecosistemas que son el resultado de más de 3.000 millones de años de evolución. Hasta el momento se ha identificado alrededor de 1.7 millones de especies de plantas, animales y microorganismos. Sin embargo, se desconoce el

número total de ellas en nuestro planeta y los estimativos van desde 5 millones hasta 100 millones de especies. (Krieger & Ochoa 2002).

2.6.1 Tendencia De La Biodiversidad. Teniendo en cuenta el número de especies en un área geográfica determinada, Miller (1993) afirma que entre el 50 y el 90% de la biodiversidad mundial se encuentra en los bosques tropicales. Al comparar esta estadística con el hecho de que cada año se destruyen alrededor de 17 millones de Hectáreas de bosques tropicales, los científicos han calculado que esto lleva a la extinción de entre 5% y el 10% de las especies que viven en ellos durante los próximos 30 años. IAvH (1997), indica que la cobertura estimada de los estudios de exploración botánica del territorio colombiano esta entre 60 y 65%. Con base en estas proyecciones, un estimado de las especies vegetales, estaría entre 40.000 y 42.000, cifra que nos coloca como el segundo país con mayor expresión de la diversidad vegetal, después de Brasil con 55.000 especies, número muy alto si comparamos que la superficie es 6.5 veces menor.

De acuerdo con Andrade (1992) los Andes tropicales pueden considerarse como la región con mayor diversidad de especies del geotrópico. Gentry (1988), afirma que en esta zona geográfica, la riqueza de especies de plantas está fuertemente correlacionada con la precipitación y la fertilidad de los suelos. En este sentido, la cordillera de los andes en su sector tropical, contiene entre 30.000 y 40.000 especies de plantas lo cual es más de lo que se halla en toda la cuenca amazónica.

La tendencia general en el aumento de la diversidad florística con la edad de la sucesión reportada por Gentry y otros autores, no es respaldada por los estudios realizados en bosques secundarios por (Giraldo, 2000; Alvira, 1996) quienes indican que los estadios sucesionales más avanzados no son necesariamente más diversos que los estadios más jóvenes.

Gentry (1988), Andrade (1992) afirman que el conocimiento taxonómico de las plantas en el trópico del nuevo mundo está además lejos de concluir, y su número puede ser considerado como intermedio entre los insectos y las aves, por lo cual recomiendan continuar con el inventario de la flora.

2.6.1.1 Medición de la Biodiversidad. Según Namkoong (1995), argumenta que estas medidas sirven para delimitar áreas de muestreo, la presencia o ausencia de factores ambientales asociados con la diversidad y como están distribuidos los taxa entre otros, además afirma que ningún índice solo es suficiente para describir la distribución de la diversidad.

2.6.1.2 Estudios de Biodiversidad Florística. Gentry (1988), estandarizó el muestreo incluyendo todas la plantas  $\geq 2.5$  cm. de diámetro en parcelas rectangulares de 0.1 ha, el cual fue aplicado en una serie de bosques tropicales; y



encontró que para todos los casos investigados era un método efectivo para determinar la biodiversidad florística.

Varón (2000), para caracterizar la vegetación de los bosques existentes, en un área de influencia del proyecto Hidroeléctrico Porce II, estableció 3 parcelas de 1000 m<sup>2</sup> (50m x 20m) en tres rangos fisiográficos, 1000 a 1200m, 1200 a 1400 m y superior a 1400m, en cada parcela se muestrearon todos los individuos con diámetros a partir de 5 cm.

Molina y Serna (1998), en el estudio sobre la estructura y clasificación de la vegetación arbórea de un bosque de niebla en la reserva natural de Karagabi, Pueblo Rico – Risaralda, utilizaron la metodología del programa de Diversidad Biológica (BIOTROP).

Alvira (1996), para evaluar la estructura y composición florística de cuatro estadios sucesionales de bosque húmedo tropical en el piedemonte llanero, tomó 0,1 ha para cada estadio sucesional registrando los individuos a partir de 2.5 cm. de diámetro.

Para reconocer la vegetación de la parte alta del transecto parque de los Nevados, Cleef et (1983), efectuaron levantamientos fitosociológicos de la vegetación distanciados altitudinalmente 100 m en la zona de páramo y 200 m en la zona de selva andina, con parcelas que van desde 1 m<sup>2</sup>, 25 m<sup>2</sup>, 50 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>.

Giraldo (2000), en el estudio sobre la variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia), en cinco estados sucesionales diferentes evaluó parcelas de 50m x 2m, con un área de 400m<sup>2</sup> para cada edad; con un D.A.P.  $\geq$  2.54cm.

Carvajal y López (2007), establecieron un total de 10 unidades de muestreo de 1000 m<sup>2</sup>, inventariando los individuos con DAP mayor o igual a 10cm. Este estudio lo realizaron en un bosque de galería ubicado en el municipio de puerto López (Meta).

En términos generales, los estudios para caracterizar los bosques son pocos y la mayoría concentrados en algunas regiones del país. La diferencia en las metodologías utilizadas y los distintos gradientes altitudinales que se presentan en la región andina, dificulta su comparación y extrapolación de la información. Por lo anterior las investigaciones no han tenido la difusión necesaria y los resultados son poco conocidos y aplicados por las comunidades.

2.6.2 Diversidad Alfa ( $\infty$ ). Se refiere a la variedad y abundancia de las especies dentro de un mismo sustrato o ambiente; Magurran (1988) propone tres tipos de medidas de diversidad de las especies. Los índices de riqueza de las especies, que corresponden a una medida del número de especies en una unidad de

muestreo definida, los modelos de abundancia de especies que tratan de describir la distribución de su abundancia, para representar situaciones de elevada uniformidad a situaciones de abundancia desigual, y los índices basados en la abundancia proporcional de especies, útiles para tratar de describir tanto la riqueza como la uniformidad. Además propone unos criterios que deben tenerse en cuenta para la elección de los índices de diversidad.

2.6.3 Índice de Valor de Importancia (IVI). Según Lamprecht (1990), compara el peso ecológico de cada especie dentro de un tipo de bosque. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una muestra mejor que cualquiera de sus componentes y ha sido ampliamente usada para caracterizar la estructura horizontal de los bosques por la facilidad con que se obtiene y por la amplia información que proporciona (UNESCO, 1980, Mateucci y Colma, 1992).

El valor máximo de IVI de una especie es 300, y cuanto más se acerque a este valor, mayor será la importancia ecológica y el dominio florístico de una especie sobre las demás especies presentes en el bosque estudiado (Mateucci y Colma 1982).

Lamprecht (1990) afirma que la obtención de los índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugiere la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructura y en lo referente al sitio y a la dinámica.

En los bosques tropicales las especies con mayor peso ecológico no siempre pertenecen a las familias que poseen mayor número de géneros o especies, Mori et al. (1983) desarrolló un índice de valor de importancia denominado IVIF, el cual considera la diversidad de las familias para sustituir el parámetro frecuencia utilizado en el IVI.

## 2.7 TECNICAS UTILIZADAS PARA MEDIR LA VEGETACION.

De acuerdo con Mateucci y Colma (1982), algunos métodos y técnicas de obtención, reducción e interpretación de datos vegetacionales no utilizan la estadística, lo que conlleva a la dificultad de comparar los resultados obtenidos por distintos investigadores en zonas diferentes.

Granados (1983) asegura que los métodos utilizados para la clasificación y ordenación de las comunidades son interpretables según ópticas personales. A nivel mundial existen diferentes escuelas, las cuales se basan en toda una concepción particular sobre la forma de caracterizar la vegetación, así como, el de crear una diversidad de corrientes, hecho que ha provocado que muchos autores al describir la comunidad, utilicen técnicas y concepciones de diferentes escuelas,

hibridizando los criterios y técnicas utilizadas, dando como resultado que esta no pueda interpretarse en términos correctos.

Davis y Richards (1934), fueron quizás los primeros en enumerar las especies de árboles en un bosque tropical. Utilizaron parcelas de 122 X 122 m (1,49 Ha). Black, Dobzhasky y Pavan (1950), dividieron parcelas de 1 Ha en 10 fajas de 10 X 100 m, registrando en cada una de ellas árboles  $\geq 10$  cm de DAP. Pires, Dobzhasky y Black (1953) emplearon para ello, 35 franjas de 1000 m<sup>2</sup>.

Gentry (1982), propuso una metodología estándar para la determinación y monitoreo de riqueza de plantas. En esta técnica, todos los individuos  $\geq 2.5$  cm de DAP son identificados en 0.1 ha. Pueden utilizarse líneas transecto de 50 m de largo, orientadas en una dirección predeterminada desde un punto inicial seleccionadas en forma aleatoria, y muestrearse la vegetación.

Pocos estudios consideran individuos tan pequeños como los estudiados por Gentry, siendo más comunes los que involucran especies arbóreas  $\geq 10$  cm de DAP. El utilizar un diámetro límite de 2,5 cm, conlleva la inclusión en las muestras de muchas especies arbóreas y arbustivas que son generalmente eliminadas por las técnicas tradicionales de muestreo. Un resultado de incluir las plantas de DAP más pequeño es que, al existir más individuos y especies contenidas en una muestra de área dada, se pueden obtener áreas de muestreo más pequeñas y logísticamente más manejables, que ofrecen una representación florística más completa aún para especies de árboles grandes, quienes son muchas veces representados por juveniles.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El municipio de Santa Rosa, se encuentra ubicado en la parte sur del departamento del Cauca, conocido tradicionalmente como la bota caucana, su cabecera municipal, se encuentra aproximadamente a unos 176 kilómetros de distancia desde la ciudad de Popayán, por vía carretable. Figuras 1 y 2 (EOT. Santa Rosa Cauca)

El municipio limita con tres departamentos, Huila, Nariño y Putumayo, cuenta con una población aproximada de 12.000 habitantes, distribuidos en dos corredores geográficos definidos como son el sector de la cabecera municipal, ubicándose sus centros poblados y veredas a la margen del río Caquetá, y el sector de San Juan de Villalobos, donde sus centros poblados y veredas están a la margen de la vía pavimentada que comunica la ciudad de Mocoa Putumayo, con la ciudad de Pitalito Huila. Su población esta conformada por colonos provenientes principalmente de los departamentos vecinos, y una población indígena ubicada en dos resguardos y cuatro cabildos. (EOT. Santa Rosa Cauca)

El índice de necesidades básicas insatisfechas sobrepasa el 90%, hecho que contraste con la inmensa riqueza de recursos naturales, que aún no han sido explotados, situación que los coloca en un escenario privilegiado frente a la conservación de toda esa riqueza verde que poseen, pero a la vez en un ambiente de desventaja, por los intereses económicos que empiezan a darse en la zona (posible explotación de hidrocarburos y biodiversidad).

3.1.1 Características Bioclimaticas. De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1987), los bosques secundarios objeto del presente estudio se encuentran en la zona de vida: Bosque pluvial montano bajo (bp-Mb); altura entre 2000 y 2500 msnm., la cual presenta una precipitación anual mayor a 4000 mm y una temperatura entre 12 y 18°C. (EOT. Santa Rosa Cauca).

