

**IDENTIFICACIÓN DEL CORREDOR BIOLÓGICO BOSQUE ALTO ANDINO -  
SUBCUENCA MEDIA DEL RÍO LAS PIEDRAS, VEREDA QUINTANA EN EL  
MUNICIPIO DE POPAYÁN - DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



**JHON FERNANDO DELGADO PEREZ  
EDISSON PACHECO ORTEGA**

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

**IDENTIFICACIÓN DEL CORREDOR BIOLÓGICO BOSQUE ALTO ANDINO -  
SUBCUENCA MEDIA DEL RÍO LAS PIEDRAS, VEREDA QUINTANA EN EL  
MUNICIPIO DE POPAYÁN - DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**JHON FERNANDO DELGADO PEREZ  
EDISSON PACHECO ORTEGA**

**Trabajo de Grado en la Modalidad de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Forestal**

**Director:  
Msc. JUAN PABLO PAZ CONCHA**

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

Nota de aceptación

Los jurados han revisado este trabajo,  
han escuchado su sustentación y lo  
encuentran satisfactorio.

---

---

Director: Ecol. JUAN PABLO PAZ CONCHA

---

---

Jurado: Ing. CATALINA GARCIA  
SOLÓRZANO

---

---

Jurado: Ecol. SANDRA MORALES

Popayán, 8 de abril 2011

**DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo a Dios y a nuestros padres por el apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación. Igualmente a los profesores de la Universidad del Cauca del Programa de Ingeniería Forestal por toda la colaboración recibida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Comunidad Asociación Campesina Red de Reservas ASOCAMPO, parte alta de la Subcuenca Rio Las Piedras, por compartir sus conocimientos y saberes y permitir llevar a cabo la investigación en sus reservas forestales.

A la Fundación Procuena Rio las Piedras División Ambiental de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P por permitirnos adelantar nuestro trabajo de grado en los subprogramas del plan estratégico de la Cuenca Rio Las Piedras.

A JUAN PABLO PAZ CONCHA, Ecólogo y Director de la investigación por su asesoría durante la investigación.

A CATALINA GARCÍA SOLÓRZANO, Ingeniera Forestal y Evaluador de la investigación por su asesoría profesional.

A SANDRA MORALES, Ecóloga, y Evaluador de la investigación por su asesoría profesional.

A ROMÁN OSPINA MONTEALEGRE, Ingeniero Forestal y Profesor de la Universidad del Cauca por su asesoría profesional.

A JOSÉ FRANCO ALVIS GORDO, Ingeniero Forestal y Profesor de la Universidad del Cauca por su asesoría profesional.

A BERNARDO RAMÍREZ, Licenciado en Biología y Profesor de la Universidad del Cauca por su asesoría profesional.

A FERNANDO FELIPE MUÑOZ, Biólogo y Miembro del Grupo de Estudios Ambientales GEA de la Universidad del Cauca por su asesoría profesional.

**CONTENIDO**

	<b>pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
1.1 SUBCUENCA RIO LAS PIEDRAS	9
1.2 GENERALIDADES DE LA FRAGMENTACIÓN	9
1.3 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	11
1.4 CORREDOR BIOLÓGICO (ECOLÓGICO)	12
1.5 ESTRUCTURA HORIZONTAL	13
1.6 MEDIDAS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES	15
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>16</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	16
2.1.1 Localización	16
2.1.2 Condiciones climáticas	16
2.2 COBERTURAS VEGETALES	17
2.2.1 Procesamiento digital de imágenes (PDI)	17
2.3 SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO	19
2.4 MUESTREO DE CAMPO	19
2.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	20
2.6 SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD	20

<b>3 RESULTADOS</b>	22
3.1 COBERTURA BOSQUE DENSO	23
3.1.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura bosque denso	24
3.2 COBERTURA BOSQUE ABIERTO	27
3.2.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura bosque abierto	28
3.3 COBERTURA RELICTO DE BOSQUE	32
3.3.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura relictos de bosque	32
3.4 COBERTURA MATORRALES Y PASTOS CON RASTROJOS	36
3.5 COMPARACIÓN ENTRE LAS COBERTURAS MUESTREADAS	38
3.6 LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO Y LA ORDENACIÓN	41
3.6.1 Propagación de especies nativas en vivero	43
3.6.2 Enriquecimientos y cercas vivas con especies nativas	43
3.6.3 Monitoreo y control de los procesos de conservación y restauración ecológica	47
<b>4. CONCLUSIONES</b>	49
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	51
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	52
<b>ANEXOS</b>	56

**LISTA DE CUADROS**

	<b>pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Definición por clases de frecuencia para la cobertura de bosque Denso	26
<b>Cuadro 2.</b> Definición por clases de frecuencia para la cobertura de bosque abierto	30
<b>Cuadro 3.</b> Definición por clases de frecuencia para la cobertura de relicto bosque	34
<b>Cuadro 4.</b> Resultados de Alfadiversidad de Simpson y Margalef para las coberturas de bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque	38
<b>Cuadro 5.</b> Similaridad de especies en las coberturas bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque, Bray – Curtis de especies	39
<b>Cuadro 6.</b> Resultado análisis de varianza en las coberturas bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque	40
<b>Cuadro 7.</b> Diferencias significativas entre las coberturas, prueba de Tukey	40
<b>Cuadro 8.</b> Especies identificadas para la conservación y restauración de las reservas forestales	46



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Mapa ubicación área de estudio	16
<b>Figura 2.</b> Imagen satelital Landsat ETM+ 2008	17
<b>Figura 3.</b> Georreferenciación de imágenes satelitales, asignación de puntos de control	18
<b>Figura 4.</b> Clasificación de imágenes satelitales	18
<b>Figura 5.</b> Digitalización de las coberturas y su posterior representación en forma de polígonos	19
<b>Figura 6.</b> Mapa de coberturas y usos del suelo	22
<b>Figura 7.</b> Formato de registro de los taxones en el herbario Universidad del Cauca (CAUP)	23
<b>Figura 8.</b> Cobertura bosque denso	24
<b>Figura 9.</b> Abundancia relativa de especies en la cobertura bosque denso	24
<b>Figura 10.</b> Dominancia relativa de especies en la cobertura bosque denso	25
<b>Figura 11.</b> Distribución de frecuencias de especies para la cobertura bosque denso	26
<b>Figura 12.</b> Índice de valor de importancia de especies para la cobertura bosque denso	27
<b>Figura 13.</b> Cobertura bosque abierto	28
<b>Figura 14.</b> Abundancia relativa de especies en la cobertura bosque abierto	29
<b>Figura 15.</b> Dominancia relativa de especies para la cobertura bosque abierto	15

<b>Figura 16.</b> Distribución de frecuencias de especies para la cobertura bosque abierto	30
<b>Figura 17.</b> Índice de valor de importancia de especies para la cobertura bosque abierto	31
<b>Figura 18.</b> Cobertura de relictos de bosque	32
<b>Figura 19.</b> Abundancia relativa de especies en la cobertura relicto de bosque	33
<b>Figura 20.</b> Dominancia relativa de especies para la cobertura relicto de bosque	34
<b>Figura 21.</b> Distribución de frecuencias de especies para la cobertura relicto de bosque	35
<b>Figura 22.</b> Índice de valor de importancia de especies para la cobertura relicto de bosque	35
<b>Figura 23.</b> Coberturas de matorrales y pastos con rastrojos	37
<b>Figura 24.</b> Abundancia relativa en las coberturas de matorrales y pastos con rastrojos	37
<b>Figura 25.</b> Análisis de Clúster de Bray – Curtis de especies	39
<b>Figura 26.</b> Diferencia de riqueza de especies de acuerdo a la variable DAP y altura > 5m	41
<b>Figura 27.</b> Matriz de la telaraña para los recursos agua, bosque y suelo	42
<b>Figura 28.</b> Coberturas para la implementación de la HMP	44
<b>Figura 29.</b> Identificación del Corredor biológico Cuenca media Rio Las Piedras	45

**LISTA DE ANEXOS**

	<b>pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Planilla de campo	56
<b>Anexo B.</b> Puntos de amarre para el trazado de las parcelas en las coberturas bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque	57
<b>Anexo C.</b> Informe taller de socialización con la comunidad	58
<b>Anexo D.</b> Registro de especies identificadas en el herbario de la Universidad del Cauca CAUP	59
<b>Anexo E.</b> Cuaderno de campo	60
<b>Anexo F.</b> Número de individuos encontrados en 0,03 Ha de bosque denso por cada especie y familia	85
<b>Anexo G.</b> Índices convencionales para evaluar la estructura horizontal de bosque denso	87
<b>Anexo H.</b> Número de individuos encontrados en 0,03 Ha de bosque abierto por cada especie y familia	89
<b>Anexo I.</b> Índices convencionales para evaluar la estructura horizontal de bosque abierto	91
<b>Anexo J.</b> Número de individuos encontrados en 0,03 Ha de relicto de bosque por cada especie y familia	93
<b>Anexo K.</b> Índices convencionales para evaluar la estructura horizontal de relicto de bosque	93
<b>Anexo L.</b> Número de individuos encontrados en 1.5 Ha en matorrales y pastos con rastrojos por cada especie y familia	95
<b>Anexo M.</b> Especies de fauna identificadas por la comunidad de ASOCAMPO en el taller de la matriz de la telaraña	96
<b>Anexo N.</b> Planilla de Monitoreo de Flora para Parcelas de Muestreo Permanente.	97

## GLOSARIO

**Arvenses:** Plantas que crecen en forma silvestre en campos cultivados o ambientes antro-pogénicos. Su presencia puede tener efectos negativos o no sobre los cultivos.

**Bosques secundarios:** Vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la cobertura boscosa original fue en su mayor parte desmontada, con menos del 10% de cobertura boscosa original.

**Cobertura vegetal:** Vegetación natural correspondiente a un área o territorio que incluye principalmente: bosques, matorrales, sabanas, vegetación de agua dulce, terrenos con escasa vegetación y áreas agropecuarias en uso.

**Conectividad ecológica:** Capacidad de conexión entre ecosistemas similares o individuos de otras poblaciones en paisajes fragmentados. Esta conexión se realiza mediante corredores ecológicos.

**Especie endémica:** es aquella que solo existe en una zona geográfica determinada, de extensión variable pero generalmente restringida en relación con el patrón geográfico de taxones con lo que se compare.

**Especie pionera:** Primera especie resistente que inicia la colonización de un sitio que ha sido perturbado, con la primera etapa de sucesión ecológica.

**Microclima:** Condiciones climáticas existentes en un espacio determinado y diferenciados de la climatología del espacio circundante. Lo componen los factores de topografía, temperatura, humedad, altitud, latitud, luz y la cobertura vegetal.

**Reserva forestal:** Área de patrimonio forestal que se puede encontrar tanto en tierras del dominio público como el privado, destinada a la producción permanente de productos forestales y otros servicios ambientales, bajo el criterio de la sustentabilidad a través de planes de manejo específicos.

**Sucesión:** Proceso de reemplazamiento de las poblaciones que conforman una comunidad por otras a través del tiempo.

## **RESUMEN**

Se determinaron en la Subcuenca media Rio Las Piedras en la Red de Reservas Municipales: San Pedro, La Cabaña - Aguas Claras, El Motilonal y El Caimo, las estrategias de conservación y restauración ecológica con el propósito de fortalecer la conectividad en los diferentes hábitats de las reservas forestales y contribuir con la regulación de los caudales y mejoramiento de la calidad del agua. Se identificaron las coberturas vegetales y cambios en el uso del suelo, se realizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado para el inventario de la vegetación, en donde se establecieron 9 parcelas al azar de 50 x 2 m y se registraron individuos con alturas iguales o mayores a 1m. Se llevo a cabo la identificación taxonómica de las especies y se generó una interpretación acerca de la estructura horizontal del bosque, donde se evaluó la abundancia, frecuencia y dominancia en cada una de las coberturas con su respectivo índice de valor de importancia (I.V.I). Además, se realizaron algunas comparaciones de composición y estructura, mediante los índices de Alfadiversidad de Simpson y Margalef y un análisis de varianza o ANOVA en el software estadístico SPSS, se propusieron algunas herramientas de manejo de paisaje y se determinaron conjuntamente los lineamientos necesarios para manejo y ordenación de las reservas forestales. Finalmente se realizó con la comunidad de la Asociación Campesina Red de Reservas ASOCAMPO la socialización del trabajo de investigación, con la actividad se buscó la concertación para que la comunidad se vincule al proceso mediante las labores de ejecución, seguimiento y sostenibilidad del proyecto. Para esta labor se trabajó con la matriz de la telaraña, donde se determinó el estado de las especies de importancia ecológica en la zona, además del uso que la comunidad le está dando a los recursos agua, bosque y suelo, y se propusieron alternativas conjuntas para recuperar, conservar y proteger la biodiversidad.

**PALABRAS CLAVES:** Biodiversidad, Conectividad, Conservación, Fragmentación, Rehabilitación, Restauración.

## **ABSTRACT**

Were determined in the average Subbasin Rio Las Piedras in the Network of Municipal Reservations: San Pedro, La Cabaña - Aguas Claras, El Motilonal and El Caimo, the strategies of conservation and ecological restoration with the intention of strengthening the connectivity in the different habitats of the forest reservations and of contributing with the regulation of the flows and improvement of the quality of the water. The coverages and changes were identified in the use of the soil, later there was realized a design of random sampling stratified for the inventory of vegetation, nine where plots established at random of 50 x 2 m and individuals

registered with equal or major heights to 1m. I carry out the identification taxonomic of the species and an interpretation was generated it brings over of the horizontal structure of the forest, were the abundance, frequency was evaluated and dominance in each of the coverage with his respective index of value importance (IVI). In addition, there were realized some comparisons of composition and structure, by means of the indexes of Alfadiversidad of Simpson and Margalef and an analysis of variance or ANOVA in the statistical software SPSS , were proposed some tools of management landscape and there decided together the limits necessary for managing and arrangement of the forest reservations. Finally there carried out with the community of the rural Association Network Reservations ASOCAMPO the socialization of the work of investigation, with the activity the conciliation was looked in order that the community links itself to the process by means of the labors of execution, follow-up and sustainability of the project. For this labor one worked with the counterfoil of the spiderwed where there decided the condition of the species of ecological importance in the zone, besides the used that the community is giving him to the resources water, forest and soil, and were proposed joint alternatives to recover, to preserve and protect the biodiversity.

**KEY WORDS:** Biodiversity, Connectivity, Conservation, Fragmentation, Rehabilitation, Restoration.

## **INTRODUCCIÓN**

El proyecto forestal para la conservación y restauración de las reservas forestales municipales: La Cabaña-Aguas Claras, San Pedro, El Motilonal y El Caimo ubicadas en la Cuenca Río Las Piedras, es un convenio que se firmó en diciembre de 2010 entre la Fundación Procuenca Río Las Piedras, División de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P y la Asociación Campesina Red de Reservas ASOCAMPO.

El estado de vulnerabilidad que presentan algunas especies de fauna como el oso de anteojos (*Tremarctus ornatus*), el baranquero (*Momotus momota*), y flora silvestre como pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), cedro negro (*Cedrela montana*), entre otras, son una de las principales razones por las cuales se ha optado por proteger los relictos de bosque que aún se conservan en los predios y que son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas forestales y del sistema en general.