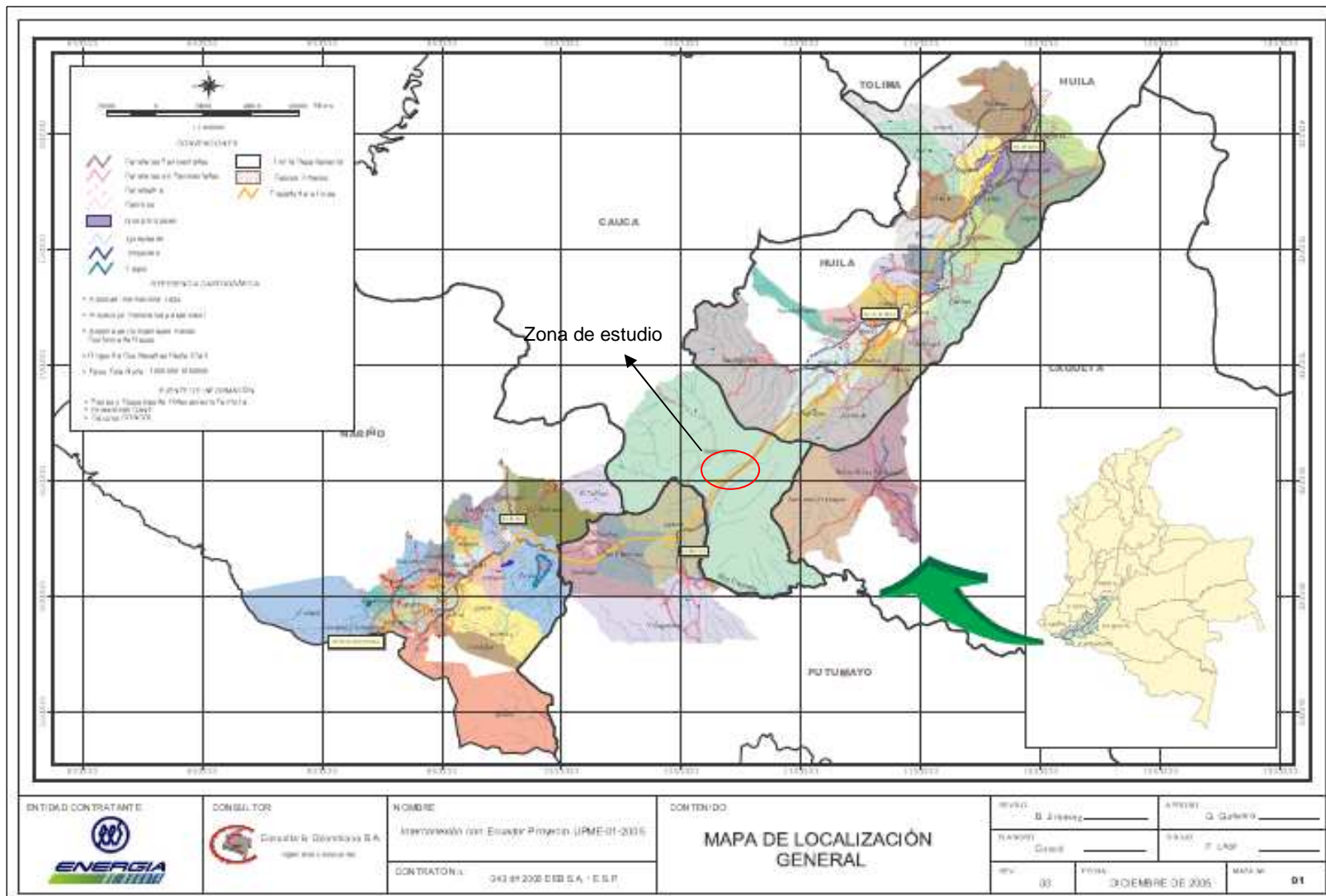
La alta bota caucana esta prácticamente encerrada entre dos cordilleras: la última porción del cordón principal de los andes antes de entrar al Macizo Colombiano, de la curva que forma en la cordillera oriental al desprenderse del macizo hasta el sitio donde se desprende la serranía de la tuna para continuar en dirección de sudoeste hasta la confluencia de los ríos Cascabel y Caquetá, ambas cordilleras superan altura de 3.000 msnm. en la primera se encuentra los paramos de Juanoy, Tajumbina, Achupallas, Granadillos, Santo Domingo y los cerros de las

Animas, Petacas y Papurco que sobrepasan alturas de los 4.000 msnm. (EOT. Santa Rosa Cauca)

Figura 1. Localización Municipio de Santa Rosa



Figura 2. Localización General Área de estudio  
 Fuente: EIA Proyecto Betania - Frontera



Estas dos cordilleras dan lugar a unos intrincados sistemas montañosos cuya ramificaciones, depresiones y valles intermedios forman unidades geomorfológicas de pie de ladera colinas y superficies aluviales.

La diversidad de forma que conforman el relieve de esta región da lugar a diferentes climas la distribución de lluvia, corresponde a un régimen monomodal distinguiéndose un periodo lluvioso y otro relativamente seco; la información que registra la estación pluviográfica ubicada en Santa Rosa muestra una precipitación medio multianual de aproximadamente 2.170,0 mm./año. Mientras que hacia el extremo sur, sector entre Santa Clara y Descanse, la precipitación es mayor, estimándose en 2.800 a 3.000 mm/año. (EOT. Santa Rosa Cauca)

El drenaje principal de esta región, es el río Caquetá el cual atraviesa la Alta Bota en dirección norte a Sur, recibiendo en su recorrido los afluentes más importantes: Sobre el margen derecha aguas abajo del río Grande, el Curiaco, el Cascabelito, el Blanco, el Platayaco, Quebrada la Bermeja y el río Cascabel sobre la margen izquierda el río Chontillal, el Papitas, el San Bartolo y el Aucayaco. (EOT. Santa Rosa Cauca).

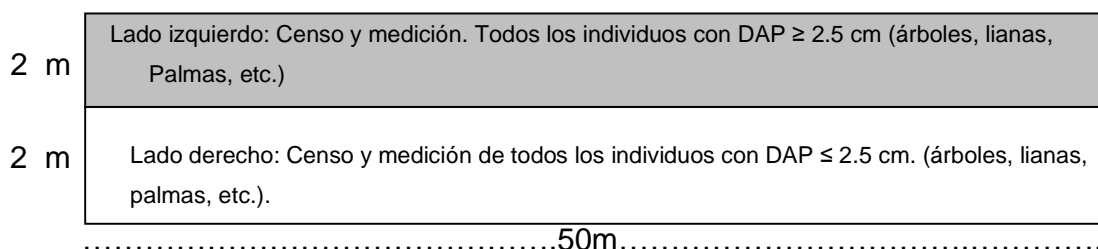
### 3.2 SELECCIÓN DE ÁREAS DE MUESTREO

Con base en la interpretación preliminar de vegetación y la zona de vida identificada en el área de estudio, se seleccionaron los sitios de muestreo, teniendo en cuenta que el número de parcelas está determinado por razones logísticas y de orden público.

3.2.1 Establecimiento de las Parcelas. Las parcelas se establecieron de forma semipermanente de manera que se pudieran localizar en visitas posteriores, para ello se ubicaron con mayor precisión posible y se marcaron con pintura de esmalte amarilla el eje de la parcela, y se enumeraron los individuos con DAP  $\geq$  10 cm.

3.2.2 Forma y Tamaño de las Parcelas. La forma y tamaño de las parcelas seleccionadas se demarcaron de acuerdo con la metodología utilizada por la Consultoría Colombiana para el estudio de impacto ambiental en la construcción de líneas de transmisión eléctrica. Correspondieron a parcelas rectangulares de 4 m x 50 m (200 m<sup>2</sup>), donde se inventario la vegetación leñosa a partir de 2.5 cm. de D.A.P. en el 100% de la parcela y la vegetación < 2.5 cm de D.A.P. se registro en el 50% del área de la parcela como se indica en la Figura 3. En total se establecieron 13 parcelas para un área de 0,26 Ha.

Figura 3. Forma y tamaño de parcelas de muestreo



3.2.3 Mediciones de los Individuos. A cada individuo con diámetro a la altura de pecho (DAP)  $\geq 2.5$  cm. Se le tomó la siguiente información, (Tabla 1).

Para los individuos con DAP inferior a 2.5 cm. solo se considero la presencia de las especies y la altura promedio.

Tabla 1. Registro de la información de especies leñosas tomadas en campo

RANGO DE MEDIDA	VARIABLES OBSERVADAS
$\geq 2.5$ cm	DAP, altura total, altura fustal. observaciones
$< 2.5$ cm	Altura promedio, observaciones

### 3.2.4 Inventario De La Vegetación

3.2.4.1 Ubicación de Areas. En la cuenca existen 14723 hectáreas de bosque secundario de distinta edad, una vez recopilada la información secundaria y el mapa de uso actual del suelo a escala 1:25000, el proyecto de interconexión eléctrica afectará los bosques secundarios que en su mayoría presentan una edad aproximada de 20 años. Se realizó una visita de reconocimiento, para seleccionar los sitios donde se recolectó la información primaria.

3.2.4.2 Muestreo de la Vegetación. La información de campo se recolectó en formularios previamente diseñados (Anexo1). Todas las especies arbóreas se registraron bajo el nombre común, la designación del nombre científico se hizo a partir de comparaciones con ejemplares en el Herbario Nacional Colombiano (COL), confrontación con las descripciones reseñadas en la literatura existente, uso de claves taxonómicas y consulta a especialistas

Para el análisis de la información colectada en campo, se realizaron estimaciones absolutas por hectárea para aquellos parámetros que lo permitían, se utilizaron técnicas estadísticas para analizar la validez de los resultados. Se analizaron los



siguientes parámetros: Composición florística, Estructura horizontal, Estructura vertical, diversidad florística, Calculo de Existencias y volumen m<sup>3</sup>.

3.2.4.3 Estructura Diamétrica y de Alturas. Se realizó la depuración en la base de datos eliminando los individuos con D.A.P. < 2.5 cm. Para describir la estructura diamétrica y de alturas, utilizando el diámetro normal y la altura total. Los diámetros y las alturas se agruparon en intervalos de clase adecuados con el fin de buscar un mejor ajuste en las marcas de clase por diámetro y altura. Para lo cual se utilizó la metodología de Sturges (1926)  $m = 1 + 3.3 \log(n)$ .

Donde:  $m$  = Número de Intervalos  
 $n$  = Número total de valores.

3.2.4.4 Peso Ecológico. La importancia ecológica que tiene cada especie en la comunidad se determinó a partir del índice de valor de importancia (IVI).

$$IVI = \sum A\% + F\% + D\%, \text{ donde}$$

Donde:  $A\%$  = abundancia relativa  
 $F\%$  = frecuencia relativa  
 $D\%$  = dominancia relativa.

El Índice de valor de importancia por familias (IVIF), es el peso ecológico que tiene cada una de las familias dentro de la comunidad, se calcula de la siguiente forma:

$$IVIF = \left[ \left( \frac{\text{No. spp flia}}{\text{No. Total spp}} \right) + \left( \frac{\text{No. Árb flia}}{\text{No. Total Arb}} \right) + \left( \frac{\text{Ab flia}}{\text{Ab total}} \right) \right] \times 100.$$

Donde: No. spp flia = Número de especies por familia  
No. Total spp = Número total de especies  
No. Árb flia = Número de árboles por familia  
No. Total Árb = Número Total de árboles  
Ab flia = Área basal por familia  
Ab Total = Área basal total

3.2.4.5 Abundancia o Densidad. Se refiere al número de individuos por unidad de área y se establece por conteo directo. La densidad relativa es el número de individuos de una especie sobre el número de individuos totales por 100.

$$D.R. = Ni/Nt \times 100$$

Donde: D.R. = Densidad relativa  
 $Ni$  = Número de individuos de una especie  
 $Nt$  = Número total de individuo

3.2.4.6 Frecuencia. Se refiere a la probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada en una unidad o subunidad muestral. Se expresa en número de unidades muestrales en las que aparece la especie, sobre el número total de unidades. La frecuencia relativa es el valor de frecuencia de una determinada especie sobre la suma total de la frecuencia de todas las especies multiplicada por 100.

$$F.R. = Mi/SM \times 100$$

Donde: F.R. = Frecuencia relativa  
 Mi = Número de subunidades en las que aparece la especie (Frecuencia)  
 SM = Suma de frecuencia de todas las especies

3.2.4.7 Dominancia. El parámetro más utilizado es el área basal, la cual se define como el área de la sección del tronco de todos los individuos de una especie.

$$DR = \frac{\text{Área basal total}}{\text{Área basal de una especie}} \times 100$$

La dominancia relativa (DR) es igual al porcentaje del área basal de una especie sobre el total del área basal de todas las especies multiplicada por 100.

3.2.4.8 Distribución por Categorías Diamétricas y Altimétricas. Representa el número de individuos en las diferentes categorías diamétricas y altimétricas teniendo en cuenta los rangos de DAP y altura total para su clasificación.

3.2.4.9 Estimación Del Volumen De Madera Total Y Comercial. Los volúmenes de madera total y comercial de cada árbol se obtienen multiplicando su área basal por su altura total y comercial respectivamente. En ambos casos este resultado será multiplicado por un *factor forma* de 0.71 utilizado por la CRC para este tipo de bosques.

Se calculó el volumen total por parcela, y estos se extrapolaran al volumen por hectárea para individuos mayores a 10 cm de DAP.

3.2.4.10 Diversidad. Esta se llevó a cabo por medio de los índices de diversidad, como los de shannon-Weaver y de Simpson.

❖ Índices de Diversidad de Shannon-Weaver: Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado elegido al azar dentro de la comunidad. El valor máximo será un indicador de una

situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Se expresa como:

$$H' = - \sum (ni/N) \ln (ni/N)$$

Donde:                    N: número total de individuos  
                              ni: número de individuos de una especie

❖ Índices de Diversidad de Simpson: Es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y refleja más la riqueza de las especies, se refiere a la posibilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Los valores de este índice fluctúan entre cero (diversidad alta) a la unidad (baja diversidad de especies). La expresión es:

$$D' = \sum (ni/N)^2$$

Donde:                    ni: número de individuos de una especie  
                              N: número total de individuos

## 4. ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En el estudio realizado en el Bosque Secundario, para los individuos a partir de 2.5 cm de DAP, se registraron 56 especies, distribuidas en 31 familias y 444 individuos en 0.26 ha, equivalente a 1708 árboles por ha. Las especies reportadas en el presente estudio se indican en la Tabla 2.

Las familias botánicas con mayor número de géneros son: Palmae con 6, Euphorbiaceae con 5, Rubiaceae con 5 y Lauraceae con 4.

Igualmente se encontraron 7 especies las cuales no fueron reconocidas por su nombre común durante la recolección de la información, estas fueron identificadas con su género, especie y familia en el Herbario Nacional Colombiano (COL) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

Tabla No. 2. Especies encontradas en un bosque secundario en 0.26 ha Municipio de Santa Rosa – Cauca

No.	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
1	CHURIMBO	Mimosaceae	<i>Inga codonantha</i>
2	CANDELO	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima antioquensis.</i>
3	CUERINEGRO	Annonaceae	<i>Guatteria amplifolia</i>
4	PALMA PATUDA	Palmae	<i>Socratea exorrhiza.</i>
5	HOJIANCHO	Rubiaceae	<i>Ladembergia macrocarpa</i>
6	CHONTA	Palmae	<i>Aiphanes linearis</i>
7	RAPABARBO	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp.</i>
8	JIGUA	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>
9	MOQUILLO	Actinidaceae	<i>Sauravia lehmanii</i>
10	BORRACHOSO	Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i>
11	PEPO	Solanaceae	<i>Solanum ovalifolium.</i>
12	CLAVO PASAO	Euphorbiaceae	<i>Alchornea verticilata</i>
13	SANGREGADO	Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachys</i>
14	HUESITO	Flacourtiaceae	<i>Hasseltia floribunda</i>
15	CARISECO	Hippocastanaceae	<i>Billia colombiana</i>
16	AGUACATILLO	Lauraceae	<i>Ocotea sericea</i>
17	ANIME	Burseraceae	<i>Protium apiculatum</i>
18	HUESITO	Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>
19	LACRE	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>

No.	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
20	YARUMO	Cecropiaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>
21	ENCENILLO	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>
22	MANTEQUILLO	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>
23	SANDE	Moraceae	<i>Brosimum utile</i>
24	CEBOLLO	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>
25	CAUCHO	Moraceae	<i>ficus carica</i>
26	HELECHO	Cyatheaceae	<i>Cyathea andina</i>
27	CABUYO	Lecythidaceae	<i>Eschweilera antioquiensis.</i>
28	ARRAYÁN	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>
29	MANZANO	Rosaceae	<i>Prunus guianensis.</i>
30	SANGREGADO	Euphorbiaceae	<i>Croton funckianus</i>
31	BOMBONAL	Palmae	<i>Dicryocaryum lamarckianum</i>
32	CAFÉ DE MONTE	Rubiaceae	<i>Faramea flavicans</i>
33	PALMA	Palmae	<i>Iriartea deltoidea</i>
34	ZAPOTE	Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>
35	NN	Melastomataceae	<i>Miconia pterota</i>
36	CAFETILLO	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>
37	BAYO BLANCO	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>
38	BILIBIL	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>
39	CUCHIYUYO	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>
40	AMARILLO	Lauraceae	<i>Aniba riparia</i>
41	PALMA	Palmae	<i>Camaedoria sp.</i>
42	CAIMO	Sapotaceae	<i>Chrysophyllun caimito</i>
43	NN	Rubiaceae	<i>Elaegia pastoensis</i>
44	PALMA	Palmae	<i>Geonoma divisa</i>
45	HUESITO	Flacourtiaceae	<i>Hasseltia sp.</i>
46	GUALANDAY	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana.</i>
47	NN	Metinosaceae	<i>Metiniosa aff. huilensis</i>
48	NN	Melastomataceae	<i>Miconia scuamulosa</i>
49	ARRAYÁN	Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxila</i>
50	AMARILLO BONGO	Lauraceae	<i>Nectandra pichurin</i>
51	NN	Moraceae	<i>Perebea guianensis</i>
52	CEDRILLO	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus salviaefolius</i>
53	NN	Rubiaceae	<i>Psychotria officinalis</i>
54	CASPE	Anacardiaceae	<i>Toxicodendrum striatum</i>
55	BAYO BLANCO	Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>
56	NN	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>

## 4.2 PESO ECOLÓGICO

Para determinar el peso ecológico de las especies en los ecosistemas naturales, generalmente se utiliza el Índice de Valor de Importancia (IVI), que sirve para comparar y evaluar el comportamiento de estas en la comunidad. Esta expresión involucra las características estructurales de abundancia, dominancia y frecuencias relativas.

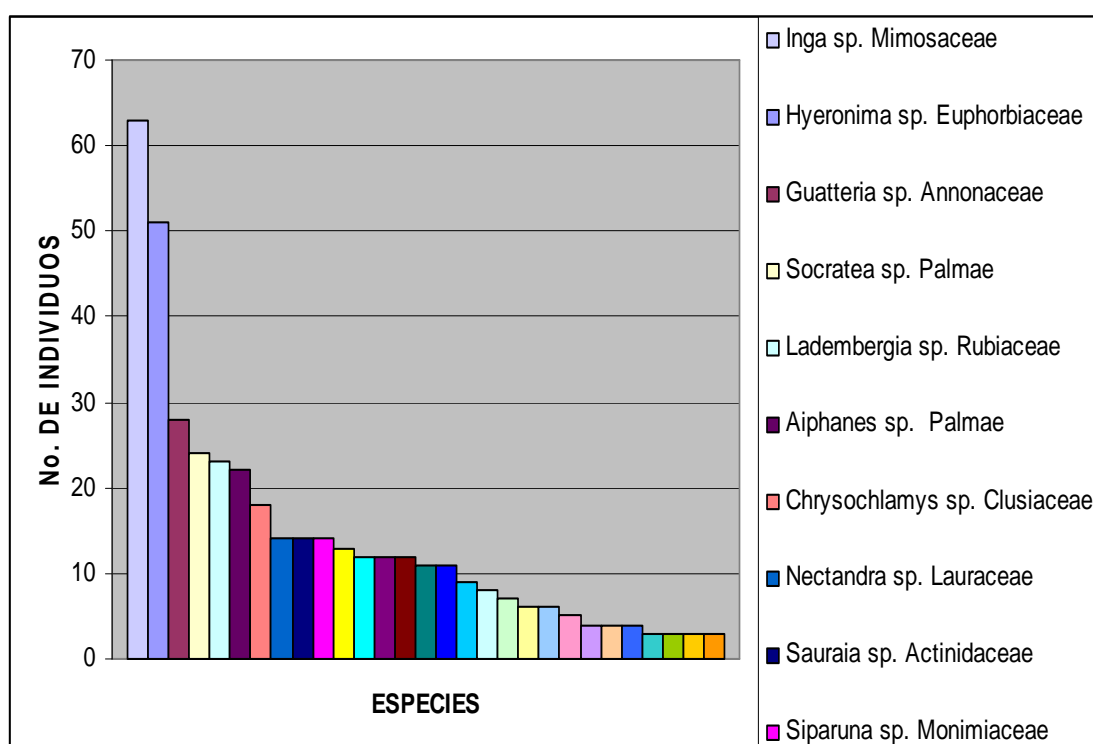
4.2.1 Abundancia Absoluta y Relativa. De acuerdo con los resultados en el presente estudio se determinó que las especies con mayor abundancia son *Inga codonantha* (63), *Hyeronima antioquiensis* (51), *Guatteria amplifolia* (28), y *Socratea exorrhiza* (24), las cuales representan el 37.38% de esta variable, como se indica en el tabla 3 y figura 4.

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia (IVI), bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca (0.26 ha).

NOMBRE COMUN	ESPECIE	FAMILIA	A	AR	F	FR	AB(m2)	DR	IVI
Churimbo	<i>Inga codonantha</i>	Mimosaceae	63	14,19	92,31	6,49	1,12	13,45	34,13
Candelo	<i>Hyeronima antioquiensis.</i>	Euphorbiaceae	51	11,49	92,31	6,49	1,10	13,20	31,18
Cuerinegro	<i>Guatteria amplifolia</i>	Annonaceae	28	6,31	69,23	4,86	0,72	8,70	19,87
Cariseco	<i>Billia colombiana</i>	Hippocastanaceae	11	2,48	46,15	3,24	0,94	11,34	17,06
Hojiancho	<i>Ladembergia macrocarpa</i>	Rubiaceae	23	5,18	23,08	1,62	0,81	9,80	16,60
Jigua	<i>Nectandra acutifolia</i>	Lauraceae	14	3,15	69,23	4,86	0,40	4,80	12,81
Palma Patuda	<i>Socratea exorrhiza.</i>	Palmae	24	5,41	46,15	3,24	0,28	3,36	12,01
Rapabarbo	<i>Chrysochlamys sp.</i>	Clusiaceae	18	4,05	61,54	4,32	0,28	3,42	11,80
Chonta	<i>Aiphanes linearis</i>	Palmae	22	4,95	46,15	3,24	0,26	3,10	11,30
Huesito	<i>Hasseltia floribunda</i>	Flacourtiaceae	12	2,70	53,85	3,78	0,19	2,28	8,76
Anime	<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	9	2,03	38,46	2,70	0,32	3,87	8,60
Yarumo	<i>Cecropia angustifolia</i>	Cecropiaceae	6	1,35	69,23	4,86	0,12	1,50	7,72
Clavo Pasao	<i>Alchornea verticilata</i>	Euphorbiaceae	12	2,70	38,46	2,70	0,19	2,29	7,69
Moquillo	<i>Sauravia lehmanii</i>	Actinidaceae	14	3,15	46,15	3,24	0,09	1,08	7,48