De igual forma, se ha considerado importante para la zona, fortalecer los procesos de conservación y restauración ecológica, mediante la implementación de las herramientas de manejo de paisaje (HMP), con el propósito de acelerar los procesos de regeneración natural, mejorar los flujos de fauna y flora, proteger los suelos y aguas, mediante un proceso participativo incluyente que garantice la sostenibilidad del ecosistema y de las comunidades que lo habitan.

El objetivo principal de este estudio fue determinar las estrategias de conservación y restauración ecológica, para el fortalecimiento de la conectividad de las reservas forestales; dentro de las funciones a realizar se consideran identificar las zonas, las causas y procesos de fragmentación, identificar las especies con potencial para la rehabilitación del ecosistema y determinar los lineamientos para el manejo y ordenación de las reservas forestales.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 SUBCUENCA RIO LAS PIEDRAS**

La Subcuenca Rio las Piedras afluente del Rio Cauca se encuentra localizada en los municipios de Popayán y Totoró. Se ubica a los 2° 21' 45" de Latitud Norte y 76° 31' 10" Longitud Oeste en el nacimiento del rio y en la desembocadura del rio a los 2° 25' 40" Latitud Norte y 76 ° 23' 45" Longitud Oeste. Presenta un rango altitudinal comprendido entre 1980 a 3820 msnm, pertenece a ecosistemas característicos de bosques andinos, subandinos y páramos, y es considerada como un ecosistema estratégico por ser la principal fuente de abastecimiento de la capital del Departamento del Cauca, área de amortiguación del Parque Natural Puracé y la única zona de paramo del Municipio de Popayán (POMCH, 2002).

En el año 2009, la Fundación Procuencia Rio las Piedras, División de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A.E.S.P, realizaron un sondeo para reconocer las medidas de adaptación utilizadas por indígenas y campesinos habitantes de la cuenca para afrontar algunas problemáticas como el suministro de agua, perdidas en los cultivos y mayor presencia de plagas y enfermedades, evidenciadas principalmente por la variabilidad climática. Frente a esta situación se formuló un proyecto de mitigación de impactos frente al cambio climático donde se utilizó la estrategia de Escuela de Campo ECAES con la metodología aprender – haciendo. Esta técnica usa métodos innovadores y participativos para crear un ambiente de aprendizaje, replicado en fincas de aprendizaje, con intercambio de conocimientos e investigación participativa. En este proceso se establecieron 4 escuelas de campo ECAES, con 20 fincas de aprendizaje, con la participación de 160 representantes de grupos familiares (aproximadamente el 30% de la población total) y el compromiso de 4 organizaciones sociales: Cabildo Indígena de Quintana, Cabildo Indígena de Puracé, Asociación Campesina del municipio de Popayán (ASOCAMPO) y la Asociación de propietarios de Quintana (ASOPROQUINTANA (Fundación Procuencia Rio Las Piedras, 2009).

### **1.2 GENERALIDADES DE LA FRAGMENTACIÓN**

De acuerdo con Quesada (2010), la pérdida y fragmentación de hábitats se reconoce como un problema al que se enfrenta la biodiversidad, y es el producto de cambios producidos por las actividades antrópicas en constante expansión.

En este proceso generalmente se eliminan grandes segmentos de vegetación por completo, con lo cual se producen alteraciones en los patrones naturales (interferencia en los flujos naturales que suceden en los ecosistemas), dando



como resultado numerosos segmentos más pequeños y modificaciones en los arreglos espaciales de los mismos, de los que dependen muchas especies para mantener poblaciones viables (Martínez, 2008).

Según Bennet (1998) el proceso de fragmentación tiene tres componentes reconocibles:

Una pérdida general de hábitat en el paisaje (pérdida de hábitat).

Disminución en el tamaño de los segmentos de hábitat que subsisten después de la subdivisión y clareo (reducción de hábitat).

Mayor aislamiento de hábitats a medida que nuevas utilizaciones de la tierra ocupan el ambiente intermedio (aislamiento de hábitat).

Un bosque fragmentado puede ser descrito por atributos tales como el número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos. Estos pueden estar rodeados de vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso. Al conjunto de los efectos de la matriz sobre un fragmento se le conoce como efecto borde, este puede afectar las condiciones abióticas de los fragmentos, la composición y abundancia de las especies asociadas a ellos, o bien puede afectar indirectamente algunas interacciones biológicas tales como mutualismo, depredación y competencia (Bustamante y Grez, 1995).

Las alteraciones en el proceso de fragmentación se caracterizan por la extracción intensiva de productos forestales para fines comerciales y de subsistencia, la transformación de bosques para adecuar pasturas, cultivos agrícolas y las incidencias de eventos antrópicos como los incendios forestales (CRC, 2008).

Cuando este proceso es continuo, es posible identificar cuatro etapas que están basadas en la intensidad de la explotación, el uso de los bosques y las tierras forestales. La primera etapa de uso extensivo se encuentra asociada con el deterioro temprano continuo y de bajo nivel de la cobertura boscosa, la segunda etapa de explotación intensiva está asociada al deterioro brusco y acelerado de la cobertura boscosa, la tercera etapa de bosque empobrecido asociada con un aminoramiento de la destrucción forestal y el mantenimiento subsiguiente de la cobertura boscosa remanente y la cuarta etapa de recuperación forestal asociada con el aumento subsiguiente de la cobertura boscosa (CRC, 2008).

De esta forma la fragmentación puede ocasionar consecuencias que repercuten en los ecosistemas hasta el punto de llegar a la extinción local o regional de las especies, la pérdida de recursos genéticos, el aumento en la ocurrencia de plagas, y la disminución en la polinización de cultivos (Bustamante y Grez, 1995). Además, se generan unos efectos primarios reflejados en alteraciones micro climáticas (flujos de radiación, viento y agua) dentro y alrededor del hábitat

remanente (parche), y el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje (Bennet, 1998).

## 1.3 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Una herramienta importante para mitigar los procesos de fragmentación es la restauración ecológica, la cual provee de modelos, herramientas y métodos necesarios para tomar decisiones que se encaminen a la rehabilitación de un ecosistema.

Con base en los componentes y consecuencias del proceso de fragmentación se deben abordar las diferentes posiciones de la restauración ecológica (Barrera y Valdés, 2007). Una de estas consiste en la rehabilitación, la cual pretende retornar un ecosistema a su trayectoria histórica o condición original incluida la diversidad biológica (SER, 2004).

La restauración o reconstrucción del paisaje es otra de las posiciones de la restauración ecológica, en esta se busca desarrollar un paisaje atractivo en términos de productividad y conservación por otro que no lo es (Windhager, 1999).

Es importante tener en cuenta las condiciones históricas para diseñar la restauración ecológica (SER, 2004), entre estas se destacan los niveles de intervención de la capa vegetal, la pérdida de fertilidad del suelo, capacidad de regeneración nativa y las características biológicas de las especies. Para cada caso la restauración ecológica estará dirigida a recuperar ciertas funciones ecológicas originales, que permitirán mantener la estabilidad en la fertilidad, la retención del suelo y el ciclo hidrológico (Windhager, 1999).

En un proceso de restauración ecológica se debe plantear muy bien los objetivos de la restauración definidos por las características del área disturbada, la zonificación del área a restaurar para llevar a cabo una caracterización física, biótica y social del ecosistema disturbado y la definición de los factores limitantes y potenciales para la toma de decisiones viables y acertadas (Barrera y Valdés, 2007).

Para abordar la restauración ecológica es importante tener en cuenta las herramientas de manejo del paisaje, las cuales comprenden elementos del paisaje que ayudan y proveen de hábitat a las especies silvestres o que contribuyen a aumentar la conexión y la conectividad en el paisaje. En el departamento del Cauca se han trabajado algunas herramientas de manejo del paisaje como las cercas vivas, las barreras rompe viento, las barreras vivas, los sistemas silvopastoriles, los sistemas agrosilvopastoriles, los bosques protector y

protector productor, enriquecimiento de rastrojos y/o bosque natural y cercado o aislamiento de áreas con fines protectores (CRC, 2008).

Al momento de realizar estrategias encaminadas a enlazar hábitats por medio de las herramientas de manejo del paisaje se debe tener en cuenta el nivel de tolerancia de las especies ante perturbaciones y cambios en el hábitat. Estos atributos son influencias importantes en la manera como las especies perciben el paisaje y el nivel de conectividad, en este sentido algunas especies conviven con las actividades humanas en hábitats deteriorados, por lo tanto no necesitan distribuciones espaciales para la conectividad. Por otro lado hay muchos organismos que son sensibles a los cambios y deterioro del hábitat y su desplazamiento se ve limitado, en este caso las especies requieren de enlaces de hábitat (hábitats adecuados) para la supervivencia (Bennet, 1998).

## 1.4 CORREDOR BIOLÓGICO (ECOLÓGICO)

Entre las herramientas de manejo de paisaje que se están usando como medida de conservación y que han tenido mucho éxito en atraer la atención de planificadores, gestores de tierras y comunidades se encuentran los corredores biológicos (Bennet, 1998).

CRC (2008) define los corredores biológicos como áreas de bosque nativo de longitud y ancho variable, construidas mediante faenas de restauración ecológica, basadas en sucesión secundaria. Con los corredores biológicos se busca imitar la estructura y composición de la vegetación de los bosques nativos de acuerdo a un ecosistema de referencia.

Existen diversos beneficios globales que traen para la biodiversidad los corredores biológicos. Sirven como hábitats con distintos grados de importancia para tipos específicos de biodiversidad, permiten el flujo de genes, individuos y especies entre las áreas protegidas y mantienen los procesos ecológicos a grandes escalas de paisaje (Banco Mundial, 2001).

Es importante distinguir entre clases diferentes de corredores de hábitats según su origen, porque así se indica la composición y calidad de los hábitats para la vida silvestre. Existen corredores de hábitats naturales como cursos de agua y la vegetación ribereña asociada con ellos, estos suelen seguir contornos topográficos o ambientales y son el resultado de procesos ambientales naturales. los corredores de hábitats remanentes entre los cuales están las franjas de bosque no talado dentro de los claros, zonas boscosas naturales a lo largo de orillas de caminos o hábitats naturales conservados como enlaces entre recursos naturales. los corredores de hábitats regenerados que se dan como resultado del nuevo crecimiento de una franja de vegetación que antes se clareó o perturbó y

los corredores de hábitats plantados como plantaciones en fincas, protecciones contra el viento o cinturones de refugio, muchos setos vivos y algunos anillos verdes urbanos (Bennet, 1998).

## 1.5 ESTRUCTURA HORIZONTAL

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I). Los histogramas de frecuencia que son una representación gráfica de la proporción en que aparecen las especies, expresan la homogeneidad del bosque. Además, existen modelos matemáticos que expresan la forma como se distribuyen los individuos de una especie en la superficie del bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial. Estos generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus coespecíficos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural (Melo y Vargas, 2003).

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

Abundancia absoluta (**Aba**) = número de individuos por especie ( $n_i$ )

Abundancia relativa (**Ab%**) =  $(n_i / N) \times 100$

Donde:

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

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

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

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

Frecuencia relativa (**Fr%**) =  $(F_i / F_t) \times 100$

Donde:

**Fi** = Frecuencia absoluta de la iésima especie

**Ft** = Total de las frecuencias en el muestreo

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

Dominancia absoluta (**Da**) =  $G_i$

$$G_i = (\pi / 40000) \cdot \sum d_i^2$$

Donde:

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

**di** = Diámetro normal en cm de los individuos de la iésima especie

**π** = 3.1416

Dominancia relativa (**D%**) =  $(G_i / G_t) \times 100$

Donde:

**Gt** = Área basal total en m<sup>2</sup> del muestreo

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

**El Índice de Valor de Importancia (I.V.I)**, formulado por Curtis & Mc Intosh, es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Con éste índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema, La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (Melo y Vargas, 2003).

$$I.V.I = Ab\% + Fr\% + D\%$$

Donde:

**Ab%** = Abundancia relativa

**Fr%** = Frecuencia relativa

**D%** = Dominancia relativa

## 1.6 MEDIDAS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: La diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores (Melo y Vargas, 2003).

Para la evaluación de la diversidad dentro de un ecosistema en particular (Alfa diversidad) se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies. La riqueza de especies se evalúa mediante medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies (Melo y Vargas, 2003).

Entre los índices basados en la densidad de especie se encuentra el índice de Margalef (DMg), el cual transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S (Vásquez, 2008).

$$DMg = (S - 1) / (\ln N)$$

Donde:

**S**= número de especies

**N**= número total de individuos

Para evaluar la abundancia de especies se encuentra el índice de Simpson, el cual es una medida de la dominancia que se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie (Vásquez, 2008).

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

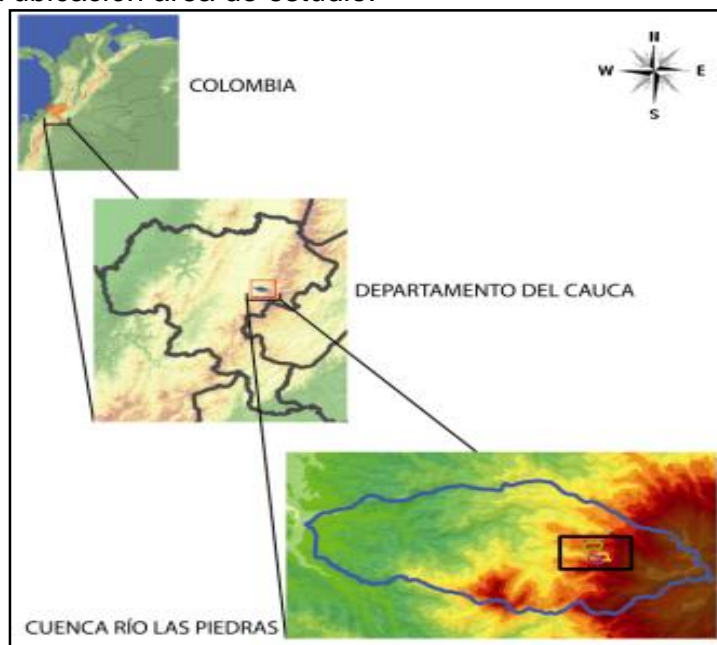
Pi= abundancia proporcional de la especie i, es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

**2.1.1 Localización.** Las reservas forestales pertenecen a la Red de Reservas de la Cuenca Río Las Piedras, se encuentran localizadas en la vereda Quintana, municipio de Popayán, se ubican a los 2° 26' 10" de Latitud Norte y 76° 25' 20" Longitud Oeste. Cuentan con una pendiente ondulada del 13 al 25 %, y su extensión aproximada de 61.8 hectáreas (Fundación Procuenca Río Las Piedras, 2004) (Figura 1).

Figura 1. Mapa ubicación área de estudio.