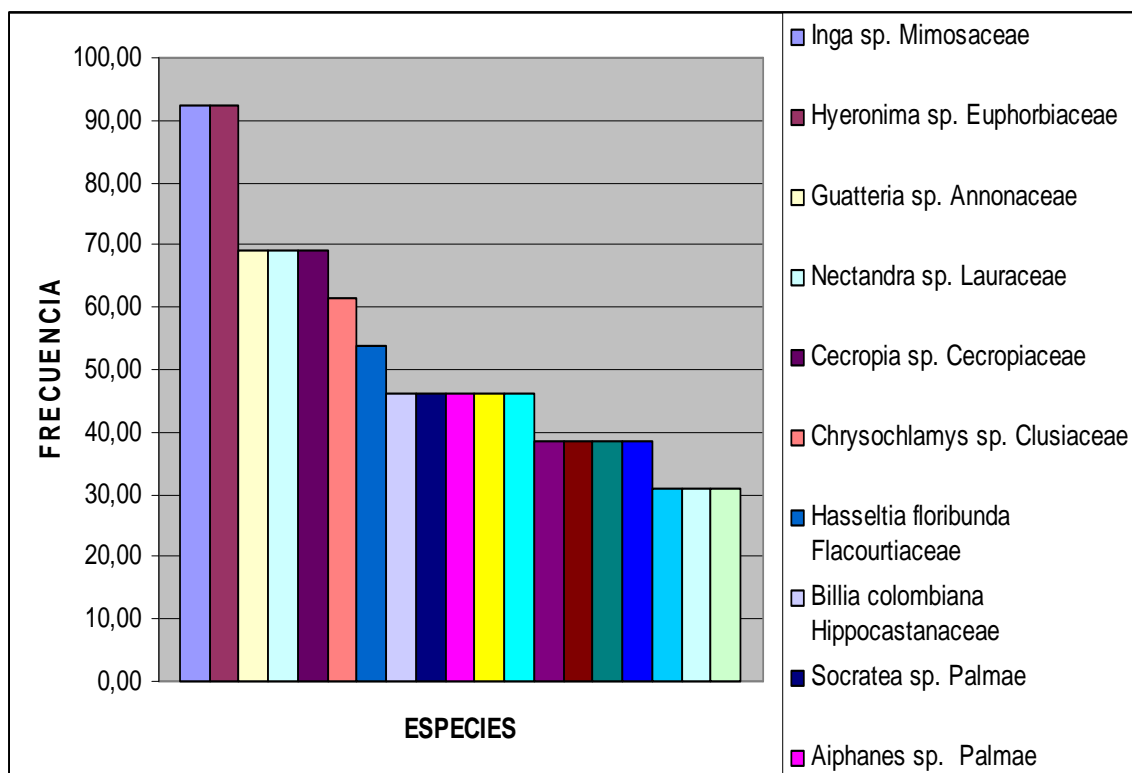
NOMBRE COMUN	ESPECIE	FAMILIA	A	AR	F	FR	AB(m2)	DR	IVI
Aguacatillo	<i>Ocotea sericea</i>	Lauraceae	11	2,48	46,15	3,24	0,09	1,12	6,84
Pepo	<i>Solanum ovalifolium</i>	Solanaceae	13	2,93	38,46	2,70	0,06	0,69	6,32
OTRAS			113	25.45		38,38	6,98	1.33	79,83

Figura 4. Abundancia de especies encontradas en un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca



4.2.2 Frecuencia. Para el estudio, del bosque secundario en el municipio de Santa Rosa departamento del Cauca, se encontró que las especies con mayor frecuencia son *Inga codonantha* y *Hyeronima antioquensis*, respectivamente. Encontrándose éstas en 12 unidades muestrales de las 13 parcelas de muestreo, seguida por las especies *Guatteria amplifolia*, *Nectandra acutifolia* y *Cecropia angustifolia*, las cuales se encuentran en 9 unidades muestrales del total. Por otra parte se encontraron 23 especies que hacen presencia en una sola parcela (figura 5).

Figura 5. Frecuencia de especies encontradas en un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca



4.2.3 Dominancia. En el presente estudio la dominancia absoluta se determinó para todos los individuos con DAP  $\geq 2.5$  cm. De acuerdo con esto se pudo determinar que las especies dominantes en su orden están representadas por **Inga codonantha**, **Hyeronima antioquiensis**, y **Billia colombiana**, con un área basal de 3,16 m<sup>2</sup>, que representa el 37,99% del área basal del bosque. En la figura 6, se indica los valores de área basal de las especies más importantes.

El área basal promedio por hectárea es de 30.77 m<sup>2</sup> superior al reportado por Carvajal y López (2007), en un bosque de galería en Puerto López Meta.

4.2.4 Índice de Valor de Importancia (IVI). En la tabla 3, se presentan los resultados del peso ecológico de las especies del bosque en estudio; notándose que las especies de mayor peso ecológico son **Inga codonantha** y **Hyeronima antioquiensis**, con 34,13% y 31,18% respectivamente. Seguidas en orden de importancia con las especies **Guatteria amplifolia**, **Billia colombiana**, **Ladembergia macrocarpa**, **Nectandra acutifolia**, **Socratea exorrhiza**, **Chrysochlamys sp.** Estas 8 especies contribuyen con el 155,47 del IVI, que equivale al 55.8% del peso ecológico de las especies en este ecosistema.



Figura 6. Dominancia de especies encontradas en un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca

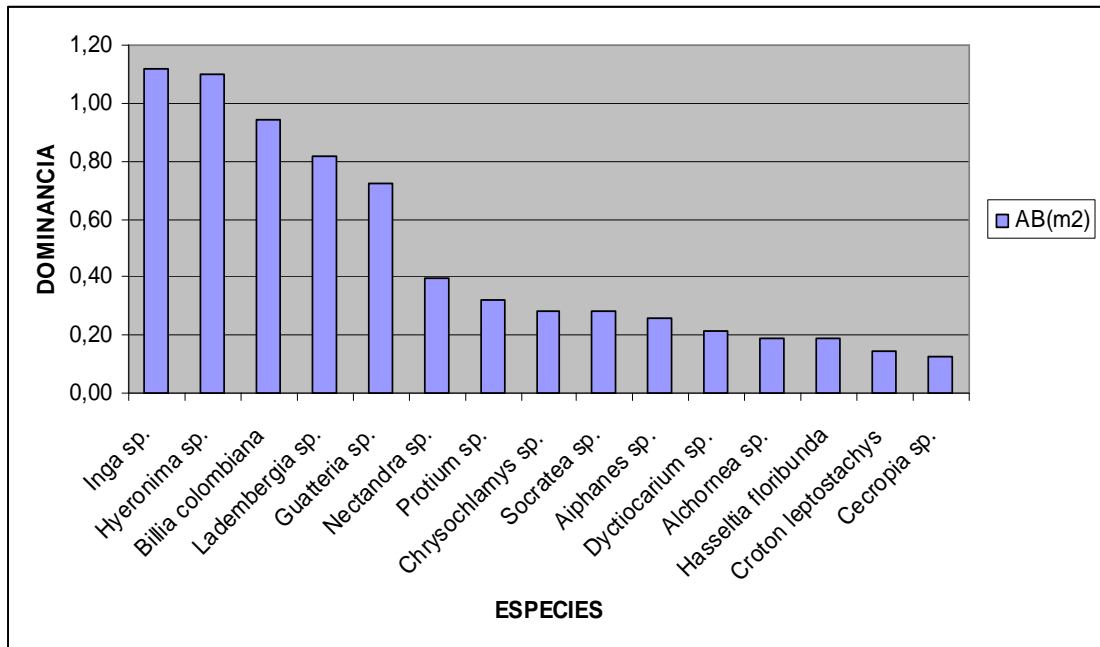
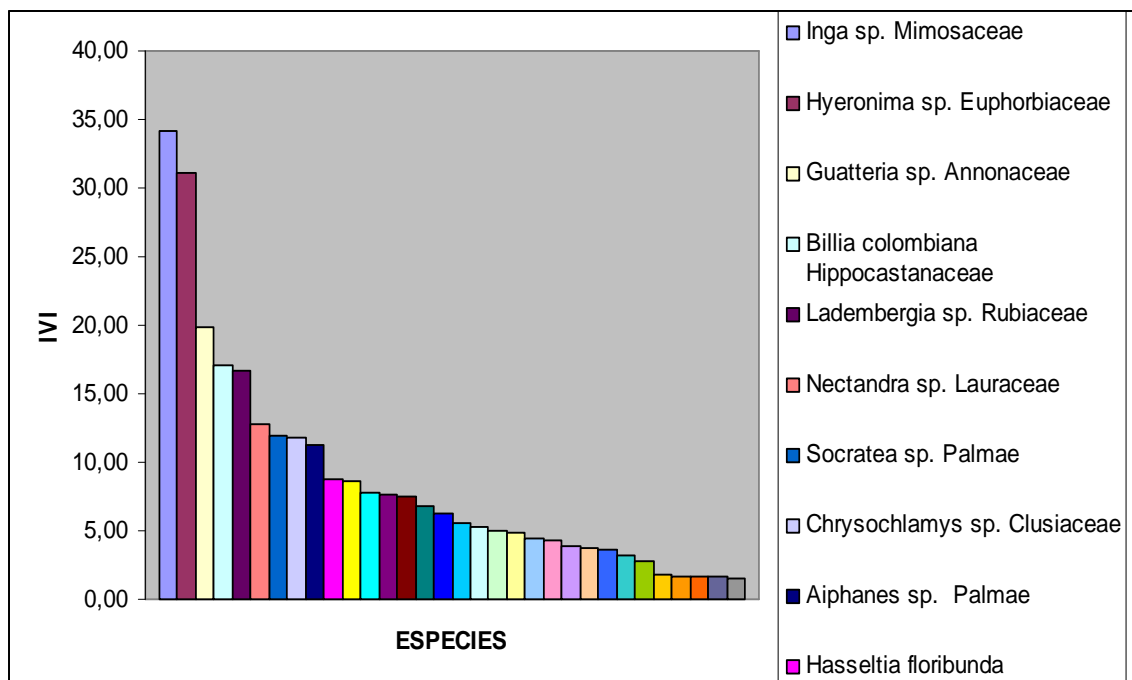


Figura 7. IVI de especies encontradas en un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca



El 44,2% restante del peso ecológico está representado por 48 especies reportadas, lo que indica que existe cierta heterogeneidad en la composición florística (figura 7). Datos similares fueron reportados por Ordóñez 2002 en un bosque secundario de 20 años de edad en la cuenca alta del río pasto en donde indica que el 50% del IVI esta representado por 9 especies

4.2.5 Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF). Las familias más destacadas en este bosque secundario de 20 años de edad, son Euphorbiaceae, Palmae, Mimosaceae, Rubiaceae, Lauraceae y Annonaceae las cuales se caracterizan por su mayor aporte ecológico a la estructura del bosque con un 55.5% del total del IVIF. El mayor número de especies pertenece a las especies Palmae con 6, Euphorbiaceae con 5 y Rubiaceae con 5. La mayor abundancia corresponde a la familia Euphorbiaceae con 78 individuos y mayor área basal con 1,46 m<sup>2</sup>, como se indica en la tabla 4.

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF), bosque secundario municipio de Santa Rosa – Cauca.

FAMILIA	No. Especies	No. Individuos	AB(m2)	IVIF	%
Euphorbiaceae	5	78	1,46	44,2	14,718
Palmae	6	52	0,76	31,7	10,557
Mimosaceae	1	63	1,12	29,5	9,847
Rubiaceae	5	29	0,76	24,7	8,235
Lauraceae	4	27	0,52	19,6	6,524
Annonaceae	1	28	0,72	16,9	5,622
Hippocastanaceae	1	11	0,94	15,7	5,234
Flacourtiaceae	3	21	0,29	13,6	4,545
Clusiaceae	1	18	0,28	9,3	3,097
Moraceae	3	9	0,07	8,3	2,755
Burseraceae	1	9	0,32	7,7	2,571
Meliaceae	2	9	0,15	7,4	2,482
Actinidaceae	1	14	0,09	6,0	2,010
Monimiaceae	1	14	0,05	5,5	1,836
Solanaceae	1	13	0,06	5,4	1,803
Myrtaceae	2	4	0,03	4,9	1,621
Sapotaceae	2	3	0,04	4,8	1,593
Cecropiaceae	1	6	0,12	4,7	1,551
Anacardiaceae	2	3	0,02	4,4	1,482
Melastomataceae	2	3	0,01	4,4	1,454
Cunoniaceae	1	6	0,08	4,1	1,370
Hipericaceae	1	7	0,05	4,0	1,338
Rosaceae	1	3	0,12	3,9	1,290
Lecythidaceae	1	3	0,02	2,7	0,897
Cyatheaceae	1	3	0,01	2,6	0,851

FAMILIA	No. Especies	No. Individuos	AB(m2)	IVIF	%
Simaroubaceae	1	2	0,02	2,5	0,844
Metiniosaceae	1	1	0,04	2,5	0,842
Acanthaceae	1	2	0,02	2,4	0,806
Rutaceae	1	1	0,02	2,3	0,764
Bignoniaceae	1	1	0,02	2,2	0,735
Vochysiaceae	1	1	0,01	2,2	0,727

#### 4.3 ESTRUCTURA DIAMÉTRICA

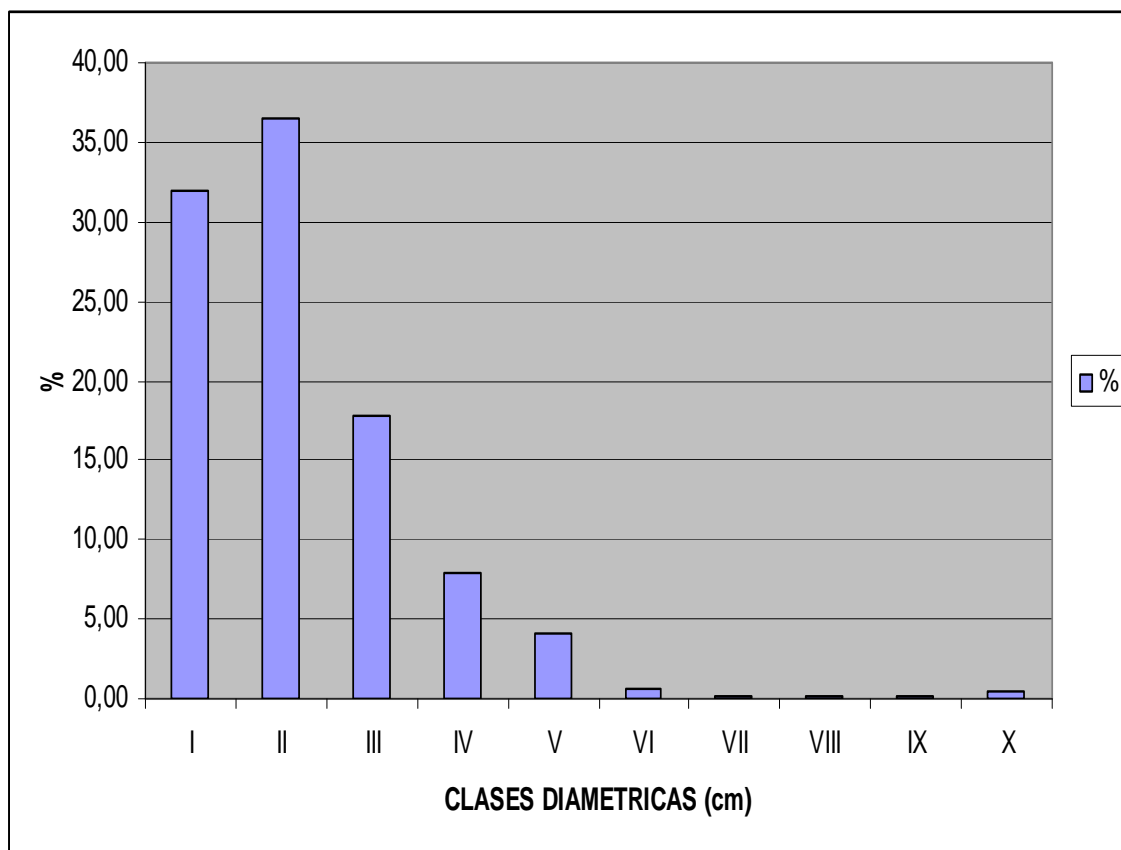
La distribución de los individuos por clases diamétricas en el bosque secundario analizado, muestra una forma decreciente con el aumento del diámetro, lo cual es típico de los bosques secundarios establecidos en zonas que han sido taladas, cultivadas y luego abandonadas, como lo afirman Richards et al. (1983) y Bodwiski (1985).

En las clases diamétricas inferiores es notoria la presencia de gran cantidad de individuos, los mayores porcentajes de frecuencias se encuentran en las categorías I y II, así: para la clase diamétrica I y II (diámetros entre 0 y 14 cm), presentan un porcentaje de 68,47% de individuos. En cambio las clases diamétricas III y IV (diámetros entre 14 y 28 cm) el porcentaje de individuos es de 65,67% y las clases diamétricas IX y X el número de individuos se reduce significativamente representando 0,68%, como se indica en la tabla 5 y figura 8.

Tabla 5. Distribución diamétrica un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca

CLASE DIAMETRICA (cm)	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA	%
0 – 7	3,5	142	31,98
7 – 14	10,5	162	36,49
14 – 21	17,5	79	17,79
21 – 28	24,5	35	7,88
28 – 35	31,5	18	4,05
35 – 42	38,5	3	0,68
42 – 49	45,5	1	0,23
49 – 56	52,5	1	0,23
56 – 63	59,5	1	0,23
63 – 70	66,5	2	0,45
Total		444	100,00

Figura 8. Distribución diamétrica un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca



#### 4.4 ESTRUCTURA ALTIMÉTRICA

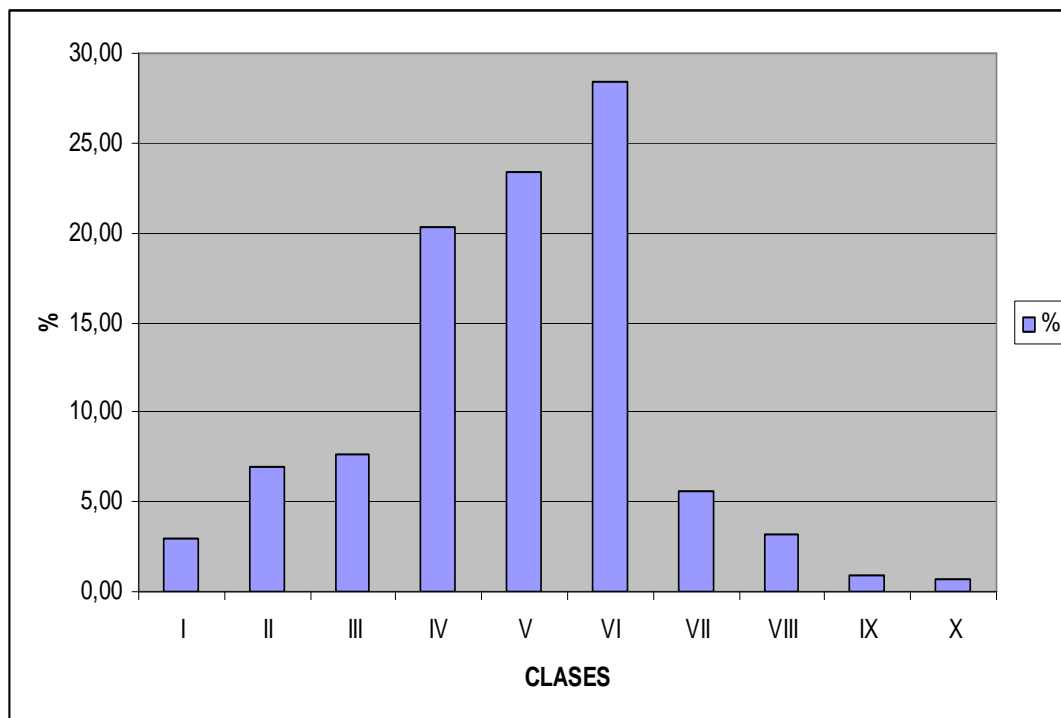
En el presente estudio se registraron un total de 444 individuos distribuidos en diez clases de altura (tabla 6). En la figura 9 se puede observar que la mayor concentración de individuos se presentan en las clases V y VI (alturas entre 10,5 y 19,5 m) que representan el 51.85% del total, para las clases I, II y III (alturas entre 1,5 y 10,5 m), representan 17.57% de individuos. En cambio las clases IX y X (alturas 25,5 y 31) el número de individuos se reduce significativamente representando el 0,58%. Como se indica en la tabla 6 y figura 9.

La mayor presencia de individuos en las clases altimétricas intermedias, se debe posiblemente a la presión que tiene el bosque por parte de los colonos de la zona, los cuales están extrayendo los árboles más grandes del bosque para su comercialización y uso domestico, al igual que aquellos árboles de poca altura para utilizarlos como tutores en las actividades agrícolas del área de influencia de estos bosques.

Tabla 6. Distribución de alturas de un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca

CLASE DE ALTURA	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA	%
1,5 – 4,5	3	13	2,93
4,5 – 7,5	6	31	6,98
7,5 – 10,5	9	34	7,66
10,5 - 13,5	12	90	20,27
13,5 - 16,5	15	104	23,42
16,5 - 19,5	18	126	28,38
19,5 - 22,5	21	25	5,63
22,5 - 25,5	24	14	3,15
25,5 - 28,5	27	4	0,90
28,5 - 31,5	30	3	0,68
Total		444	100,00

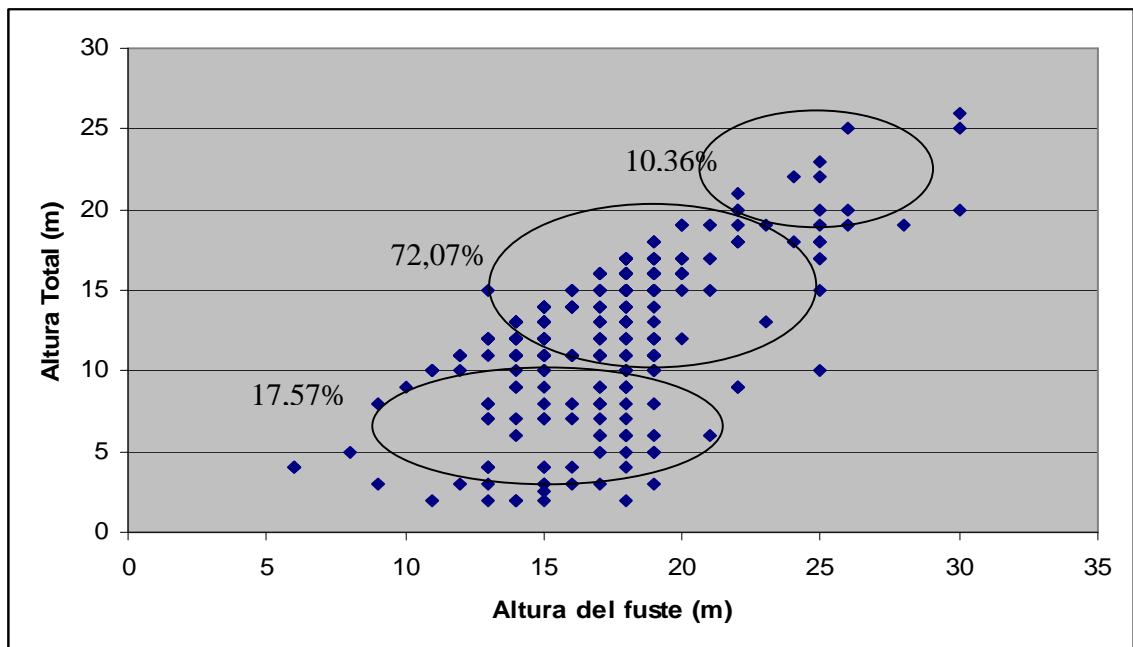
Figura 9. Distribución de alturas de un bosque secundario municipio de Santa Rosa Cauca



#### 4.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE OGAWA

Este diagrama indica la presencia de los diferentes estratos en el bosque, y cuando están agrupados en enjambres indica que hay vacíos en las copas con niveles intermedios. Para el presente estudio la mayoría de individuos están en las clases de 10 a 20 mts de altura correspondiente al 72,07% y por eso se ven agrupados, mientras que las alturas de menor de 10 mts corresponden al 17,57% y los individuos con alturas mayores a 20 mts corresponden al 10,36%, como se muestra en la Figura 10. Estos resultados difieren con los expuestos por Carvajal y López (2007), en un bosque de galería en Puerto López Meta.