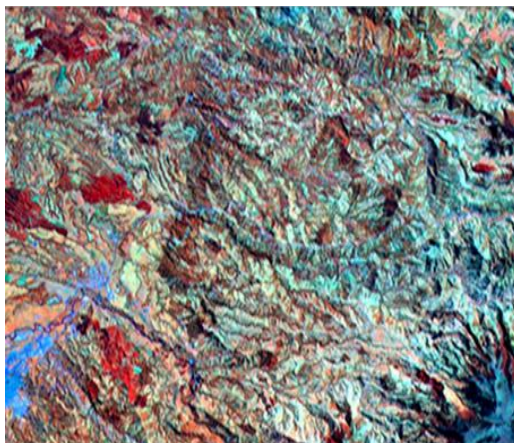
**2.1.2 Condiciones climáticas.** El área de trabajo ocupa una franja altitudinal que va desde los 2900 a los 3100 m.s.n.m, pertenecientes a la categoría de Bosque húmedo montano (bh-M), con una temperatura media anual entre 6 – 15 °C. Y Una precipitación promedio anual entre 900 – 1.000 mm (Holdridge, 1978).

La caracterización climática de la región se realizó con la información de cuatro estaciones como son: Gabriel López, Paispamba, Tunía y el Aeropuerto Guillermo León Valencia (POMCH, 2002).

## **2.2 COBERTURAS VEGETALES**

**2.2.1** Procesamiento digital de imágenes (PDI). Con el objetivo de identificar los cambios en las coberturas y usos del suelo, se hizo uso de imágenes satelitales Landsat ETM+ correspondiente al año 2008 (Figura 2), estas fueron suministradas por el Grupo de estudios ambientales - GEA de la Universidad del Cauca. Para interpretar el uso y la cobertura vegetal se escogió la composición de bandas 4,5 y 3 que corresponden al rojo, verde y azul respectivamente. Esta combinación permite mayor distinción entre las coberturas; las bandas 4 y 5 muestran más información de la vegetación, la banda 4 hace que se diferencie el agua de la tierra y la banda 3 se usa para realizar estudios de uso del suelo y para obtener mayor información sobre áreas construidas (IGAC, 2005).

Figura 2. Imagen satelital Landsat ETM+ 2008.



Fuente: Grupo de estudios ambientales GEA

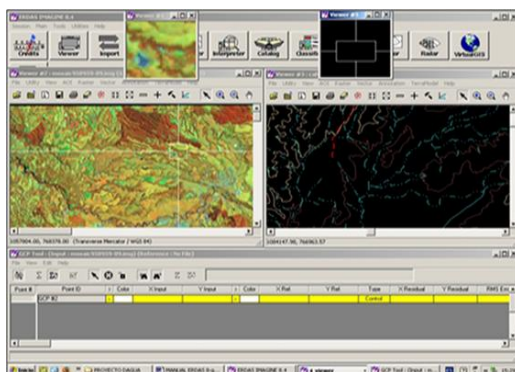
A las imágenes satelitales se le aplicaron algunas operaciones utilizando el software ERDAS IMAGINE 9.1, esto con el fin de realzar las características de cobertura y uso del suelo. Inicialmente se realiza la georreferenciación de la imagen y de forma posterior se clasifica para generar los productos cartográficos iniciales de las coberturas. Para este proceso se conto con la accesoria profesional de especialistas en sistemas de información geográfica, miembros del Grupo de Estudios Ambientales de la Universidad del Cauca. El proceso se expone a continuación:

**Georreferenciación de Imágenes.** Se asigna un sistema de coordenadas planas a la escena de trabajo, para ello se generaron puntos de control, a partir de



cartografía base ó imágenes ya georreferenciadas, las cuales permiten incorporar coordenadas planas en las imágenes. (Figura 3).

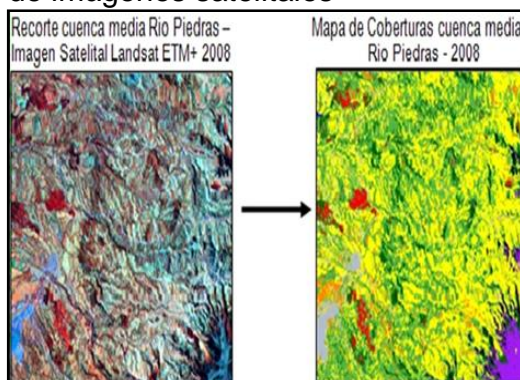
Figura 3. Georreferenciación de imágenes satelitales, asignación de puntos de control.



**Clasificación de imágenes satelitales.** Partiendo de la composición de bandas 4,5 y 3 se identifican las coberturas presentes en el área de trabajo como actividad previa a la clasificación; las técnicas de clasificación pueden ser divididas en clasificación supervisada (por píxel) y clasificación no supervisada (por regiones).

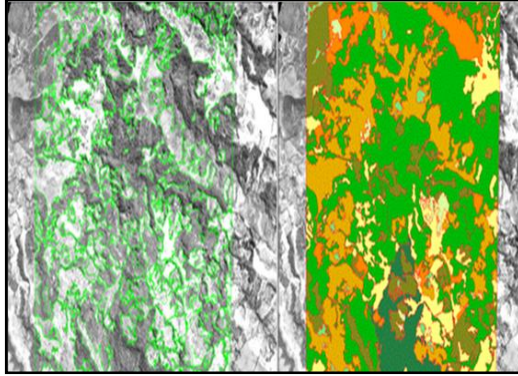
En el presente estudio se realizó una clasificación supervisada, en donde en campo se escogieron diferentes áreas de muestreo, que identifican el cambio en la cobertura y uso del suelo, se tuvo en cuenta las características visuales de las diferentes coberturas (color), donde cada una es muestreada en áreas núcleo evitando la mixtura con píxeles de tonalidades diferentes, de esta forma se le indica al programa un rango de albedo que considera su forma espectral (Figura 4).

Figura 4. Clasificación de imágenes satelitales



Con esta información el sistema clasifica la escena en función de la información consignada en cada píxel de la misma. (Figura 5).

Figura 5. Digitalización de las coberturas (izquierda) y su posterior representación en forma de polígonos (derecha).



Atendiendo el nivel semidetallado, se identificaron los tipos de coberturas y usos del suelo teniendo en cuenta características como el tono y la uniformidad, luego de este proceso se lleva a cabo la exportación del mapa de polígonos a archivos SHP, los cuales se visualizan en el programa ArcMap, ArcGIS 9.2 (INC. 2008), El proceso de exportación permitió materializar la información generada en campo, con el cual se creó de un mapa base con los atributos de fuentes hídricas, predios y coberturas de las reservas forestales.

### **2.3 SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO**

Una vez identificados los cambios en las coberturas y usos del suelo, se escogieron las zonas de mayor grado de conservación y representatividad dentro de cada cobertura o tipo de bosque, posteriormente se realizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado para el levantamiento de la vegetación. Las coberturas que se tuvieron en cuenta fueron los bosques no intervenidos, los bosques intervenidos y los arbustales. En estas coberturas se trazaron tres parcelas al azar por cada cobertura, se registraron las coordenadas de los puntos de inicio, nombre de la reserva y azimut de cada parcela.

### **2.4 MUESTREO DE CAMPO**

Se establecieron 9 parcelas transitorias de 2x50 m (100 m<sup>2</sup>), de acuerdo con Mostacedo y Frederick en (2000), donde se registraron todos los individuos con

alturas iguales o mayores a 1 metro, se clasificaron de acuerdo a su nombre científico y familia botánica los taxones que eran conocidos; aquellos que no se reconocieron en campo se les tomo 3 muestras por taxón y se llevaron al herbario de la Universidad del Cauca (CAUP) para su posterior identificación. Se recogió información de variables como: código del árbol, nombre del individuo (especie), diámetro normal a la altura del pecho (DAP), altura total coordenadas geográficas y alguna característica como olor, color y textura (Anexo A). En las coberturas de pastos y suelos antropizados en donde el cambio en la cobertura y uso del suelo fue más severo, se realizaron tres transectos de 50 x100 m (5000m<sup>2</sup>), en los cuales se hizo registro de las especies pioneras presentes, se tomaron fotografías de los transectos y se registraron con el receptor GPS, coordenadas geográficas y la reserva donde se encontraba (Anexo B).

## 2.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Con la información generada en campo, se procedió a generar una base de datos en una hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel. La base de datos permitió realizar los cálculos correspondientes a la estructura horizontal del bosque donde se evaluó la abundancia, la frecuencia y la dominancia con el respectivo índice de valor de importancia I.V.I, en las parcelas de 50\*2 m, para los transectos de 50\*100 m se calculo la abundancia de las especies, debido a que el registro se limito al conteo de las especies pioneras presentes. Se realizaron los cálculos correspondientes a los índices de Alfa diversidad de Simpson y Margalef, análisis de similaridad de Bray – Curtis de especies y análisis de varianza ó ANOVA en el software estadístico SPSS, para corroborar las diferencias en composición y estructura que se presentan entre las coberturas vegetales, generadas como consecuencia del proceso de fragmentación.

## 2.6 SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD

El día 3 de Noviembre del año 2010 se realizó con la comunidad de la Asociación Campesina Red de Reservas ASOCAMPO, la contextualización del trabajo de investigación, la actividad se realizó con el objetivo de definir conjuntamente los lineamientos necesarios para el manejo de las reservas forestales. La actividad contó con la participación de 13 mujeres y 17 hombres para un total de 30 representantes pertenecientes a la parte media y parte alta de la Subcuenca.

En la primera parte de la socialización se explicaron las estrategias que se proponen implementar, para que los usuarios de la comunidad se vinculen al proceso, mediante las labores de establecimiento, monitoreo y sustentabilidad del proyecto (Anexo C), se socializaron los objetivos de la propuesta, los beneficios

que trae para la conservación y restauración de las reservas forestales, fortalecer la implementación de las herramientas de manejo de paisaje y se describió el proceso de identificación de coberturas vegetales con el inventario de la regeneración natural existente. En la presentación del diagnóstico se dio a conocer la situación actual del área de trabajo, así mismo se pudo definir como ha sido la conversión que se le ha dado a los bosques para otros usos, especialmente en la adecuación de pasturas y áreas en cultivos agrícolas.

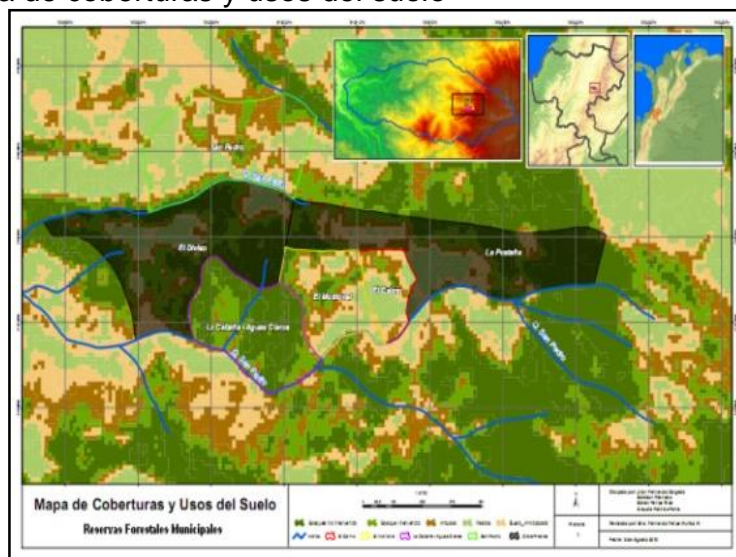
Finalmente se trabajó con la matriz de la telaraña, diseñada según las 80 herramientas para el desarrollo participativo (Geilfus, 1997), donde la comunidad calificó de 1 a 5, siendo 5 el estado deseado, la situación actual de los recursos agua, bosque y suelo de acuerdo a la situación que cada uno percibía y de cómo se ha manejado. En esta actividad la comunidad generó diferentes propuestas para las situaciones encontradas, donde se buscó a través de la participación, la solución más adecuada para cada una de ellas.

### 3. RESULTADOS

Las coberturas o usos del suelo identificadas en el presente estudio hacen referencia a bosques secundarios, esto según lo descrito en las Directrices de la OIMT (2002), para la Restauración, Ordenación y Rehabilitación de Bosques Tropicales Secundarios y Degradados.

Para la identificación, se consideró lo planteado en trabajos realizados por el IAVH (2002) y el Grupo de Estudios Ambientales por Muñoz (2008). En el mapa base de coberturas y usos del suelo a escala 1:3.700 se identificaron las coberturas de bosque denso, bosque abierto, relicto de bosque, matorrales y pastos con rastrojos (Figura 6).

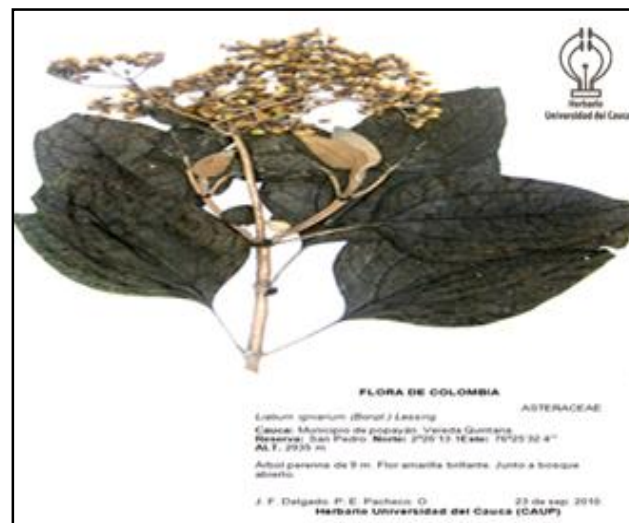
Figura 6. Mapa de coberturas y usos del suelo



En el inventario florístico se registraron un total de 584 individuos distribuidos en 30 familias y 53 especies, entre estos 84 individuos con DAP inferior a 1 cm representados en un 14,38%, 371 individuos entre 1-10cm de DAP correspondientes a 63,53% y 37 individuos mayores a 10 cm de DAP para un 6,34%, todos los individuos con alturas mayores o iguales a 1m, en las coberturas de bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque. El total de las especies registradas representan un 22% de las especies arbóreas más representativas de la Cuenca Río Las Piedras según POMCH (2002), y un 13% de acuerdo con un estudio realizado en la reserva La Cabaña - Aguas Claras por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el año 2008. De las 53 especies identificadas, 20 muestras fértiles se registraron en el herbario de la Universidad

del Cauca CAUP (Anexo D), además se realizó un cuaderno de campo en el cual se registraron las especies identificadas, con el propósito de facilitar la identificación de fuentes semilleras al momento de implementar las HMP (Anexo E) (Figura 7). Las familias con mayor número de individuos fueron ASTERACEAE y MELASTOMATACEAE.

Figura 7. Formato de registro de los taxones en el herbario Universidad del Cauca (CAUP).



### 3.1 COBERTURA BOSQUE DENSO

Los bosques densos están conformados por especies de tipo herbáceo, arbóreo y arbustivo, presentan entrelazamiento de sus copas y considerable crecimiento en espesor, son poco intervenidos debido a que gran parte de estas coberturas están aislados con cercas de alambre que impiden que se lleve a cabo algún tipo de intervención.

Para el estudio, los bosques densos son el modelo o punto de referencia a trabajar en las demás coberturas, ya que poseen muchas de las características estructurales y físicas (suelo, humedad) de los bosques nativos de la zona, y presentan generalmente buena cobertura arborea (Figura 8).

La mayor parte de estas coberturas se encuentran en la Reserva la Cabaña – Aguas Claras y San Pedro, en las márgenes de las quebradas San Pedro y Aguas Claras que son algunos de los principales hábitats naturales del Río Las Piedras.