Figura 10. Diagrama de Dispersión de Ogawa



#### 4.6 ESTIMACIONES DEL VOLUMEN DE MADERA TOTAL Y COMERCIAL

Para el presente estudio de acuerdo al inventario de las especies con DAP  $\geq 10$  cm, en un área de 0,26 ha, se determinó que el volumen total a apelar es igual a 106,12 m<sup>3</sup> equivalente a un volumen comercial de 69,59 m<sup>3</sup> se puede estimar que el volumen a apelar por hectárea en el municipio de Santa Rosa será de 408.15 m<sup>3</sup>/ha.

Las especies con mayor volumen a talar por hectárea son: ***Inga codonantha***, ***Hyeronima antioquensis***, ***Billia colombiana***, ***Ladembergia macrocarpa***, ***Guatteria amplifolia*** y ***Nectandra acutifolia*** como se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Volumen de las especies a talar por hectárea.

Especie	Voluen 0.26 ha	Volumen por Ha.
<i>Inga codonantha</i>	14,109	54,266
<i>Hyeronima antioquensis.</i>	14,003	53,856
<i>Billia colombiana</i>	12,658	48,685
<i>Ladembergia macrocarpa</i>	11,435	43,981
<i>Guatteria amplifolia</i>	10,182	39,162
<i>Nectandra acutifolia</i>	7,280	28,000
<i>Protium apiculatum</i>	4,661	17,927
<i>Dicryocaryum lamarckianum</i>	3,319	12,766
<i>Chrysochlamys sp.</i>	3,265	12,559
<i>Aiphanes linearis</i>	2,814	10,822
<i>Socratea exorrhiza</i>	2,794	10,745

#### 4.7. DIVERSIDAD ALFA

4.7.1 Coeficiente de Mezcla. Es el Indicativo de obtención de la riqueza florística. Es la relación del número de especies identificadas con el número total de individuos registrados en el intervalo.

Para el presente estudio el número de especies identificadas fue 56; para un número total de individuos registrados de 444, entonces, C.M. = 1/ 8. Lo anterior indica que por cada especie se presentan aproximadamente 8 individuos. Este bosque puede considerarse diverso, si se compara con los bosques del norte del Tolima, donde el coeficiente de mezcla aproximado es 1:4,72 para individuos con diámetros mayores a 10 cm (Melo 2000). Lamprecht 1990 señala que en bosques amazónicos el coeficiente de mezcla varía entre 1:3 y 1:4, donde valores correspondientes a condiciones promedio son de aproximadamente 1:7. En Carare, Colombia, el coeficiente de mezcla aproximado es 1:7 (Lamprecht 1990).

4.7.2 Índice de Diversidad de Shannon-Weaver. Para este estudio, se obtuvo un valor de 2,81 estando dentro de los valores reportados por Margalef (1986), quien afirma que el valor de este índice se encuentra acotado entre 1,5 y 3,5, y solamente en raras ocasiones sobrepasa 4,5. Este valor es similar a los reportados por Ordóñez (2002) en los bosques secundarios altoandinos del municipio de Pasto.

4.7.3 Índice de Diversidad de Simpson. Para las especies reportadas en este estudio, se calculo un índice de Simpson de 0.084, lo cual indica que el bosque secundario del municipio de Santa Rosa – Cauca -, presenta una alta diversidad. Valor similar a los reportados por Ordoñez (2002) en los bosques secundarios alto andinos del municipio de Pasto.

#### 4.8 PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL

El estado actual de la regeneración natural registrado para todos los individuos leñosos menores de 2.5 cm de DAP, se presenta en la tabla 7.

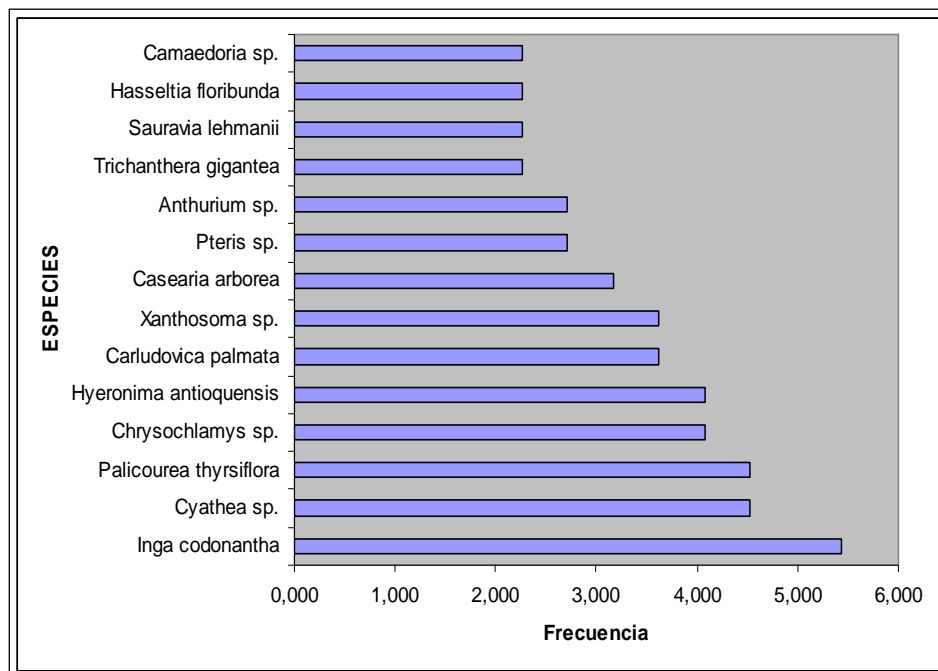
Tabla 8. Número de individuos, especies y familias de la vegetación leñosa menor de 2.5 cm.

Numero de Individuos	Numero de Especies	Numero de Familias
232	74	40

El mayor aporte al proceso de regeneración natural lo hacen las especies *Inga codonantha* (5,4%), *Cyathea andina* (4,5%), *Palicourea thyrsoiflora* (4,5%), *Chrysochlamys sp* (4%), *Hieronima antioquiensis* (4%), *Carludovica palmata* (3,6%), *Xanthosoma sp* (3,6%), *Casearia arborea* (3,2%), y *Pteris sp* (2,7%). las cuales representan el 35,74% de la regeneración natural.

Las familias que se presentan en mayor proporción en la regeneración natural son **Acanthaceae** (8,11%), **Euphorbiaceae** (8,11%), **Rubiaceae** (8,11%), **Lauraceae** (6,76%), **Araceae** (5,41%), **Solanaceae** (5,41%), las cuales presentan el 42% de las familias encontradas, esto demuestra la continuidad de las especies en este bosque.

Figura 11. Frecuencia de Especies menores de 2.5 cm de DAP





## 5. PROGRAMA DE MANEJO DE REMOCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

El conjunto de medidas que agrupa este programa pretende evitar la expansión o multiplicación de los impactos sobre la cobertura vegetal mediante la aplicación de medidas que previenen o se anticipan al corte innecesario de vegetación. Previendo y mitigando los impactos de pérdida de la cobertura vegetal, afectación matriz de vegetación, afectación a comunidades faunísticas, afectación de ecosistemas sensibles y áreas protegidas.

### 5.1 CONTROL DE DESPEJE DE SERVIDUMBRE

*a) Tipo de medida:* Prevención y mitigación

*b) Tipo de acción:* Procedimiento

*c) Objetivo de la medida:* Prevenir la expansión de los impactos a controlar, evitando el corte innecesario de vegetación constituida por bosque, bosque ripario, rastrojos y matorrales dentro del área de servidumbre de la línea, cuando se esta realizando el despeje de la servidumbre, la riega, tendido e izado del pescante y posterior tendido de los conductores.

*d) Impactos a controlar:*

- Desestabilización de laderas
- Afectación de cuerpos de agua
- Pérdida de la cobertura vegetal
- Afectación matriz de vegetación
- Afectación de ecosistemas sensibles
- Afectación de áreas protegidas
- Afectación a comunidades faunísticas
- Afectación de especies vedadas

*e) Descripción y especificación de la medida:* Durante el despeje de vegetación dentro del área de servidumbre se debe restringir el corte innecesario de vegetación del área requerida para realizar los trabajos de tendido de la línea y para prevenir acercamientos con los cables, para esto se debe utilizar equipo topográfico que permita la ubicación de señales guía dentro de la cobertura vegetal a ser talada guardando el rumbo correcto entre una torre y otra.

Durante el izado del pescante, según se esquematiza en la Figura 8 se pueden presentar las situaciones que se describen a continuación:

- La vegetación presenta acercamiento: Como resultado de la altura de los árboles y la topografía, la mayor parte de las copas quedan dentro de la distancia de seguridad, es decir a 6,8 m del conductor, de acuerdo con los rangos

establecidos para línea de 230 kV y para alturas entre 538 msnm a 3.296 msnm., por lo cual se debe realizar la tala total en la franja autorizada (en promedio 15 m).

- La vegetación no presenta acercamiento: Como resultado de la topografía del terreno y de la altura de la vegetación las copas de los árboles y arbustos quedan fuera de la franja de seguridad y no se prevén futuros acercamientos, en este caso se debe evitar el impacto sobre la vegetación.

En términos generales, para los sitios donde se efectuará el despeje de vegetación se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El despeje de la trocha para tendido y riega del pescante se debe realizar una vez estén ubicadas las señales por parte del equipo topográfico y éstas hallan sido verificadas por la interventoría ambiental.

- El corte de árboles se efectúa con motosierra entre 20 a 40 cm de su base y se orienta la caída en dirección al avance del corte.

- En caso de contar con condiciones adversas para la tala, tales como presencia de ramas alrededor del fuste o vientos fuertes, se debe direccionar su caída mediante la utilización de lazos o poleas y evitar el daño a árboles adyacentes fuera de la trocha permitida.

- Se deben establecer los sitios de cargue y descargue de combustible y aceite de la motosierra con el propósito de evitar vertimientos en el suelo o cuerpos de agua.

- Una vez derribado el árbol se realizará su troceo de tal forma que puedan obtenerse productos maderables como postes, piezas o trozas. mediante la utilización de la motosierra en el mismo sitio de tumba. La madera extraída se apilara en los sitios convenidos con el propietario del predio. El material de desecho vegetal se dispondrá tal como se determina en la medida de manejo correspondiente.

- El profesional encargado del seguimiento ambiental, debe corroborar el alineamiento adecuado del corte, revisar las dimensiones estipuladas y exigir a los operarios el adecuado apeo y troceo de los fustes.

- Se debe reparar todo daño ocasionado a las cercas de alambre, portones y broches, que sean a consecuencia de esta actividad.

- En las zanjas profundas, nacientes de agua y áreas de preservación permanente, donde la altura de los conductores sea significativa, la vegetación deberá ser conservada o realizar solamente la apertura de trochas requeridas para el traslado de los equipos y el tendido de los conductores.

- Con el propósito de evitar la afectación sobre la regeneración natural y corte innecesario de vegetación en ecosistemas sensibles, se requiere el uso de pódicos (ver Figura 9).

*f) Periodo de ejecución:* Anterior y simultáneo al despeje de servidumbre, patios o estaciones de tendido e izado del conductor.

g) *Localización:* A lo largo del corredor de servidumbre donde hay presencia de vegetación que debe ser talada para el tendido y operación de la línea.