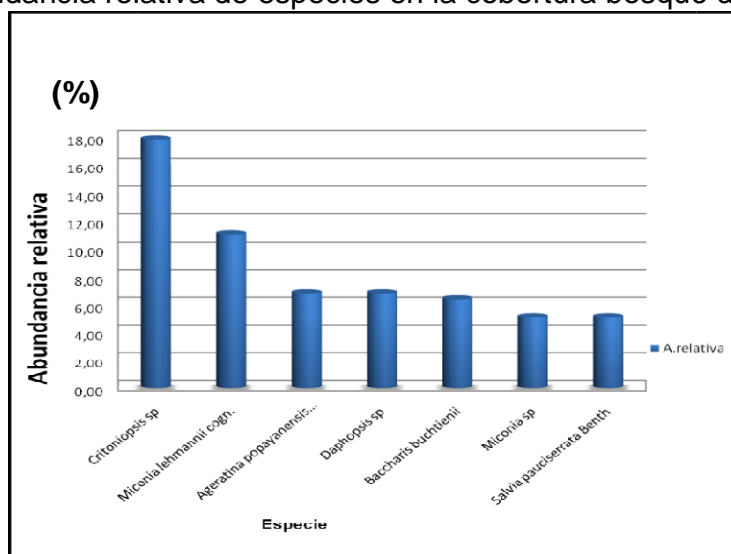
Figura 8. Cobertura bosque denso



**3.1.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura bosque denso.** En el inventario florístico se encontraron 22 familias y 35 especies para un total de 235 individuos con alturas mayores o iguales a 1m (Anexo F). Las familias que presentaron mayor número de especies fueron ASTERACEAE con 6 especies, AQUIFOLIACEAE Y ERICACEAE con 3 especies cada una.

Abundancia. Las especies más abundantes en la cobertura de bosque denso fueron Alma negra (*Critoniopsis sp* (ASTERACEAE)) con 42 individuos (17,87%), Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con 26 individuos (11,06%) y Chilca blanca (*Ageratina popayanensis* (ASTERACEAE)) con 16 individuos (6,81%), cada una de estas 3 especies suman 84 individuos que constituyen el 35,7% del total de los individuos, las 32 especies restantes para esta cobertura aportaron 96 individuos que representan el 64,3% (Anexo G) (Figura 9).

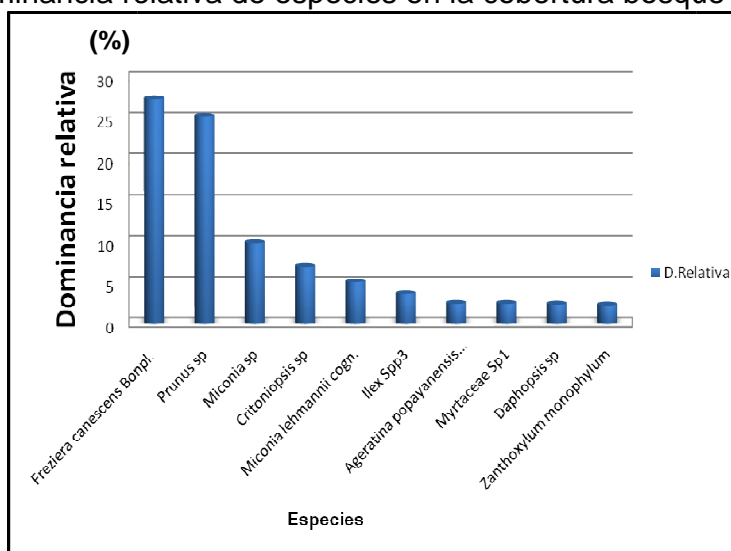
Figura 9. Abundancia relativa de especies en la cobertura bosque denso



La abundancia de estas especies, se debe a que los bosques densos presentan gran cantidad de estratos herbáceos y arbustivos, la mayoría estos individuos tienen en promedio 3 m de altura con diámetros inferiores a 2 cm.

Dominancia. Para el bosque denso las especies con mayor dominancia fueron Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con (27,33%), (*Prunus sp* (ROSACEAE)) con (25,28%) y Esmeraldo (*Miconia sp* (MELASTOMATACEAE)) con (9,91%), cada una de estas tres especies constituyen el 62.5% del área basal para los bosques densos, mientras que las otras 32 especies aportaron el 37.5% del área basal total (Figura 10).

Figura 10. Dominancia relativa de especies en la cobertura bosque denso.



La dominancia de especies como *Freziera canescens* y *Prunus sp* en estas coberturas, radica principalmente en que presentan diámetros a la altura del pecho superiores a 5 cm, además estos individuos hacen parte del dosel del bosque con alturas en promedio superiores a 5m.

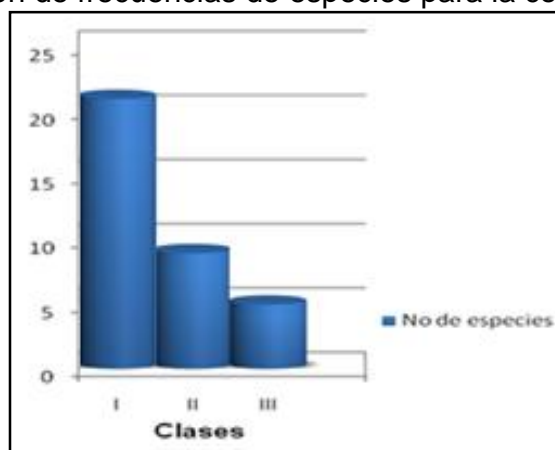
Frecuencia. En la cobertura de bosque denso las especies con mayor frecuencia fueron *Prunus sp* (ROSACEAE), Esmeraldo (*Miconia sp* (MELASTOMATACEAE)), Alma negra (*Critoniopsis sp* (ASTERACEAE)), Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) y *Citharexylum sp* (VERBENACEAE). Para el estudio se agruparon los individuos en 3 clases de intervalos de frecuencia, de acuerdo a la presencia de la especie en cada una de las 3 parcelas para esta cobertura (Cuadro 1) (Figura11).



Cuadro 1. Definición por clases de frecuencia para la cobertura de bosque denso.

Intervalo (%)	Clase	Clasificación	No especies	% por No de especies
0 – 33	I	Rara	21	60
34 – 67	II	Frecuente	9	25,7
68 --100	III	Muy Abundantes	5	14,3

Figura 11. Distribución de frecuencias de especies para la cobertura bosque denso



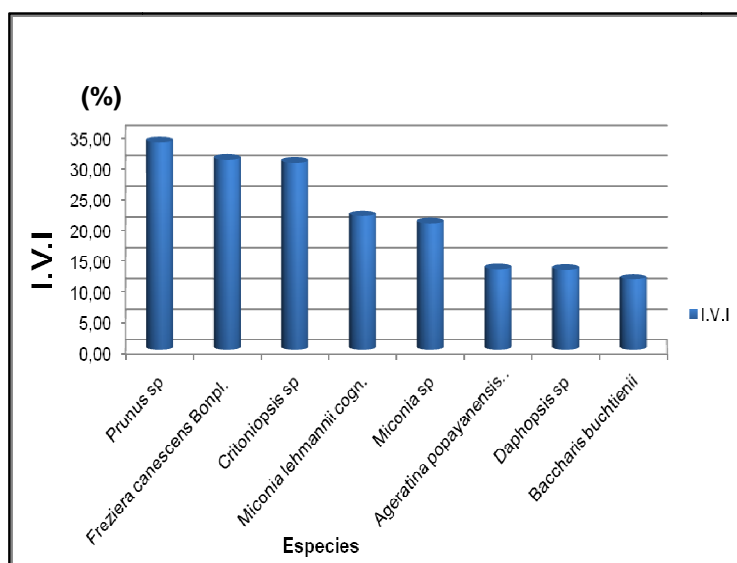
De acuerdo al histograma de frecuencias, el 60% de las especies se encuentran en el intervalo que corresponde a las especies raras, esto indica que son coberturas con tendencias a la heterogeneidad de especies.

Índice de valor de importancia **I.V.I.** Este índice nos muestra que las especies con mayor importancia ecológica en la cobertura de bosque denso fueron *Prunus sp* (ROSACEAE) con 33,82, Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con 30,89 y Alma negra (*Critoniopsis sp* (ASTERACEAE)) con 30,43, las anteriores 3 especies suman 95,14 que constituyen el 31,7 % del I.V.I total, las 32 especies restantes suman 204,86 que contribuyen con el 68,3% del I.V.I total (Figura 12).

El valor de importancia que presentaron las especies en esta cobertura, se debe al buen estado de conservación, algunos de estos individuos tienen diámetros superiores a 10cm, con alturas desde 1 hasta 25m, se evidencia un equilibrio en el microclima, los suelos, el agua, y se presentan muchas especies arbustivas, algunas pioneras como *Bejaria mathewsii*, que indican que este ecosistema ha sido alterado años atrás, pero en el momento la sucesión natural ha permitido el cierre de copas de los arboles dominantes, con algunos pequeños claros. Algunas especies pioneras intermedias como *Freziera canescens* en estas coberturas indican un buen estado de regeneración natural, ya que es una especie

colonizadora que ayuda a prevenir los suelos con su rápido crecimiento, sobre todo en sitios donde la intervención fue más severa. La presencia de especies pertenecientes a familias como ASTERACEAE, MELASTOMATACEAE, ERICACEAE y MYRSINACEAE son predominantes en estos bosques alto andinos (Schneider y Gaviria, 2003).

Figura 12. Índice de valor de importancia de especies para la cobertura bosque denso



En el estudio de estructura y diversidad biológica realizado en la reserva palmichal, perteneciente la Red de Reservas de la Cuenca Rio Las Piedras, por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el 2008, se encontró que la especie *Ilex laurina* presento el mayor valor de importancia, para el presente estudio se registra el género *Ilex* solamente en esta cobertura, con valores bajos de dominancia, esto debido al alto grado de intervención al que fue sometida esta especie en estos predios, principalmente para establecer cercos y leña para uso domestico.

### 3.2 COBERTURA BOSQUE ABIERTO

Los bosques abiertos son remanentes de vegetación arborea con estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos, gran parte de estas coberturas son de pendiente media, algunas no presentan aislamiento, lo cual ha permitido que sean afectadas por diferentes actividades como extracción de leña para uso doméstico, construcción de las viviendas y cercos para cultivos agrícolas y/o agropecuarios.

Es muy común encontrar claros en las coberturas de bosque abierto, debido a la tala selectiva de las especies maderables, sin embargo presentan buena cantidad de vegetación, se encuentran en las reservas La Cabaña, San Pedro, El Motilonal y El Caimo e igualmente en las márgenes de las quebradas San Pedro y Aguas claras (Figura 13).

Figura 13. Cobertura bosque abierto



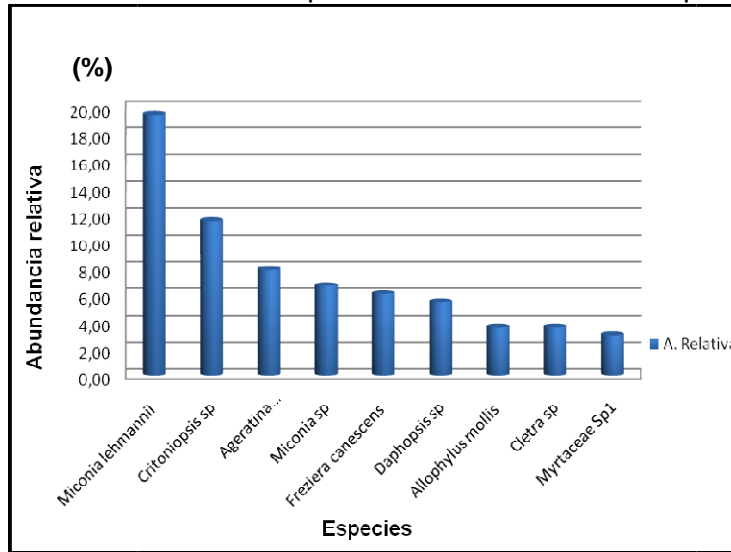
**3.2.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura bosque abierto.** En el inventario florístico se encontraron 21 familias y 31 especies para un total de 164 individuos con alturas mayores o iguales a 1m (Anexo H).

Las familias que presentaron mayor número de especies fueron ASTERACEAE con 6 especies, AQUIFOLIACEAE, CUNONIACEAE, MELASTOMATACEAE Y MONIMIACEAE con 2 especies cada una.

Abundancia. Las especies más abundantes en la cobertura de bosque abierto fueron Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con 32 individuos (19,51%), Alma negra (*Critoniopsis sp* (ASTERACEAE)) con 19 individuos (11,59%) y chilca blanca (*Ageratina popayanensis* (ASTERACEAE)) con 13 individuos (7,93%), estas 3 especies suman 64 individuos que constituyen el 39% del total de los individuos, las 28 especies restantes aportaron 100 individuos que representan el 61% del total de los individuos registrados (Figura 14) (Anexo I).

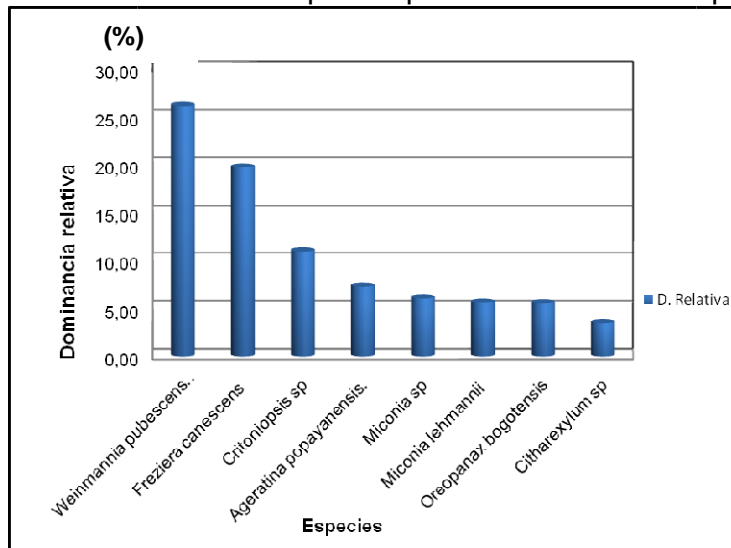
La abundancia de especies como *Miconia lehmannii* se debe a que en los bosques abiertos se presenta gran cantidad de vegetación arbustiva, la mayoría de las especies pioneras presentes en esta cobertura aprovechan los claros generados por las actividades humanas, para reemplazar estructuralmente a las especies desaparecidas (Jiménez, 2009).

Figura 14. Abundancia relativa de especies en la cobertura bosque abierto



Dominancia. Para el bosque abierto las especies con mayor dominancia relativa fueron Encenillo (*Weinmannia pubescens* (CUNONIACEAE)) con (26,15%), Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con (19,67%), Alma negra (*Critoniopsis sp* (ASTERACEAE)) con (10,87%). Las 3 especies anteriores constituyen el 56,7% del área basal total, las 28 especies restantes aportaron el 43,3% del área basal total (Figura 15).

Figura 15. Dominancia relativa de especies para la cobertura bosque abierto.



La dominancia de estas especies se debe a que registraron en promedio diámetros superiores a 10cm a la altura del pecho. Algunos individuos como *Weinmannia pubescens* registraron diámetros de hasta 47 cm, siendo esta una medida importante para identificar los arboles madres, al trabajar en la identificación de las fuentes semilleras de las especies nativas, con el fin de acelerar los procesos de regeneración natural en los diferentes estados sucesionales de las reservas forestales.

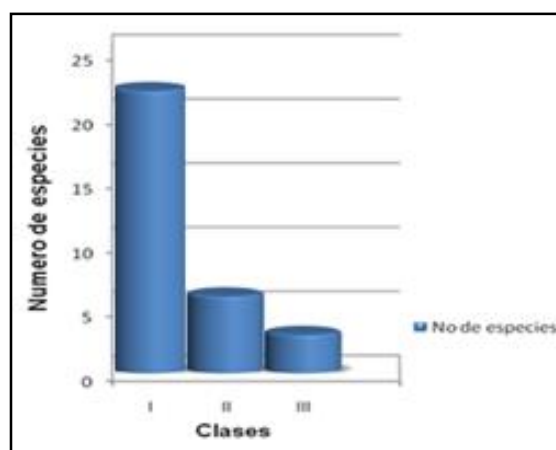
Frecuencia. En las zonas de bosque abierto las especies con mayor frecuencia fueron Encenillo (*Weinmannia pubescens* (CUNONIACEAE)), Esmeraldo (*Miconia sp* (MELASTOMATACEAE)), Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)).

Para el estudio se agruparon los individuos en 3 clases de intervalos de frecuencia, de acuerdo a la presencia de la especie en cada una de las 3 parcelas para esta cobertura (Cuadro 2) (Figura 16).

Cuadro 2. Definición por clases de frecuencia para la cobertura de bosque abierto.

Intervalo (%)	Clase	Clasificación	No especies	% por No de especies
0 – 33	I	Rara	22	70,96
34 – 67	II	Frecuente	6	19,35
68 --100	III	Muy Abundantes	3	9,67

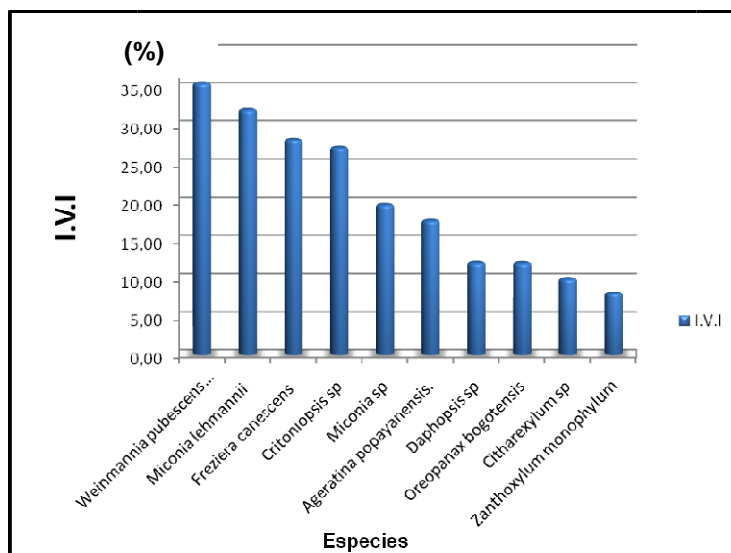
Figura 16. Distribución de frecuencias de especies para la cobertura bosque abierto



De acuerdo al histograma de frecuencias, el 70,96% de las especies se encuentran en el intervalo I que corresponde a las especies raras, esto indica que son coberturas con tendencias a la heterogeneidad de especies.

Índice de valor de importancia **I.V.I.** Este índice nos muestra que las especies con mayor importancia ecológica en la cobertura de bosque abierto fueron Encenillo (*Weinmannia pubescens* (CUNONIACEAE)) con (35,57 %), Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con (32,03%) y Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con (28,10%), las anteriores 3 especies suman 95,7 que constituyen el 31,89% del I.V.I total, las 28 especies restantes suman 204,3 que contribuyen con el 68,11% del I.V.I total (Figura 17).

Figura 17. Índice de valor de importancia de especies para la cobertura bosque abierto



En los bosques abiertos, la presencia de especies como *Freziera canescens* indican estados intermedios de sucesión natural, en esta cobertura se presentaron mayor número de individuos con alturas superiores a 5m, comparados con las demás coberturas, la presencia de especies pioneras intermedias como *Miconia sp*, es una de las herramientas importantes para la propagación en vivero, que contribuya con la restauración de estas coberturas.

En la caracterización de especies nativas aptas para la implementación de sistemas agroforestales para el fortalecimiento de la conectividad de la Red de Reservas en la Cuenca Rio Molino, realizado por Montenegro y Toro en el 2010, en las zonas de bosques y zonas de linderos, la especie con el mayor valor de importancia fue el encenillo (*Weinmannia pubescens*), lo cual es muy parecido a

lo encontrado en el estudio, ya que esta especie registra el mayor índice de valor de importancia para esta cobertura, esto indica que a pesar de que se realizaron diversas intervenciones en estas zonas, aun se mantiene un equilibrio en la flora silvestre, los suelos y el agua, con muchas posibilidades de crear un banco semillero de maderas nativas valiosas para la conservación y restauración de estos ecosistemas.

### **3.3 COBERTURA RELICTO DE BOSQUE**

Los relictos de bosque son hábitats regenerados que quedaron como vestigio del tipo de flora que alguna vez hubo en la zona, en el presente se caracterizan por especies dominantes de áreas abiertas o disturbadas.

Los relictos de bosque se encuentran aislados (especialmente) de otras unidades de bosque y generalmente se han aprovechado la totalidad de las especies maderables finas, para usos como leña, carpintería y cercos, donde la pendiente moderada ha facilitado la intervención y el posterior deterioro del ecosistema. En el momento, se ha facilitado el proceso de regeneración natural para estas coberturas, es decir se ha dejado que el ecosistema se regenere por sí solo, la mayoría de estas zonas se encuentran rodeadas por pastos en descanso, donde el propósito de aplicar técnicas de rehabilitación es ayudar a las especies presentes, en la competencia con los pastos o arvenses por los nutrientes del suelo (Procuena, 2006). Los relictos de bosque se encuentran principalmente en la reservas San Pedro, El Motilonal y El Caimo, y están inmersos en una matriz antrópica dominada por amplios pastizales y tierras antropizadas por diferentes cultivos, que años atrás las comunidades establecían en estos predios (Figura 18).

Figura 18. Cobertura relictos de bosque

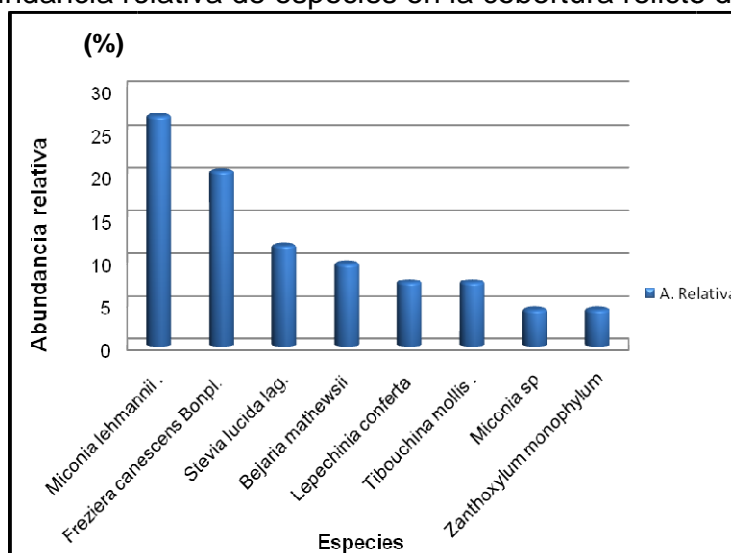


**3.3.1 Riqueza, Composición y Estructura en la cobertura relictos de bosque.** En el inventario florístico se encontraron 10 familias y 14 especies para un total de

93 individuos con alturas iguales o mayores a 1m (Anexo J). Las familias que presentaron mayor número de especies fueron ASTERACEAE y MELASTOMATACEAE con 3 especies cada una.

Abundancia. Las especies más abundantes en la cobertura de relictos de bosque fueron Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con 25 individuos (27%), Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con 19 individuos (20%), (*Stevia lucida* (ASTERACEAE)) con 11 individuos (12%) estas tres especies suman 55 individuos que constituyen el 59,14 % del total de los individuos, las 11 especies restantes aportaron 38 individuos que representan el 40,86 del total de los individuos registrados (Figura 19) (Anexo K).

Figura 19. Abundancia relativa de especies en la cobertura relicto de bosque

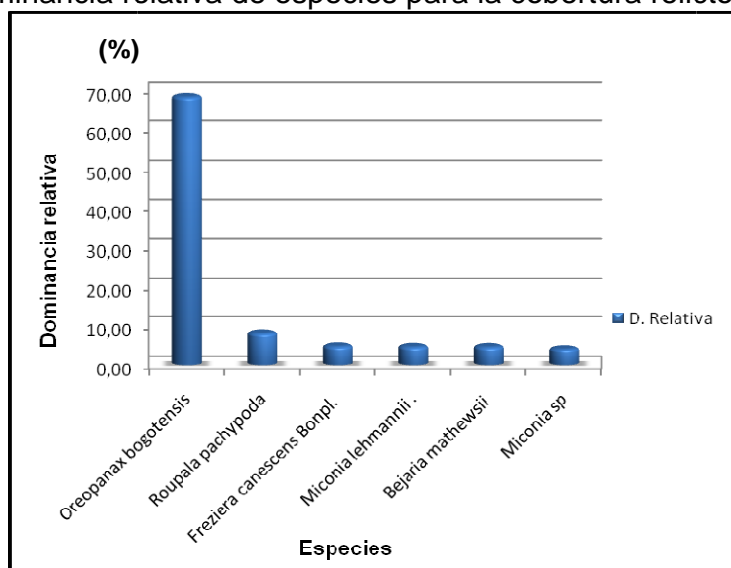


La abundancia de estas especies se debe a que son individuos con alturas entre 1 y 5 m, pertenecen a estratos arbustivos, se caracterizan por la capacidad de colonización en áreas abiertas o disturbadas, y registran densidad de especies bajas, debido al alto grado de intervención al que fueron sometidas estas coberturas.

Dominancia. Para los relictos de bosque las especies con mayor dominancia relativa fueron Mano de oso (*Oreopanax bogotensis* (ARALIACEAE)) con 68,26%, Carne fiambre (*Roupala pachypoda* (PROTEACEAE)) con 8,03%, Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con 4,87%, Las anteriores 3 especies constituyen el 81, 16% del área basal total, las 11 especies restantes aportaron el 18,84% del área basal total (Figura 20).



Figura 20. Dominancia relativa de especies para la cobertura relicto de bosque



La dominancia de especies como *Freziera canescens* y *Roupala pachypoda*, se debe a que presentan diámetros en promedio de 5 cm a la altura del pecho, para la especie *Oreopanax bogotensis* se registro un diámetro de 53 cm.

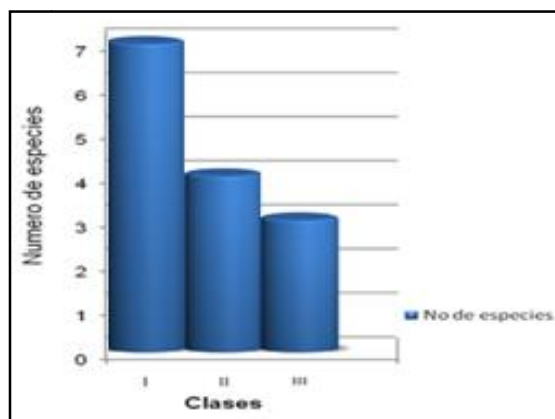
Frecuencia. En los relictos de bosque las especies con mayor frecuencia fueron Angucho (*Bejaria mathewsii* (ERICACEAE)), Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)), Siete cueros (*Tibouchina mollis* (MELASTOMATACEAE)) con 100% cada una. Para el estudio se agruparon los individuos en 3 clases de intervalos de frecuencia, de acuerdo a la presencia de la especie en cada una de las 3 parcelas para esta cobertura (Cuadro 3) (Figura 21).

Cuadro 3. Definición por clases de frecuencia para la cobertura relictos de bosque

Intervalo (%)	Clase	Clasificación	No especies	% por No de especies
0 – 33	I	Rara	7	50
34 – 67	II	Frecuente	4	28,57
68 --100	III	Muy Abundantes	3	21,43

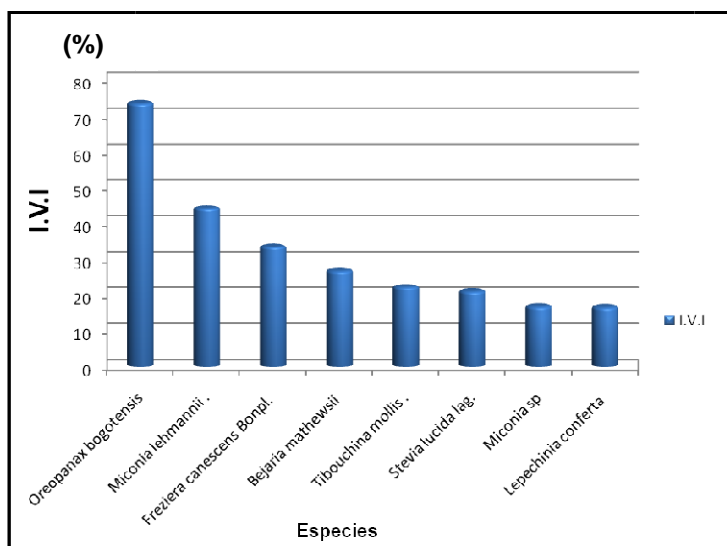
De acuerdo al histograma, el 50% de las especies se encuentran en el intervalo I que corresponde a las especies raras, lo cual indica que a pesar del grado de intervención que presentaron estas coberturas, son ecosistemas con tendencia a la heterogeneidad de especies.

Figura 21. Distribución de frecuencias de especies para la cobertura relictos de bosque



Índice de valor de importancia **I.V.I.** Para los relictos de bosque las especies con mayor importancia ecológica fueron Mano de oso (*Oreopanax bogotensis* (ARALIACEAE)) con 73,50, Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con 44,13, Motilón (*Freziera canescens* (THEACEAE)) con 33,63, las anteriores 3 especies suman 151,26 que constituyen el 50,42% del I.V.I total, las 11 especies restantes suman 149,74 que contribuyen con el 49,58% del I.V.I total (Figura 22).

Figura 22. Índice de valor de importancia de especies para la cobertura relicto de bosque



En los relictos de bosque la presencia de especies como *Miconia lehmannii* indican estados de sucesión temprana, según Fernández (2007), estas especies

pertenecientes a las familias de las MELASTOMATACEAE, son características de bosques montanos, donde el cambio en el uso del suelo fue más severo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que muchas de las especies presentes en estas coberturas ofrecen alimento a una gran cantidad de especies de animales, por lo tanto podrían ser importantes en suministrar recursos y hábitats para la vida silvestre, ayudando a mantener la conectividad física del paisaje y sirviendo como corredores o conectores en los parches de bosques de las reservas aledañas a la zona del proyecto.