Figura 12. Situaciones en la riega e izado del pescante

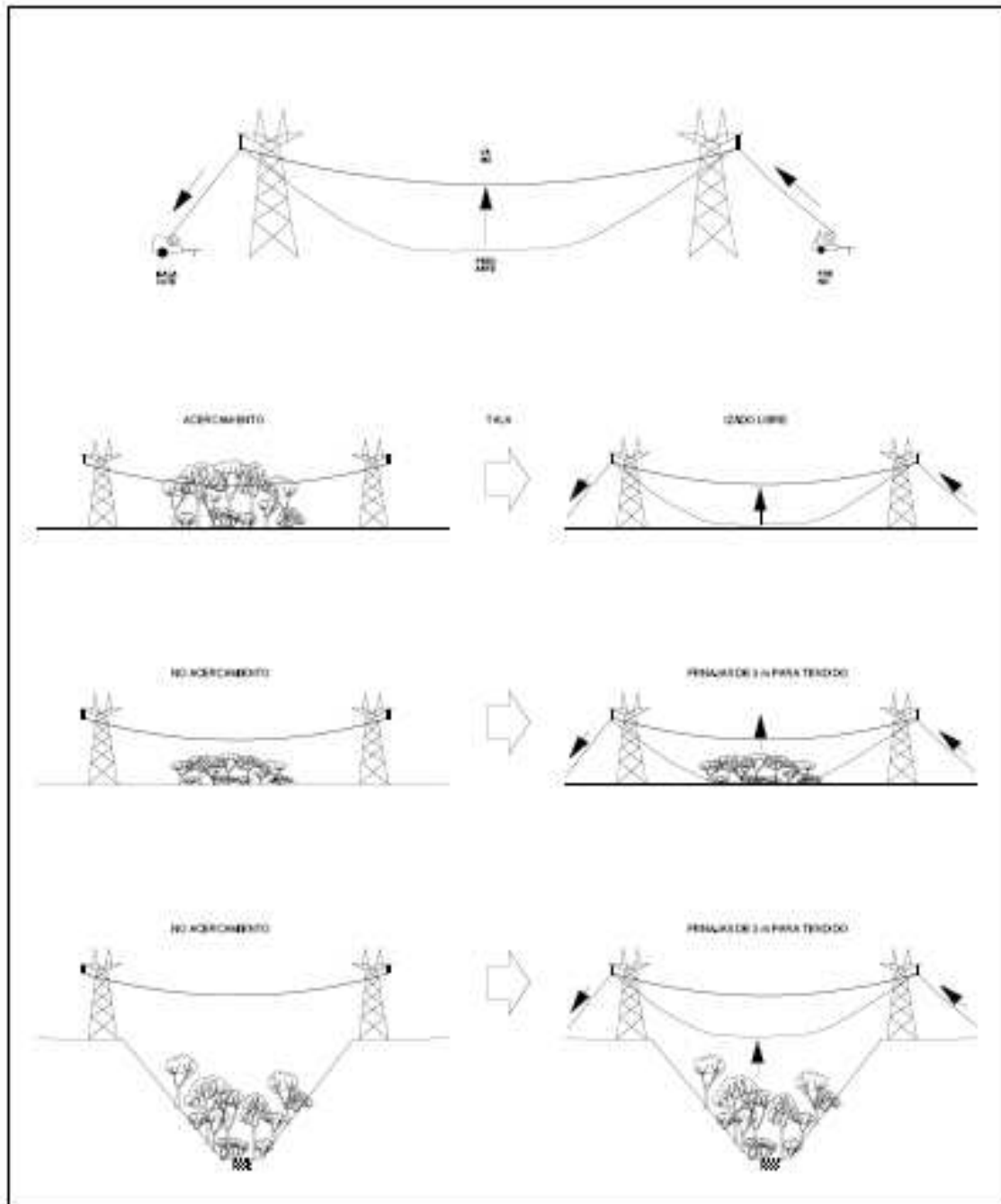
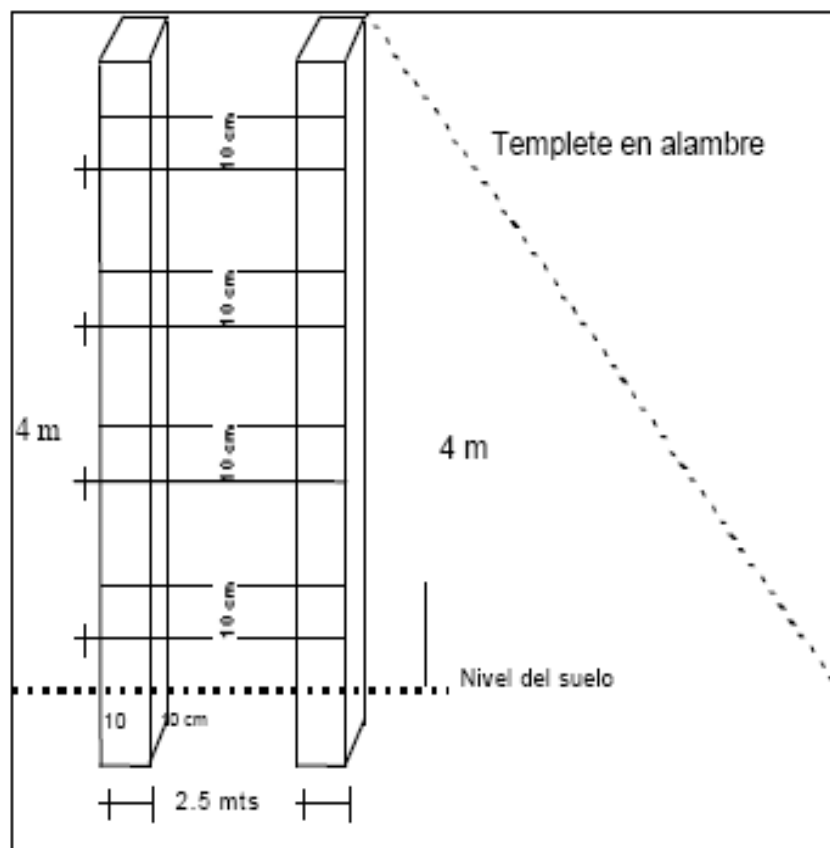


Figura 13. Esquema de pórticos para evitar corte innecesario de vegetación



g) *Responsable de la ejecución:* Interventoría y contratista

h) *Coordinación y concertación:* Personal calificado encargado del tendido del pescante y el equipo topográfico a cargo de la demarcación de la trocha en conjunto con la Interventoría.

i) *Actividades de seguimiento y monitoreo:* El monitoreo debe realizar las siguientes actividades:

- Durante la apertura del corredor para riego, tendido e izado del pescante se debe verificar el rumbo correcto de la trocha, presencia de señales guía así como el cumplimiento del ancho autorizado.
- Verificar que la tumba o poda realizada en los fragmentos de bosque, bosque ripario, rastrojo alto y plantación forestal dentro del corredor de servidumbre con acercamiento al conductor, cumpla con los requerimientos establecidos.
- Durante el despeje de servidumbre, se debe llevar un registro detallado de la actividad, consignando la información en un formato de inspección de Inventario

de rocería, poda y tala de especies, para cuantificar y establecer el cumplimiento de la medida.

*k) Indicadores de seguimiento y monitoreo:*

- Área talada o despejada / Área estimada a talar o despejar

Este indicador se calculará para la jurisdicción de cada una de las Corporaciones Autónomas Regionales

## 5.2 DISPOSICIÓN DE DESECHOS VEGETALES

*a) Tipo de medida:* Mitigación

*b) Tipo de acción:* Procedimiento

*c) Objetivo de la medida:* Disminuir y restringir salidas significativas de nutrientes mediante el retorno parcial del material vegetal talado.

*d) Impacto a controlar:*

- Afectación de cuerpos de agua
- Pérdida de la cobertura vegetal
- Afectación de ecosistemas sensibles
- Afectación de áreas protegidas
- Afectación a comunidades faunísticas

*e) Descripción y especificación de la medida:* Al remover la vegetación existente por la apertura de trocha para riego y tendido del pescante, despeje en sitios de torre e instalación y operación de estaciones de tendido, se generan egresos principalmente asociados al volumen de madera que será dispuesta en trozas para utilidad del propietario; sin embargo, el material restante puede ser dispuesto en el sitio de afectación de tal forma que se integre al ciclo de descomposición y mineralización a través del repicado y fraccionamiento de los restos de ramas, ramitas y pedazos de madera mediante la utilización de machete, mezclando los residuos finos con la hojarasca y esparciéndolos en forma uniforme.

La reducción del tamaño del material vegetal ayuda a una rápida descomposición e integración al ciclo de nutrientes del sitio. No se deben arrojar residuos vegetales a ningún cuerpo de agua, así como a vías o caminos; de igual forma, por ningún motivo se permitirá la incineración de los desechos vegetales. El material vegetal producto del despeje en la franja de servidumbre debe ser dispuesto en sitios alejados de su cota o nivel de inundación, con el propósito de prevenir el arrastre de material vegetal aguas abajo.

Durante el desarrollo de la actividad de despeje en el caso que un árbol caiga sobre un cuerpo de agua se debe evitar que se constituya en un obstáculo del normal flujo de agua y realizar los trabajos necesarios para efectuar el retiro del mismo mediante su repique. En caso de que la labor represente riesgos para el personal, se debe mover hacia un sitio seguro para realizar su repique, asegurándose que sobre las márgenes o lechos, no quede ningún residuo vegetal que pueda ser arrastrado por el agua.

*f) Periodo de ejecución:* Simultáneo y posterior a la remoción total o parcial de la vegetación durante el despeje de servidumbre, patios o estaciones de tendido e izado del conductor.

*g) Localización:* A lo largo del corredor de servidumbre donde hay presencia de vegetación que debe ser talada para el tendido y operación de la línea.

*h) Responsable de la ejecución:* Contratista

*i) Coordinación y concertación:* Reunión de información y capacitación del contratista con el personal calificado y no calificado encargado de la remoción parcial o total de vegetación dentro del corredor de servidumbre en coordinación con la Interventoría.

*j) Actividades de seguimiento y monitoreo:* Verificar la realización del repique del material de desecho vegetal removido durante la apertura de trocha para el tendido y riega del conductor y en los sitios de torre donde se removerá vegetación leñosa, así como su correcta disposición.

*k) Indicadores de seguimiento y monitoreo:* Área real de repique (ha)/ Área estimada de repique (ha).

## 6. PROGRAMA DE COMPENSACIÓN FORESTAL

Este programa tiene como propósito compensar los impactos por pérdida de la cobertura vegetal y afectación a comunidades faunísticas. El objetivo principal es concertar con las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción dentro del área de influencia local, los posibles proyectos de desarrollo que puedan ser apoyados por los recursos destinados a la reforestación compensatoria y que tiendan a compensar el impacto biótico como por ejemplo la compra de predios, conservación de cuerpos hídricos y educación ambiental, entre otros

## CONCLUSIONES

- ◆ Los bosques del municipio de Santa Rosa (Cauca), exhiben una relativa variedad de especies, géneros y familias de plantas. Al censar los individuos vegetales  $\geq 2,5$  cm de DAP se registraron 444 individuos, correspondientes a 56 especies y 31 familias en 0,26 ha, equivalente a 1708 árboles por ha. Las familias botánicas con mayor número de géneros son: Palmae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Lauraceae.
- ◆ De acuerdo con los resultados en el presente estudio se determinó que las especies con mayor abundancia son ***Inga codonantha***, ***Hyeronima antioquiensis***, ***Guatteria amplifolia***, y ***Socratea exorrhiza***.
- ◆ Las familias mas destacadas en este bosque secundario son Euphorbiaceae, Palmae, Mimosaceae, Rubiaceae, Lauraceae y Anonaceae las cuales se caracterizan por su mayor aporte ecológico a la estructura del bosque.
- ◆ El bosque secundario del municipio de Santa Rosa – Cauca Colombia - presenta una alta diversidad de especies de acuerdo con los Indices de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson. Comparado con los datos reportados por Ordoñez (2002) en los bosques secundarios altoandinos del municipio de Pasto.



## RECOMENDACIONES

- ◆ Dirigir la investigación en esta zona del país de una forma interdisciplinaria para obtener mejores alternativas de producción para la comunidad del área y así disminuir la presión sobre los bosques primarios y secundarios.
- ◆ Implementar programas con la comunidad con el fin de orientarla sobre el aprovechamiento racional y sostenible de los bosques primarios y secundarios que se encuentran en la bota caucana.
- ◆ Incrementar la investigación en el bosque secundario con respecto a los subproductos que podrían ser aprovechados, ya que en este campo falta mucho por conocer. Productos no maderables del bosque.
- ◆ Realizar ensayos de adaptabilidad y productividad para la zona, de especies agrícolas bajo sistemas hidropónicos o similares con la finalidad de dar alternativas de producción a la comunidad.
- ◆ Adelantar procesos de recuperación del bosque primario, vinculando a la comunidad circundante a través de programas de siembras y guardabosques con un estímulo económico que los afiance mas a su media. Igualmente vincularlos a programas de ecoturismo, gracias al conocimiento que tienen de la zona.
- ◆ Reservar zonas específicas para mantener la diversidad biológica «Corredores Biológicos», en sitios donde aún existen bosques primarios, en áreas de márgenes hídricas, en áreas de captación y suministro de agua.
- ◆ Una vez ejecutado el proyecto de interconexión eléctrica a 230 kV Betania – Frontera, desarrollar el programa de revetalización y compensación forestal de mano con la comunidad del las áreas afectadas.

## BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA, CAUCA. Esquema de Ordenamiento Territorial. 2001.

ALVIRA, R, C. 1996. Estructura y composición florística de cuatro estados sucesionales de bosque húmedo tropical en el piedemonte llanero. Trabajo de Grado (biología). Universidad de los Andes. Facultad de ciencias. Santafe de Bogotá D.C. 40 p.

ANDRADE, G. I. 1993. Biodiversidad y conservación en Colombia. EN: Nuestra diversidad Biológica. CEREC. Fundación Alejandro Angel Escobar. Bogotá, p. 25-40.

ANDRADE, G. I. 1992. Biodiversidad y conservación en Colombia. EN Biodiversidad, conservación y Uso de los Recursos Naturales: Colombia en el contexto internacional. Cerec-Fescol, Bogotá. p. 9-71.

BAZZAZ, F. A. Y PICKETT, S. T. A. 1988. Ecofisiología de la sucesión tropical: Una revisión comparativa. En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente. No. 6 Pp 1-27.

BLACK, G.A., DOBZHANSKY, T., PAVAN, C. 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. Botanical Gazette, 111: 413 – 425.

BROWN, S; LUGO, A. 1990. Tropical secondary forest. Journal of Tropical Ecology 6:1-32.

BRUNING, E. 1983. Vegetation structure and growght. In: Golly F. B. (ed). Tropical Rain Forest Ecosistem, Structure and Funtion. Elsevier, Amsterdam. Pp 49-76.

BUDOWSKI, G. 1961. Studies on Forest Succession in Costa Rica and Panama, Ph.D. Thesis Yale University, New Haven. Conn.

BUDOWSKI, G. 1985. Studies on Forest Succession in Costa Rica and Panama, Ph.D. Thesis Yale University, New Haven. Conn.

CARVAJAL, L Y LOPEZ, C. A. 2007. Composición Florística y Estructural del Bosque de Galería, Puerto López, Meta. p. 23 - 47.

- CAVELIER, J. & A. ETTER. 1995. Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of Opium. Pp. 541– 549. En: S.P. Churchill, H. Basel, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- CAVELIER, J. & SANTOS, C. 1999. Efecto de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. En Rev. Biol. Trop. , 47 (4): 775-784.
- CLEEF, A. RANGEL CH. Reconocimiento de la Vegetación de la parte Alta del transepto Parque de los Nevados. EN: VARDERHAMMENT, T. PEREZ P. A y PINTO E. P. (eds). La cordillera central colombiana, transepto parque de los nevados. Estudios de ecosistemas tropanoandinos. Alemania. 1983. p. 153-173.
- CORDOVA, CASILLAS. B. 1985. demografía de Arboles Tropicales. EN: GOMEZ POMPA, A y DEL AMO, S. investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Volumen II. México: Compañía editorial Continental, p. 103-128.
- CONSULTORIA COLOMBIANA. Interconexión con Ecuador Proyecto UPME- 01-2005. Estudio de Impacto Ambiental. 2006.
- DAVIS, T.A.W. & RICHARDS, P.W. 1934. The vegetation of Moraballi creek, British Guiana . An ecological study of a limited area of tropical rain forest. II. Journal of Ecology 22: 106-155.
- DEL VALLE, J. I. 1986. La ecuación de crecimiento de von Bertalanffy en la determinación de la edad y el crecimiento de árboles tropicales. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 39. No 1. Pp. 45 – 74.
- FABER - LANGENDOEN, D. 1991. Manejo del Bosque húmedo de la concesión del Bajo Calima, Colombia. Informe de investigación No. 131. Celulosa y Papel de Colombia S.A. Departamento Forestal, Cali.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- FINEGAN, B. 1993. Procesos dinámicos en bosques naturales tropicales. Curso de bases ecológicas para la producción sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 25 p.
- FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/COSUDE. 26 p.

- FORERO, L. A. y ORDOÑEZ, H. R. 1992. Estudio Ecológico Estructural del Bosque de Segundo Crecimiento (5 a 20 años de edad) en el Bajo Calima, Buenaventura – Colombia. Tesis de grado (Ingeniero Forestal), Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué.
- FOURNIER, L. A. 1989. Importancia de la reforestación natural en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 13(1):127-133.
- GENTRY, H. A. 1992 Diversity and floristic composition of Andean forest of Peru and adjacent countries: Implications for their conservation. *Mem. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado"* 21: 11–29.
- GENTRY, H. A. 1988. El significado de la biodiversidad. EN: Nuestra Diversidad Biológica. CEREC. Fundación Alejandro Ángel Escobar. Bogotá, p. 13-14
- GENTRY, H. A. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84
- GIRALDO, CAÑAS. D. 2000. Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia, Colombia). *Darviniana*.
- GÓMEZ-POMPA, A. & C. VÁZQUEZ-YANES. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. Pp. 2:191-239, *en: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México* (A. Gómez-Pompa y S. del Amo, eds.). Editorial Alhambra, Mexicana, México.
- GRANADOS, S. D. 1983. Métodos de estudio para la vegetación. Departamento de zonas áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Méjico. 58 p.
- HENDERSON, et al. 1991. Neotropical plant diversity. *Nature*. 351:21-22
- HOLDRIDGE L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica, pp. 9.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. IAVH. 2000. Convenio de las Naciones Unidas sobre diversidad biológica y protocolo de Cartagena sobre seguridad en la biotecnología. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 99 pp.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. IAVH. 1997. Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia. Bogotá. T. 1-3.

KRIEGUER, K; OCHOA, D.A; 2002. Estado de la investigación en biodiversidad y de la cooperación científica y técnica en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Agencia de Cooperación Alemana del desarrollo GTZ. 30 p.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Rossdorf: Deutseche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, 335 P.

LEMA T. Alvaro. 1995. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 401 p.

LOESTSCH, et al. Forest Inventory. München: BLV, 1964. v.1. 436p.

LUGO, A. E. Erney Flor. 1970. Some Tropical Ecosystems Soil Crop. Scien. Sol. Florida. 53 p.

MACHADO, C. ABSALON. 1994. Condiciones Institucionales y Regulación del Impacto Socioeconómico del Cambio en la Alta Montaña. En: Memorias del seminario taller sobre alta montaña colombiana. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fiscales y Naturales, colección memorias No. 3. Santafe de Bogotá, D. C. Pp 71-81.

MAGURRAN, A. 1988. Ecology diversity and it's measurement. New Jersey. Pinceton. 179 p.

MATEUCI, S. y COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washinton: OEA, 163 p. + ilustraciones (OEA, Serie de biología; No. 22).

MELO, O. A. 2000. Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 150 P.

MILLER, KENTON. 1993. Biodiversidad y Conservación en Colombia. EN: Nuestra Diversidad Biológica. Nuestra Diversidad Biológica. CEREC. Fundación Alejandro Angel Escobar. Bogotá, p. 194-199.

MOLANO, G, J. 1989. Biogeografía de los páramos de Colombia. En: Suelos Ecuatoriales. Vol. 19, N. 1 (jul.); p 1-5.

MOLINA, L. A. y SERNA, E. 1998. Estructura y Clasificación de la vegetación arbórea de un Bosque de niebla Reserva Natural Karagabi, Pueblo Rico, Risaralda. Medellín, 146 p. Trabajo de Grado (Ing. Forestal) Universidad Nacional

de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales.

MORI, A. S. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest (notes). *Biotropica*. 68-7

NAMKOONG, G. 1995. What do measures of diversity tell us?. In: Boyle, T. J. B. & Bonntawee. (eds) *Measuring and Monitoring biodiversity in tropical and temperature forest*. CIFOR-IUFRO.

ODUM, E. P. 1969. *Ecología: estructura y función de la naturaleza: los modernos principios de flujo de energía y ciclos biogeoquímicos*. Compañía Editorial Continental, S. A. México 201 p.

ODUM, E. P. 1985. *Ecología*. Interamericana, Río de Janeiro, 434p.

ORIAN, G. H. 1994. Global biodiversity I. In: Meffe, G. H. & Carroll, R. C. (eds). *Principles of conservation biology*. Pp. 78-103.

PARRA, L. A. & VALENCIA, A. E. 1998. Las comunidades arbustivas del páramo de sabanas (Alto el Morro) y su relación con algunas variables del suelo, municipio de Belmira. Medellín, 100 p. Trabajo de grado (Ing. Forestal). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales.

PIRES, J.M.; DOBZHANSKY, T.; BLACK, G.A. 1953. An estimate of the number of species of trees in an Amazonian forest community. *Botanical Gazette*. 114(4): 467-477.

POMBO, D. 1988. Biodiversidad. Una nueva lógica para la naturaleza. EN: *Diversidad Biológica y Cultural*. ILSA; IGEA, WWF. p. 61-86.

RICHARDS, M. 1996. *A Review of the Options for Colonist Technology Development on the Amazon Frontier*. ODI, London.

RICHARDS, P. 1983. The Three-dimensional Structure of Tropical Rain Forest. In: Sutton, S. *et al.* (eds.). *Tropical Rain Forest Structure and Management*. Blackwell Scientific Publishers. Oxford. Pp 3- 10.

RICKER, M. & DALY, C. D. 1998. *Botánica Económica en Bosques Tropicales. Principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. Editorial Diana, S. A. México, D. F. 293 p.

ROLLET, B. 1980. organización. En UNESCO/PNUMA/FAO. Ecosistemas de los Bosques Tropicales. Informe sobre el estado del conocimiento. Roma UNESCO/PNUMA/FAO. p. 126-162.

SANCHEZ, D. S. y VELASQUEZ, R. O. 1997. Estudio de la diversidad florística de la región de los farallones del Citara (Choco Biogeográfico) municipio de Betania (Antioquia). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología – Ministerio del Medio Ambiente. 134 p.

STURGES. H. 1926. The choice of a class-interval. Journal of the American Statistical Association (21): 65-66.

VARON, Teresita, P. 2000. Propuesta para la restauración y manejo de riveras en la frijolera y el algarrobo – Porce II. Medellín. 209 p. Trabajo de Grado (Posgrado en bosques y Conservación Ambiental). Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales.

UNESCO, PNUMA y FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid, 573-88.

URIBE, G. A. 1984. comportamiento de las distribuciones deámetricas de frecuencias de bosques disetáneos. Medellín, seminario (Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 90 p.

URREGO, D. H. y ECHEVERRI, S. V. 2000. Análisis estructural. En: URREGO, D. H. y GONZALEZ, C. Estudios ecológicos en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Porce II. Silvicultura, ecofisiología y palinología. Empresas públicas de Medellín, Universidad Nacional, sede Medellín. Medellín. Pp. 7-42.

VARON, T. P. 1999. Propuesta para la restauración y manejo de riberas en la frijolera y el algarrobo – Porce II.. Medellín, 209 p. Trabajo de grado (postgrado en Bosques y Conservación Ambiental). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales.

WHITMORE, T. C. 1978. The Forest ecosystems of Malasia, Singapore and Brunei: description and research needs. In tropical forest ecosystems. Paris, p. 641-653.

YANINE et al., 1998. Los ecosistemas. En: “El medio ambiente en Colombia”. IDEAM – Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D. C., 228-274 p.

## ANEXOS 1. Formato Recolección de la Información



**ANEXO 1. FORMULARIO DE CAMPO**

Fecha : \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

PARCELA	No IND.	NOMBRE COMUN	CATEGORIA	DAP(cm)	Ht (m)	Hc (m)	OBSERVACIONES