En la grafica del I.V.I se observa la dominancia de especies pioneras como *Bejaria mathewsii*, *Tibouchina mollis*, y *Stevia lucida*, esto se debe principalmente a la alta capacidad de regeneración que estas especies tienen en estos ecosistemas, generalmente de áreas abiertas.

De igual forma, para los relictos de bosque se registra un alto porcentaje de especies raras, algunas leñosas de gran importancia como *Oreopanax bogotensis* y *Roupala pachypoda*, típicas de bosques secundarios, en donde se evidencian cambios marcados en la fauna, y en el microclima (Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente, 2000).

### **3.4 COBERTURA MATORRALES Y PASTOS CON RASTROJOS**

Los matorrales y pastos con rastrojos son vegetal leñoso de 1-3 metros de altura, sin tronco preponderante, que se ramifica a partir de la base, presentan estrato herbáceo con presencia de algunos remanentes de especies leñosas y generalmente nacen por regeneración natural.

En estas áreas se observa la dominancia de algunas islas de colonización de especies pioneras como *Tibouchina mollis* y *Ageratina popayanensis*, los procesos sucesionales son muy tempranos y se hace evidente el cambio en el uso del suelo, principalmente para actividades agropecuarias, que antiguamente las comunidades establecían.

En el momento se ha aplicado la herramienta de aislamiento con cercas de alambre para prevenir cualquier tipo de intervención, y se han establecido algunos hábitats plantados con especies como *Eucaliptus sp*, sobre todo en zonas de amortiguación cercanas a las fuentes de agua (Figura 23).

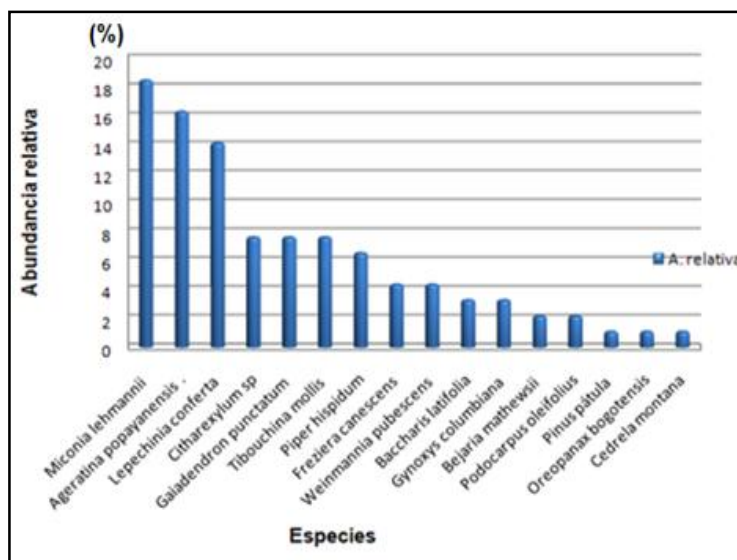
En los matorrales y pastos con rastrojos se registraron 13 familias y 16 especies para un total de 92 individuos (Anexo L). Las familias más representativas fueron ASTERACEAE con 3 especies y MELASTOMATACEAE con 2 especies.

Figura 23. Coberturas de matorrales y pastos con rastrojos.



Abundancia. Las especies con mayor abundancia fueron Mortiño (*Miconia lehmannii* (MELASTOMATACEAE)) con 18 individuos (18,47%), Chilca blanca (*Ageratina popayanensis* (ASTERACEAE)) con 15 individuos (16,30%), *Lepechinia conferta* (LAMIACEAE) con 13 individuos (14,13%), *Citharexylum* sp (VERBENACEAE), *Gaiadendron punctatum* (LORANTHACEAE), Siete cueros (*Tibouchina mollis* (MELASTOMATACEAE)) con 7 individuos (7,6%) cada una, estas 6 especies constituyen el 71,73% del total de individuos registrados. (Figura 24).

Figura 24. Abundancia relativa en las coberturas de matorrales y pastos con rastrojos.



En los matorrales y pastos con rastrojos, se registraron un gran número de especies raras, aunque en porcentajes bajos de individuos, por lo tanto se

establece que en el futuro estas coberturas pueden tener muchas posibilidades de tendencia a la heterogeneidad de especies.

Se encontró que especies maderables finas, como *Podocarpus oleifolius* y *Cedrela montana*, las cuales registraron los valores de abundancia más bajos en esta cobertura, aparecen reportadas como casi amenazado (NT) y como en peligro (EN) respectivamente, en el libro rojo de plantas de Colombia del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (MAVDT, 2006). Por esta razón para las estrategias a implementar, se hace necesario que estas especies se tengan en cuenta, ya que son especies de sucesión avanzada, que en el mediano y largo plazo pueden contribuir con un estado de madures en los ecosistemas de las reservas forestales.

### **3.5 COMPARACIÓN ENTRE LAS COBERTURAS MUESTREADAS**

Para el índice de Simpson, se considera que existe una alta dominancia con valores cercanos a cero (0) y una baja dominancia con valores cercanos a uno (1); para el índice de Margalef se considera que existe una alta riqueza de especies con valores superiores a dos (2) y una baja riqueza de especies con valores inferiores a dos (2) (Melo y Vargas, 2003).

De acuerdo con esto, el índice de Simpson muestra que las coberturas en general presentan una baja dominancia de especies con valores de (0,933) para los bosques densos, (0,927) para los bosques abiertos y (0,856) para los relictos de bosque. La baja dominancia se debe a que los valores de abundancia estuvieron distribuidos de formas diferentes en varias especies, evidenciando la poca representatividad de las especies dominantes, así mismo, el índice de Margalef muestra que la cobertura de bosques densos presentaron la riqueza de especies más alta (6,227), seguido por la cobertura de bosque abierto (5,882), siendo los relictos de bosque la cobertura con la riqueza de especies más baja (2,868), sin embargo el análisis muestra que este índice no es inferior a 2, lo cual indica que en general las áreas de reserva presentan una alta riqueza de especies (Cuadro 4).

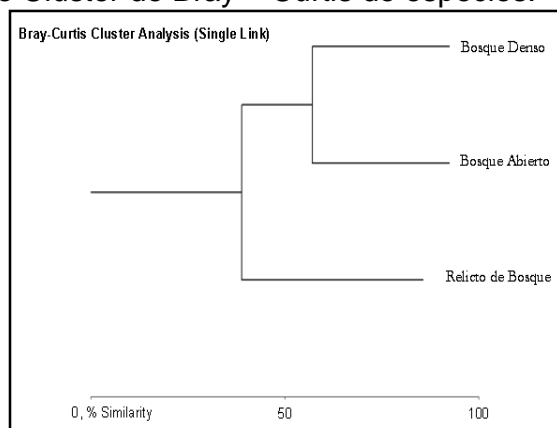
Cuadro 4. Resultados de Alfa diversidad de Simpson y Margalef para las coberturas de bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque.

<b>Índice</b>	<b>Relictos de bosque</b>	<b>Bosque abierto</b>	<b>Bosque denso</b>
Simpson 1-D	0,856	0,927	0,933
Margalef	2,868	5,882	6,227

El Análisis de Clúster de Bray – Curtis de especies determinó el agrupamiento de las coberturas en dos grupos: 1) cobertura de bosque denso y cobertura de bosque abierto y 2) cobertura relictos de bosque.

Estas diferencias se deben a que los relictos de bosque comparten 7 de las 53 especies registradas con los bosques densos y 12 con los bosques abiertos, y entre los bosques densos y bosques abiertos se comparten en total 19 de las 53 especies registradas. El agrupamiento que se presentó se debe a la baja semejanza de especies dominantes en los relictos de bosque, respecto a las coberturas de bosque denso y bosque abierto (Figura 25) (Cuadro 5).

Figura 25. Análisis de Clúster de Bray – Curtis de especies.



Cuadro 5. Similaridad de especies en las coberturas bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque, Bray – Curtis de especies.

Cobertura	Relictos de bosque	Bosque abierto	Bosque denso
Relictos de bosque	*	38,9105	28,6585
Bosque abierto	*	*	57,1429
Bosque denso	*	*	*

En el cuadro de análisis de varianza se tuvieron en cuenta las siguientes variables: Número de individuos < 1 cm de DAP, Número de individuos entre 1 – 10 cm de DAP, Número de individuos > 10cm de DAP, Riqueza, Número de individuos entre 1 – 5 m de altura y Número de individuos > 5 m de altura, donde la variable de respuesta fueron las coberturas y los tratamientos cada variable a analizar. En

total se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento, donde se considera que existe diferencia significativa si  $\text{Sig} \leq \alpha$ ,  $\alpha(0,05)$ .

Según los resultados, se presentaron diferencias significativas en las variables de Riqueza, Número de individuos entre 1 – 10 cm de DAP, Número de individuos > 10cm de DAP y Número de individuos > 5 m de altura (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultado análisis de varianza en las coberturas bosque denso, bosque abierto y relicto de bosque.

<b>Variable</b>	<b>Sig.</b>
RIQUEZA	<b>0,041</b>
DAP1 (< a 1 cm)	0,820
DAP2 (1 – 10 cm)	<b>0,012</b>
DAP3 (> de 10cm)	<b>0,014</b>
ALTURA 1 (1 – 5 m)	0,084
ALTURA 2 (> 5 m)	<b>0,000</b>

Con el propósito de corroborar entre cuales coberturas las variables presentaron estas diferencias significativas, se realizó una comparación múltiple post hoc con la prueba de Tukey.

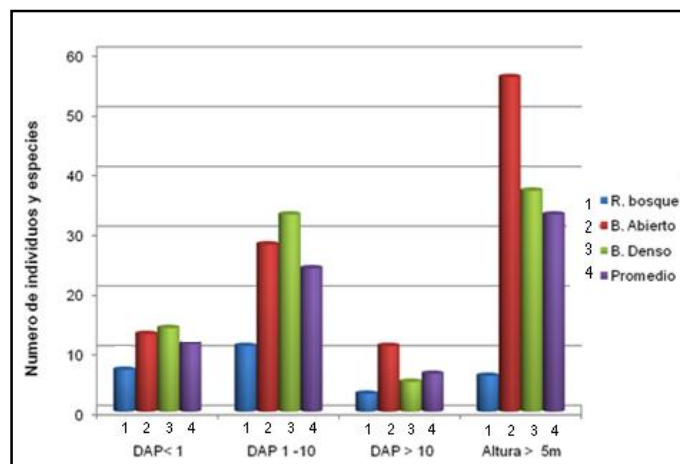
De acuerdo a esto se tiene que para la variable Riqueza hay diferencia significativa entre los bosques densos y los relictos de bosque (,036). Para la variable Número de individuos 1 – 10 cm de DAP hay diferencia significativa entre los bosques densos y los relictos de bosque (,010). Para la variable Número de individuos > 10cm de DAP hay diferencia significativa entre los bosques densos y los bosques abiertos (,013). Y para la variable Número de individuos > 5 m de altura hay diferencia significativa entre los bosques densos y los bosques abiertos (,000), entre los bosques densos y los relictos de bosque (,004), y entre los bosques abiertos y los relictos de bosque (,034) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diferencias significativas entre las coberturas, prueba de Tukey.

<b>Cobertura</b>	<b>Variable</b>	<b>Sig.</b>
Bosque denso - Relicto de bosque	Riqueza	<b>0,036</b>
Bosque denso - Relicto de bosque	DAP2	<b>0,010</b>
Bosque denso - Bosque abierto	DAP3	<b>0,013</b>
Bosque denso - Bosque abierto	Altura 2	<b>0,000</b>
Bosque denso - Relicto de bosque	Altura 2	<b>0,004</b>
Bosque abierto - Relicto de bosque	Altura 2	<b>0,034</b>

En la categoría de individuos con  $DAP \leq 1\text{cm}$  los bosques densos registraron 14 especies, los bosques abiertos 13 especies y los relictos de bosque 7 especies. Para la categoría de individuos entre 1 – 10 cm de DAP los bosques densos y los bosques abiertos fueron las coberturas con mayor riqueza de especies con 33 y 28 respectivamente, y los relictos de bosque registraron 11 especies. Para la categoría de individuos  $> 10\text{cm}$  de DAP se presenta una situación diferente, ya que la cobertura de bosque abierto presenta mayor riqueza con 11 especies y una abundancia de 23 individuos, y los bosques densos registraron 5 especies y una abundancia de 10 individuos, de igual manera en la categoría de individuos  $> 5\text{ m}$  de altura el mayor número de individuos se presentó en la cobertura de bosques abiertos con 56 individuos, seguido de los bosques densos con 37 individuos y 7 individuos para los relictos de bosque (Figura 26).

Figura 26. Diferencia de riqueza de especies de acuerdo a la variable DAP y altura  $> 5\text{m}$



En general la composición florística en el ecosistema es joven, la mayoría de arbustos y árboles presentan diámetros menores a 10cm de DAP y alturas en promedio de 5m, estos estados sucesionales tempranos son similares a lo reportado en otros bosques andinos por (Cantillo, 2008), (Sanín y Duque, 2006) y Cortés (2008). Según POMCH (2002), el proceso de fragmentación en estos ecosistemas andinos se realiza principalmente para el establecimiento de actividades agropecuarias.

### 3.6 LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO Y LA ORDENACIÓN

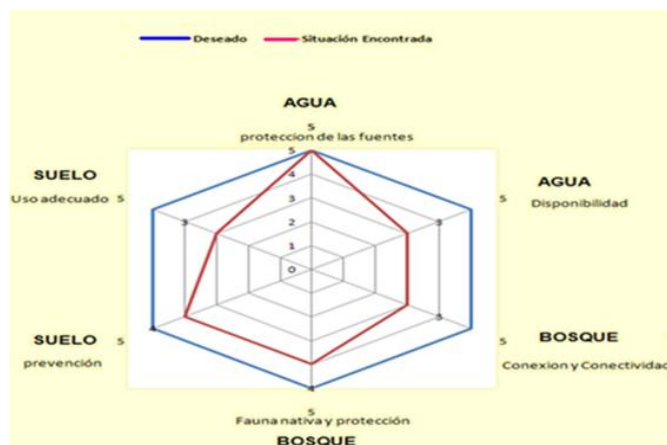
En la actividad de socialización, se estableció la vinculación de la comunidad de ASOCAMPO para las labores de ejecución y seguimiento del proyecto. La



Fundación Procuena Río Las Piedras, será la encargada de brindar las asistencias técnicas correspondientes para dicha labor.

El taller arrojó un promedio de 3,7 en el uso que se le ha dado a los recursos agua, bosque y suelo, lo cual indica que en los últimos años se ha optado por mejorar y contribuir en la conservación de estos ecosistemas (Figura 27).

Figura 27. Matriz de la telaraña para los recursos agua, bosque y suelo.



Para el recurso agua, la comunidad manifiesta que se han implementado las herramientas de aislamiento y protección con especies nativas en las quebradas Aguas Claras y San Pedro. Calificación de cinco (5) para la protección de las fuentes y tres (3) para la disponibilidad, sin embargo se evidencia escases en tiempo de verano, sobre todo en la parte alta de la cuenca. Frente a esta situación, la comunidad propone fortalecer aun más estos ecosistemas con técnicas de reforestación con especies nativas, con el propósito de contribuir con la regulación y mejoramiento de la calidad del agua.

Para el recurso bosque la comunidad manifiesta que los fragmentos o parches de bosque se encuentran parcialmente aislados, pero se presentan diversas áreas con buena conexión, calificación de tres (3) para la conexión y conectividad y cuatro (4) para la protección de la fauna y flora silvestre. Desde hace varios años se viene trabajando con la Fundación Río Las Piedras en la conservación de muchas áreas y se evidencia un aumento en la presencia de fauna nativa (Anexo M), frente a esto la comunidad propone técnicas de revegetalización con especies nativas para aumentar las áreas boscosas y conservar la fauna y la flora silvestre.

Para el recurso suelo la comunidad manifiesta que se han realizado múltiples actividades como las zonas de amortiguación en las zonas donde la fragmentación

fue más severa, calificación de cuatro (4) para la prevención de suelo y tres (3) para el uso apropiado, sin embargo la comunidad es consciente que en las reservas de la parte alta de la cuenca no se le ha dado el uso adecuado de acuerdo con su aptitud, debido a que muchas de estas coberturas son pastos en descanso, pero por su altura (2900 msnm), y de acuerdo con el estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Cauca, el uso apropiado debe ser la protección (IGAC, 2009).

**3.6.1 Propagación de especies nativas en vivero.** La comunidad de ASOCAMPO en la parte media de la cuenca viene adelantado trabajos de manejo en vivero para la reproducción de especies vegetales nativas como: Encenillo, Pino colombiano, Cedro negro entre otras. Es importante fortalecer este proceso con la reproducción en vivero de especies pioneras nativas como Motilón, Mortiño, Mano de oso entre otras, con el propósito de acelerar los procesos de regeneración natural en los diferentes estados sucesionales que se presentaron en las reservas forestales. Para esta labor se hace necesario que se adelanten trabajos de investigación en acuerdos entre la Fundación Procuencia Rio Las Piedras, División de Acueducto y Alcantarillado de Popayán y la Universidad del Cauca, programa de Ingeniería Forestal.

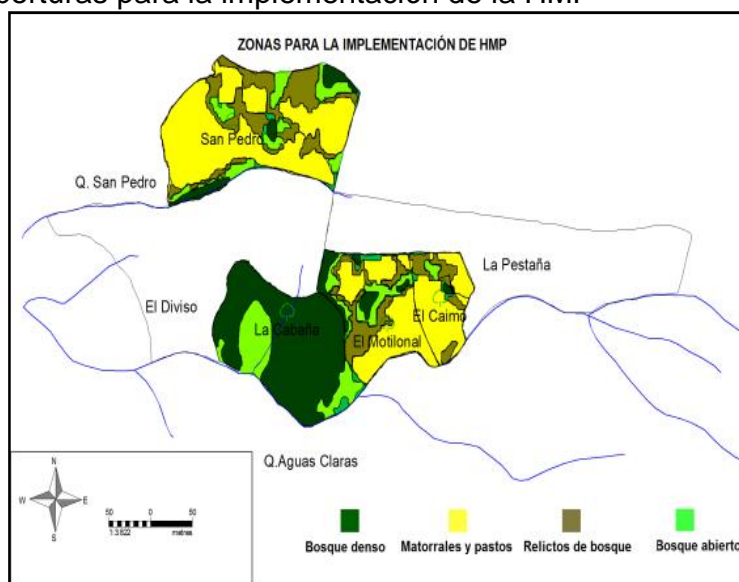
Estas especies deben ser trasladadas al vivero temporal en la reserva San Pedro, para llevar a cabo el proceso de adaptación de las especies a las condiciones climáticas de las reservas y su posterior trasplante.

**3.6.2 Enriquecimientos y cercas vivas con especies nativas.** La estrategia de rehabilitación para las reservas tiene como objetivo la conservación de los bosques densos, la restauración de los bosques abiertos y la rehabilitación de los relictos de bosque, matorrales y pastos con rastrojos.

Se propone fortalecer este proceso mediante las plantaciones de enriquecimiento vegetal y cercas vivas, este proceso basado en la aceleración de la sucesión natural requiere para los matorrales y pastos con rastrojos, realizar mezclas de especies nativas para su establecimiento, contemplan en la fase inicial altas densidades de especies pioneras y pioneras intermedias para disminuir la competencia con las pasturas, generar hábitats y recursos para la fauna. Posteriormente, al establecer condiciones aptas (como la eliminación de arvenses) se procede a plantar las especies de sucesión avanzada, especies en peligro de extinción y especies endémicas de la región, con el propósito de emular en el corto y mediano plazo la estructura y composición de los bosques nativos de la zona. De igual manera es importante implementar cercas vivas con especies de rápido crecimiento como nacedero de paramo y lechero en los linderos de las reservas aledañas al proyecto, que a su vez mejore la conexión y conectividad del paisaje en general.

En los bosques abiertos y relictos de bosque se deben trabajar con especies de estados intermedios y avanzados de sucesión, con el objetivo de lograr un equilibrio en el microclima, los suelos y el agua, en estas coberturas se presentan gran cantidad de individuos de estratos arbustivos y arbóreos de gran importancia para el establecimiento de especies con mayores requerimientos como la adaptabilidad al clima y la competencia por los nutrientes del suelo. Para fortalecer la conservación de los bosques densos, se debe trabajar con enriquecimientos de especies de sucesión avanzada, algunas como pino colombiano y cedro negro que se registraron con valores muy bajos en el inventario florístico y que son claves para promover en el mediano y largo plazo un estado de madurez en las reservas forestales (Figura 28).

Figura 28. Coberturas para la implementación de la HMP

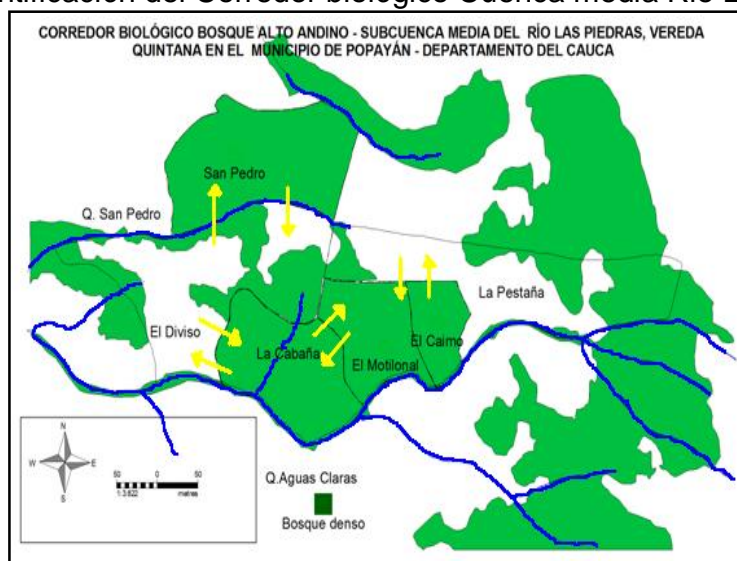


Al fortalecer las herramientas de manejo del paisaje, se busca en el mediano y largo plazo rehabilitar las condiciones necesarias para crear hábitats para las especies de fauna y flora silvestre, prevenir los suelos de procesos erosivos y contribuir con la regulación de las quebradas Aguas Claras y San Pedro, pertenecientes a la Cuenca Río Las Piedras.

La conexión y conectividad se puede mejorar a través de los bosques densos, pertenecientes a la parte media y parte alta de las reservas La Pestaña y El Diviso, que colindan con el área de influencia, en el momento estas reservas no hacen parte del proyecto, pero el Municipio de Popayán viene adelantando diálogos con los dueños de estos predios para que se incluyan dentro de los programas del plan estratégico de la Cuenca Río Las Piedras.

Con la identificación del corredor biológico se busca maximizar los beneficios de la conservación, contrastando los procesos de fragmentación a los que fueron sometidos estos hábitats, aumentando el tamaño de los parches de bosque y contribuyendo con el equilibrio de la biodiversidad y el recurso hídrico de la Cuenca Rio Las Piedras (Figura 29).

Figura 29. Identificación del Corredor biológico Cuenca media Rio Las Piedras



El tipo de plantación para el establecimiento de las HMP debe ser aleatorio, sin arreglos espaciales y en mezclas de especies, de acuerdo con el objetivo de emular la estructura del bosque natural.

Es conveniente realizar la siembra de plántulas con alturas por encima de 60-80 cm para garantizar que las especies puedan competir efectivamente y de esta manera lograr altas tasas de supervivencia y desarrollo en poco tiempo.

La proporción y mezcla de especies apropiadas a su estado sucesional garantiza en poco tiempo niveles altos de competencia, beneficiando el establecimiento de especies de estados sucesionales avanzados como carne fiambre (*Roupala pachypoda*), Cedro (*Cedrela montana*), entre otras. Por tal motivo la siembra en asociaciones permite que las pioneras intermedias brinden condiciones apropiadas para un desarrollo mucho mayor (Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente, 2000).

Previo a las siembras se debe tener en cuenta las acciones silviculturales de limpieza y preparación del terreno, trazado, plateo, ahoyado, sistema de siembra en épocas de lluvia, fertilización de los suelos, limpiezas y control de malezas.

En el cuadro 8 se muestran las especies identificadas en el estudio, de acuerdo con el estado sucesional al que pertenecen, para fortalecer la conservación y restauración de las reservas forestales.

Cuadro 8. Especies identificadas para la conservación y restauración de las reservas forestales.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo</b>
<i>Ocotea sp</i>	LAURACEAE	Aguacatillo	Sucesión avanzada
<i>Cedrela montana Moritz ex Turczaninow</i>	MELIACEAE	Cedro negro	Sucesión avanzada
<i>Ruagea hirsuta (ede) Harms</i>	MELIACEAE		Sucesión avanzada
<i>Podocarpus oleifolius</i>	PODOCARPACEAE	Pino colombiano	Sucesión avanzada
<i>Roupala pachypoda</i>	PROTEACEAE	Carne fiambre	Sucesión avanzada
<i>Prunus sp</i>	ROSACEAE	Chilco	Sucesión avanzada
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	RUBIACEAE		Sucesión avanzada
<i>Oreopanax bogotensis</i>	ARALIACEAE	Mano de oso	Pionera intermedia
<i>Oreopanax cf nigrosis cuatrec</i>	ARALIACEAE		Pionera intermedia
<i>Oreopanax floribundus Kunth</i>	ARALIACEAE	Mano de oso	Pionera intermedia
<i>Verbesina arborea Kunth</i>	ASTERACEAE	Cocua	Pionera intermedia
<i>Alnus acuminata Kunth</i>	BETULACEAE	Aliso	Pionera intermedia
<i>Viburnum sp</i>	CAPRIFOLIACEAE	Garrocho	Pionera intermedia
<i>Weinmannia pubescens Kunth</i>	CUNONIACEAE	Encenillo	Pionera intermedia
<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE	Gargantillo	Pionera intermedia
<i>Weinmannia tomentosa</i>	CUNONIACEAE	Encenillo	Pionera intermedia
<i>Gaiadendron punctatum</i>	LORANTHACEAE	Tagua	Pionera intermedia

Cuadro 8. Continuación

<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE	Esmeraldo	Pionera intermedia
<i>Siparuna echinata (Kunth)</i>	MONIMIACEAE	Cojon de chucha	Pionera intermedia
<i>Myrsine coriacea</i>	MYRSINACEAE		Pionera intermedia
<i>Myrsine sp</i>	MYRSINACEAE		Pionera intermedia
<i>Piper hispidum</i>	PIPERACEAE	Cordoncillo	Pionera intermedia
<i>Freziera canescens Bonpl.</i>	THEACEAE	Motilón	Pionera intermedia
<i>Ageratina popayanensis</i>	ASTERACEAE	chilca blanca	Pionera
<i>Baccharis buchtienii</i>	ASTERACEAE	Chilco	Pionera
<i>Baccharis latifolia</i>	ASTERACEAE	Chilco	Pionera
<i>Critoniopsis sp</i>	ASTERACEAE	Alma negra	Pionera
<i>Bejaria mathewsii</i>	ERICACEAE	Angucho	Pionera
<i>Miconia lehmannii cogn</i>	MELASTOMATACEAE	Mortiño	Pionera
<i>Tibouchina mollis</i>	MELASTOMATACEAE	Siete cueros	Pionera
<i>Citharexylum sp</i>	VERBENACEAE		Pionera

**3.6.3 Monitoreo y control de los procesos de conservación y restauración ecológica.** Para garantizar que los procesos de conservación y restauración ecológica en las reservas forestales sean sostenibles y apropiados, se hace necesario fortalecer los grupos de trabajo locales como juntas de acción comunal, asociaciones de acueductos, y formar un grupo de familias guardabosques.

Es importante determinar conjuntamente el establecimiento de incentivos y sanciones, en convenios suscritos por la Fundación Procuencia Rio Las Piedras y la Asociación Campesina Red de Reservas ASOCAMPO.

Se deben realizar inventarios periódicamente para llevar el control de plagas y enfermedades que se puedan presentar en los enriquecimientos, el objetivo es prevenir alguna anomalía que pueda impedir la sucesión natural, además se debe trabajar con hongos micorrízicos, bacterias fijadoras de nitrógeno y otras especies microbianas en el vivero de ASOCAMPO para la producción del material vegetal.

Para efectos de llevar a cabo el seguimiento del proceso de conservación y restauración ecológica en los hábitats de las reservas forestales, se debe proyectar el establecimiento de parcelas permanentes de muestro, donde se evalúe fundamentalmente dos aspectos: crecimiento de los rodales plantados y efectos sobre la biodiversidad.

Para el estudio se proponen principalmente parcelas permanentes para sistemas protectores, para los corredores identificados y para los enriquecimientos de bosques (Anexo N).

#### **4. CONCLUSIONES**

Al identificar los cambios en las coberturas y usos del suelo, se pudo estratificar el área de estudio, se realizó el inventario de la vegetación existente, se determinaron las causas y procesos de fragmentación y se identificaron los diferentes estados sucesionales, que permitieron tomar decisiones que fortalecerán los procesos conservación y restauración ecológica en las reservas forestales.

La comunidad organizada a través de Asocampo, vienen manejando las reservas bajo criterios de conservación, se han realizado diversas actividades para la protección de los nacimientos de agua y sus alrededores, se han aislado los ecosistemas boscosos y se han establecido zonas de amortiguación que mantienen protegido a las especies de fauna y flora existentes en las reservas forestales. En general el estado de conservación es bueno, se evidencia un equilibrio en el microclima, los suelos y el agua, para estas labores, la comunidad ha sido capacitada técnica y profesionalmente, con herramientas que han contribuido positivamente con la regulación de los caudales y mejoramiento de la conexión y conectividad de las reservas de la Cuenca Rio Las Piedras.

Los índices de valor de importancia (I.V.I) mostraron que en las coberturas de bosque denso y bosque abierto, se presentan muchas de las especies claves para la conservación y restauración ecológica de las reservas forestales. Además el conjunto de especies raras para estas coberturas tiene el porcentaje más significativo, por tanto se consideran como ecosistemas ricos en especies con tendencia a una composición generalmente heterogénea. En las coberturas de relictos de bosque, matorrales y pastos con rastrojos se presentaron especies pioneras con un alto grado de importancia ecológica pero en menor número de individuos, sin embargo, se registran porcentajes altos de especies raras en estas coberturas, lo cual indica que en el futuro podrían ser ecosistemas con tendencia a la heterogeneidad de especies.

Los índices de Alfa diversidad de Simpson y Margalef mostraron que las coberturas identificadas presentan porcentajes bajos en dominancia de especies y altos porcentajes en riqueza de especies, principalmente en las coberturas de bosques densos y bosques abiertos, por lo cual se establece que estas coberturas tienen un gran potencial para la creación de un banco semillero de especies nativas valiosas para futuros planes de conservación en las reservas de la Subcuenca Media del Rio Las Piedras.



Las diferencias en composición y estructura se presentaron principalmente entre los bosques densos y los relictos de bosque, los individuos de los estratos herbáceos se presentan principalmente en las coberturas de bosque denso y bosque abierto, los individuos de estratos arbustivos se registraron en las tres coberturas y los individuos con diámetros superiores a 10 cm de DAP se registraron principalmente en los bosques abiertos. En general se presentan estados de sucesión tempranos en las coberturas identificadas, se evidencia una buena regeneración natural, los suelos están prevenidos de procesos erosivos y aun se mantienen árboles con diámetros superiores a 40 cm de DAP, lo cual indica que las medidas adoptadas por las comunidades han contribuido con el equilibrio de estos ecosistemas.

Las especies nativas con mayor importancia ecológica identificadas para la conservación, restauración y rehabilitación, para contribuir con la regulación de los caudales y mejorar la conexión y conectividad de las reservas de la Cuenca Rio Las Piedras según el presente estudio son el motilón (*Freziera canescens*); el mortiño (*Miconia lehmannii*); el mano de oso (*Oreopanax bogotensis*); la alma negra (*Critoniopsis sp*); el esmeraldo (*Miconia sp*); la chilca blanca (*Ageratina popayanensis*) y el encenillo (*Weinmannia pubescens*).

La comunidad viene adelantando desde hace varios años, trabajos de propagación en vivero con especies de sucesión avanzada, se han realizado siembras en los linderos de las reservas con especies como Aliso (*Alnus acuminata*), y se ha permitido que el ecosistema se regenere de manera natural. Las familias propietarias de los predios donde se ubican las reservas, han sido conscientes de la importancia que trae para la comunidad misma el abastecimiento del agua para satisfacer sus necesidades diarias y el valor que tienen las especies de fauna y flora silvestre en la conservación y restauración de la biodiversidad.

## **5. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar talleres de capacitación técnica y profesional a la comunidad de ASOCAMPO para el establecimiento y mantenimiento de las HMP, restauración de bosques secundarios, control de plagas asociadas a las especies forestales y propagación de especies forestales en vivero.

Es importante lograr la continuidad a través de los años en la recolección de las semillas por la discontinuidad en la periodicidad fenológica de las plantas; además el almacenamiento de semilla suficiente garantiza la disponibilidad permanente para suplir la demanda de material en el proyecto (PROCUENCA, 2006).

Se deben fortalecer con cercas vivas los bosques ribereños principalmente en las quebradas Aguas Claras y San Pedro para contribuir con la regulación del Río Las Piedras y mejorar la calidad del recurso para la comunidad asentada en la Cuenca.

Se hace necesario realizar un protocolo para el seguimiento, monitoreo y evaluación del proceso de conservación y restauración ecológica en las reservas forestales.

Se recomienda realizar la técnica de trasplante insitu de los bancos de germoplasma en orillas de carretera y potreros aledaños a la zona del proyecto con las especies pioneras, esta técnica se debe realizar teniendo cuidado con el rescate principalmente por algún daño directo sobre la raíz que impida el desarrollo y crecimiento de las plantas (PROCUENCA, 2006).

Es de gran importancia mejorar el aislamiento de las franjas de protección de las reservas alejadas al proyecto, para contribuir con la conexión y conectividad de las reservas forestales.

No es recomendable la introducción de especies de otras zonas del país aunque sean las mismas especies para no intervenir con la dinámica evolutiva de las especies por motivos de cambios en las condiciones climáticas.

Se debe incluir la variable área basal como indicador de conservación y como medida para identificar las fuentes semilleras presentes en el ecosistema.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BANCO MUNDIAL, Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano. Unidad de Administración Nacional de Colombia, México y Venezuela Informe No: 21136-ME. México (2001). Pag 7

BARRERA, J y VALDÉS, C. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Pontificia Universidad Javeriana., Bogotá, D.C. (2007), pág. 13, 20.

BENNET, ANDREW F. Enlazando el Paisaje: El Papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre, Programa de conservación de Bosques (UICN) Conservando los Ecosistemas Boscosos. Serie No. 1. (1998), Victoria, Australia Pág. 14,15, 61.

BUSTAMANTE, R y GREZ, AUDREY A. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos, Ambiente y Desarrollo. Programa Bosque Nativo. D.T.I., Universidad de Chile. VOL. XI N°2. (1995), Pág. 59.

CANTILLO, H. Caracterización y valoración del potencial de regeneración del banco de semillas germinable de la reserva forestal Cárpatos (Guasca, Cundinamarca), (2008). Pag: 63

CORTÉS, LORENA ANDREA, Caracterización de la vegetación de cuatro bosques de roble ubicados en las veredas de Patios Altos y Canadá, Municipio de Encino, Santander, (2008), Pag: 73, 74 ,75.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC, Mejoramiento del paisaje forestal como apoyo a la conformación del Corredor Biológico Páramo de Barbillas - Microcuencas los huevos, chuzolongo y pascariguaico en los municipios de almaguer y la vega - núcleo del macizo colombiano - departamento del cauca (2008). Pag: 6, 7, 11, 12.

DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO MEDIO AMBIENTE, Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá (2000). Pag: 76, 78.

FERNÁNDEZ, DIANA M. Melastomataceae en dos parcelas de bosque montano del sur (Estación Científica San Francisco, Zamora) y el norte (Bosque Protector Cambugán, Pichincha), Ecuador (2007), Pag: 14,15.

FUNDACIÓN PROCUENCA RIO LAS PIEDRAS, DIVISIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN. Ficha de caracterización reservas de la sociedad civil, Popayán, (2004).

FUNDACIÓN PROCUENCA RIO LAS PIEDRAS, DIVISIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN. Proceso de ajuste al plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Rio Las Piedras. Popayán, (2009).

GEILFUS, FRANS. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnostico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochalate–IICA, el Salvador. 1997, 208 p.

HOLDRIDGE, LESLIE R. Ecología basada en zonas de vida. Centro Científico Tropical. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica (1978), Pag: 9.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC), Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra, (2005).

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del cauca, (2009).

INC. 2008. Software desarrollado por el Enviromental Systems Research Institute.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH), Análisis preliminar de representatividad ecosistémica e identificación de vacíos de conservación y alternativas para el SIRAP del Departamento del Valle del Cauca utilizando sistemas de información geográfica. Informe interno. Bogotá, Colombia. (2002). 48p.

JIMÉNEZ, MARÍA R. Caracterización florística y estructural de la vegetación natural en claros de roble, en la reserva biológica Cachalú municipio de Encino (Santander). 2009, Pag: 44,47

MARTÍNEZ, MARÍA A. Conectividad funcional para aves terrestres dependientes de bosque en un paisaje fragmentado en Matiaguás. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica (2008) Pag 6-9.

MELO, OMAR y VARGAS, RAFAEL. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. CRQ – CARDER – CORPOCALDAS – CORTOLIMA. Ibagué, (2003) Pág: 48-67.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL MAVDT. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá D.C. Febrero, (2006). Pag: 12, 20.

MONTENEGRO, CARLOS y TORO, OSCAR. Caracterización de especies nativas aptas para la implementación en sistemas agroforestales para el fortalecimiento de la conectividad de la Red de Reservas de la Cuenca Rio Molino. Fundación Procuena rio las piedras, División de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, 2010.

MOSTACEDO, BONIFACIO y FREDERICKSEN, TODD S, Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) Santa Cruz, Bolivia. (2000). Pag 8-9.

MUÑOZ, FERNANDO. Caracterización biofísica, análisis espacio temporal y de intervenciones antrópicas, para humedales alto andinos caso tipo, laguna de San Rafael, (zona norte) parque nacional natural Puracé y humedal de Calvache. Universidad del Cauca. 2008

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES OIMT. Directrices de la OIMT para la Restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Serie de políticas forestales No.13. (2002).

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO LAS PIEDRAS (POMCH), Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), Agosto, (2002). Pag: 86, 87,112.

PROCUENCA, Corredor Biológico para la Regulación Hídrica y Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca Alta del Rio Chinchiná. Manizales, Colombia (2006). QUESADA, RUPERTO, Recuperación de cobertura forestal por medio de los bosques secundarios: caso Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Primer Seminario Internacional en Bosques Secundarios del trópico húmedo. Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia, Noviembre, (2010).

SANÍN, DAVID y DUQUE, CÉSAR. Estructura y composición florística de dos transectos localizados en la reserva forestal protectora Río blanco (Manizales, Caldas, Colombia). (2006). Pag: 55

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) INTERNATIONAL, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas, Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Versión 2. Tucson, Arizona 85701 – Estados Unidos de América (2004), Pag 3, 13.

SCHNEIDER, J y GAVIRIA, J. Inventario florístico de un bosque altimontano húmedo en el Valle de San Javier, Edo. Mérida, Venezuela, (2003).Pag: 68,69.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Estructura, diversidad biológica, regeneración natural y clasificación de la vegetación en un área de bosque natural de la reserva Palmichal sendero Aguas Claras, vereda Quintana, Popayán Cauca (2008).

VÁSQUEZ, ANTERO (2008). Métodos de medición al nivel de especies. Lambayeque. Perú. [Citado enero 23 de 2011]. Disponible en internet <<http://www.slideshare.net/anterovasquez/diversidad-alfa>>

WINDHAGER STEVE (1999), Restauración Ecológica y Evolución [online], Ecología [citado febrero 5 de 2011]. Disponible en internet en <http://www.ciencia.cl/CienciaAIDia/volumen2/numero4/articulos/articulo7.html>

**ANEXOS**

**Anexo A.** Planilla de campo

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

Vereda: \_\_\_\_\_

Estrato: \_\_\_\_\_

Coordenadas: Norte: \_\_\_\_\_

Este: \_\_\_\_\_

Reserva: \_\_\_\_\_

Parcela No: \_\_\_\_\_

Azimet: \_\_\_\_\_ Fuente: \_\_\_\_\_

<b>Árbol #</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>DAP(cm)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Observaciones</b>

**Anexo B.** Puntos de amarre para el trazado de las parcelas en las coberturas bosque denso, bosque abierto, relicto de bosque, matorrales y pastos con rastrojos.

Estrato	Reserva	Parcela	Coordenadas		Azimut o
			Norte	Este	
Bosque denso	La cabaña	1	2 <sup>0</sup> 25'52.2"	76 <sup>0</sup> 25'18"	145
Bosque denso	El Motilonal	2	2 <sup>0</sup> 25'54.7"	76 <sup>0</sup> 25'14"	60
Bosque denso	San Pedro	3	2 <sup>0</sup> 26'2.4"	76 <sup>0</sup> 25'39"	105
Bosque abierto	San Pedro	4	2 <sup>0</sup> 26'13.1"	76 <sup>0</sup> 25'32.4"	90
Bosque abierto	El Motilonal	5	2 <sup>0</sup> 25'54"	76 <sup>0</sup> 25'18.6"	120
Bosque abierto	El Caimo	6	2 <sup>0</sup> 25'57.4"	76 <sup>0</sup> 25'7.2"	90
Relicto de bosque	San Pedro	7	2 <sup>0</sup> 26'09.6"	76 <sup>0</sup> 25'26"	90
Relicto de bosque	San Pedro	8	2 <sup>0</sup> 26'11.6"	76 <sup>0</sup> 25'25.4"	90
Relicto de bosque	El Motilonal	9	2 <sup>0</sup> 25'56.1"	76 <sup>0</sup> 25'16.2"	90
Matorrales y pastos con rastrojos	El Motilonal	10	2 <sup>0</sup> 25'58.5"	76 <sup>0</sup> 25'17.6"	90
Matorrales y pastos con rastrojos	San Pedro	11	2 <sup>0</sup> 25'59.3"	76 <sup>0</sup> 25'19.6"	90
Matorrales y pastos con rastrojos	San Pedro	12	2 <sup>0</sup> 26'6.7"	76 <sup>0</sup> 25'27.2"	90



**Anexo C.** Informe taller de socialización con la comunidad

<b>CORREDOR BIOLÓGICO RIO LAS PIEDRAS</b>	
<b>Fecha:</b> 3 de Noviembre	<b>Lugar:</b> Vereda San Juan
<b>Instituciones Participantes:</b> Fundación Procuencia Rio Las Piedras, Red de Reservas ASOCAMPO, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
<b>Facilitador(es):</b> Equipo técnico Acueducto-Fundación Procuencia Rio Las Piedras, Leoncio Peña, Zoraida Golondrino, Promotores FAO	
<b>Temas:</b> Socializar avances del diagnostico, Definir lineamientos para el manejo y la ordenación, Evaluar el estado de los recursos agua, bosque y suelo.	
<b>Propósito:</b> Buscar la vinculación de la comunidad al proceso, mediante las labores de establecimiento, seguimiento y sostenibilidad.	
<b>No. De Asistentes:</b>	<b>Hombres:</b> 17 <b>Mujeres:</b> 13 <b>Total:</b> 30
<b>Hora de Inicio:</b> 9 am <b>Hora de Culminación:</b> 12:30 pm	
<b>Actividades</b>	Socialización del proyecto, Evaluación de los componentes ambientales a través de la matriz de la telaraña, Lluvia de ideas y definición de propuestas para fortalecimiento de la conectividad de las reservas forestales.
<b>Observaciones</b>	Por tratarse de zonas que realizan conectividad con las reservas campesinas de la sociedad civil (ASOCAMPO), y zonas de comunidades indígenas, se debería continuar con la construcción de una propuesta conjunto con los actores institucionales y comunitarios.
<b>Conclusiones</b>	Realizar talleres de concertación de componentes operativos, Realizar talleres de asistencia técnica y profesional a la comunidad, para las labores de establecimiento y monitoreo de las plantaciones de enriquecimiento vegetal y cercas vivas.
<b>Tareas</b>	Continuar con el análisis de corredores ambientales en la zona y su conectividad.
<b>Responsable</b>	Grupo de trabajo

**Anexo D. Registro de especies identificadas en el herbario de la Universidad del Cauca CAUP**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**Museo de Historia Natural**  
**Herbario Universidad del Cauca (CAUP)**



EL SUSCRITO DIRECTOR DEL HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

HACE CONSTAR QUE:

El Herbario de la Universidad del Cauca recibió 20 ejemplares de plantas vasculares, procedentes de la cuenca media del río Las Piedras, vereda Quintana, colectados por los estudiantes del programa de Ingeniería Forestal Jhon Fernando Delgado, Edison Pacheco en el desarrollo de su trabajo de grado titulado “Identificación del corredor biológico, bosque Alto-andino, cuenca media del río Las Piedras, vereda Quintana, en el municipio de Popayán”.

Para constancia se firma en la ciudad de Popayán a un 1 día del mes de Diciembre de 2010.

  
Bernardo R. Ramírez P.  
Herbario Universidad del Cauca

**Buy Now to Create PDF without Trial Watermark!!**

**Created by eDocPrinter PDF Pro!!**