

**CARACTERIZACION FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL Y FORMULACION DEL
PLAN DE RESTAURACION FORESTAL DE LOS RELICTOS DE BOSQUE DE
ROBLE *Quercus humboldtii* UBICADOS EN LA MICROCUENCA LA HONDA,
VEREDA CARABALÍ, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS, SANTANDER
COLOMBIA.**

**HEIDY PAOLA BLANCO BARRERA
JAIR ALEXI RAMÓN NORIEGA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2017**

**CARACTERIZACION FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL Y FORMULACION
DEL PLAN DE RESTAURACION FORESTAL DE LOS RELICTOS DE
BOSQUE DE ROBLE *Quercus humboldtii* UBICADOS EN LA
MICROCUEENCA LA HONDA, VEREDA CARABALÍ, MUNICIPIO DE SAN
ANDRÉS, SANTANDER COLOMBIA.**

**HEIDY PAOLA BLANCO BARRERA
JAIR ALEXI RAMÓN NORIEGA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Forestal**

**Director
JOSE MANUEL MARIÑO GUECHA
Esp. Ingeniero Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2017**

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar agradecimiento primeramente a Dios nuestro señor y la Santísima Virgen María por acompañarnos y bendecirnos durante todo éste proceso de formación profesional.

A nuestros padres JOSÉ ANTONIO BLANCO BARAJAS y GABRIEL RAMÓN OSORIO, a nuestras madres MARTHA ISABEL BARRERA GARAVITO y VIDALIA NORIEGA por el esfuerzo, apoyo, acompañamiento, paciencia, amor y sus oraciones, en nuestra formación personal y profesional.

A nuestros hermanos por brindarnos su apoyo incondicional y creer en nosotros.

Al Ingeniero JOSE MANUEL MARIÑO GUECHA, nuestro director por su confianza, consejos y por incentivarnos a la realización del presente trabajo.

A la Universidad Industrial de Santander, a nuestros docentes quienes nos brindaron la formación académica durante toda la carrera, especialmente en memoria del ingeniero LUIS BERNARDO TORRES PEÑA (Q.E.P.D).

A todas aquellas personas que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de grado, mil gracias.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO REFERENCIAL	20
4.1 ANTECEDENTES	20
4.2 MARCO TEÓRICO	22
4.2.1 Bosques de roble	22
4.2.2 Dendrología de la especie de roble:	24
4.2.3 Evaluación estructural de ecosistemas boscosos	27
4.2.4 Estructura vertical	28
4.2.5 Estratificación del perfil del bosque	28
4.2.6 Estructura horizontal	29
4.2.7 Diversidad biológica	29
4.2.8 Fragmentación de los ecosistemas	30
4.2.9 Regeneración natural del bosque:	32

4.2.10 Degradación biológica	32
4.2.11 Restauración	33
4.2.12 Corredores biológicos	34
4.2.13 La sucesión vegetal	35
4.3 MARCO LEGAL	35
4.4 MARCO CONCEPTUAL	41
5. DISEÑO METODOLOGICO	43
5.1 TIPO DE ESTUDIO	43
5.2 AREA DE ESTUDIO	44
5.3 METODOLOGIA	46
5.4 FASES DEL ESTUDIO	46
5.4.1 Fase 1. Descripción de las condiciones edafo-climaticas y del recurso hídrico del área de estudio:	46
5.4.2 Fase 2. Determinación de la composición florística y estructural correspondientes a los fragmentos boscosos de roble <i>Quercus humboldtii</i>	47
5.4.3. Fase 3. Formulación del plan de restauración forestal para el bosque de roble <i>Quercus humboldtii</i> como estrategia de recuperación del ecosistema en zonas de recargue hídrico	57
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
6.1 CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFO-CLIMATICAS Y DEL RECURSO HÍDRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.	59
6.2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTES A LOS FRAGMENTOS BOSCOSOS DE ROBLE <i>Quercus humboldtii</i> .	67
6.3 FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN FORESTAL.	95
7. CONCLUSIONES	116

8. RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFIA	119

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Volumen por parcela del premuestreo.	47
Cuadro 2 . Primer premuestreo	48
Cuadro 3. Segundo premuestreo: estabilización de la muestra n	48
Cuadro 4. Tercer premuestreo estabilización de la muestra n	48
Cuadro 5. Resumen estadígrafo.	49
Cuadro 6 Clases diamétricas.	55
Cuadro 7 Precipitación media mensual municipio de San Andrés.	59
Cuadro 8 Temperatura de la parte alta, media y baja de la microcuenca.	62
Cuadro 9 Número de individuos por familias evaluadas.	67
Cuadro 10 Número de individuos por género	69
Cuadro 11 Índice valor de importancia del bosque de <i>Quercus humboldtii</i> .	74
Cuadro 12. Índice valor de importancia ampliado	76
Cuadro 13 Distribución diamétrica del bosque de roble	81
Cuadro 14 Tabla de regeneración natural del bosque latizal	83
Cuadro 15 Regeneración natural del bosque brinzal	88
Cuadro 16 Volumen comercial y total por especie	90
Cuadro 17 Listado de aves observadas en la microcuenca.	93
Cuadro 18 Listado de animales observados en la microcuenca la Honda	94
Cuadro 19 Evaluación de la sucesión secundaria.	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Conceptos relacionados a la restauración.	34
Figura 2. Mapa del área de estudio	45
Figura 3. Metodología para la determinación de la estructura del bosque de <i>Quercus humboldtii</i>	50
Figura 4. Pasos para la restauración ecológica.	57
Figura 5 Comportamiento de la precipitación municipio de San Andrés.	60
Figura 6 Mapa de Isoyetas microcuenca la Honda.	61
Figura 7 Variación de la temperatura con respecto a la altitud.	62
Figura 8 Isotermas microcuenca la Honda.	63
Figura 9. Zonas de vida microcuenca la Honda	64
Figura 10. Formación geológica de la microcuenca la Honda.	65
Figura 11. Orden de la red hídrica.	66
Figura 12 Abundancia relativa en el bosque de roble.	70
Figura 13 Frecuencia relativa en el bosque de roble	71
Figura 14 Dominancia relativa en el bosque de roble.	72
Figura 15 Especies representativas del bosque de roble.	73
Figura 16 Índice valor de importancia del bosque de roble	75
Figura 17 Índice valor de importancia ampliado.	77
Figura 18 Estratificación Ogawa.	78
Figura 19 Perfil lateral del bosque de roble	79
Figura 20 Perfil superior del bosque de <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	80
Figura 21 Diagrama del número de árboles por clase diamétrica.	82

Figura 22 Índice de representatividad de la especie en el latizal	85
Figura 23 Especie encontradas en el brinzal.	86
Figura 24 Índice de representatividad del brinzal.	89
Figura 25 Volumen comercial y total por especie	91
Figura 26 Distribución del área basal por clase diamétrica	92
Figura 27 Distribución por clase diamétrica del volumen comercial y total del bosque de roble.	92
Figura 28 Representatividad del bosque en la microcuenca la Honda	96
Figura 29 Mapa de Coberturas	97
Figura 30 Causa de pérdida del ecosistema.	98
Figura 31 Utilización del roble por la comunidad	99
Figura 32 Distancia euclidiana entre relictos	100
Figura 33 Participación comunitaria. (Estudiantes escuela Alto viento)	101
Figura 34 Comunidad residente en la microcuenca la Honda.	103
Figura 35 Localización de parcelas de sucesión secundaria.	104
Figura 36 Especie de termita encontrada en las semillas de <i>Quercus humboldtii</i> .	107
Figura 37 Barrera social.	107
Figura 38 Manejo de vivero transitorio para propagación de especies.	109
Figura 39 Establecimiento de las plantas en el vivero.	110
Figura 40 Estado de las plantas de <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl después de dos meses.	111
Figura 41 Calicata en sitios potenciales para la restauración de <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	112
Figura 42 Alcances del Plan de Restauración Forestal	113

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACION FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL Y FORMULACION DEL PLAN DE RESTAURACION FORESTAL DE LOS RELICTOS DE BOSQUE DE ROBLE *Quercus humboldtii* UBICADOS EN LA MICROCUENCA LA HONDA, VEREDA CARABALÍ, MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS, SANTANDER COLOMBIA.

AUTORES: HEIDY PAOLA BLANCO BARRERA y JAIR ALEXI RAMÓN NORIEGA**

PALABRAS CLAVES: RESTAURACIÓN, ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN, BOSQUE DE ROBLE

DESCRIPCIÓN:

Las actividades antrópicas centradas en la agricultura y producción pecuaria han transformado amplias superficies del bosque de roble, llevando al agotamiento de su productividad, con pérdida de estructura y funciones propias de dicho ecosistema, hecho que otorga alta importancia desde el punto de vista biológico y socioeconómico, este estudio busca como objetivo caracterizar los aspectos prioritarios de los relictos de bosque de roble *Quercus humboldtii* ubicados en la microcuenca La Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, generando estrategias para la formulación del plan de restauración y uso sostenible de los bosques de roble, donde la restauración forestal es la mejor alternativa para retornar los ecosistemas a su estado inicial.

Este estudio también permite conocer algunas de las variables más importantes de los relictos de bosque de roble donde se desarrolló la investigación como son características edafoclimáticas y del recurso hídrico, inventario de las especies forestales, su estructura y composición natural, partiendo de un diagnóstico real, para la estrategia de mejora, recomendando algunas especies que podrían ser pieza clave en el proceso de restauración y que pueden tenerse en cuenta para posteriores procesos de este mismo tipo, preservando la fauna, lo cual los convierte en coberturas de importancia ecológica para las especies reportadas, pero si se continúa con la intervención antrópica y fragmentación del bosque se puede estar generando una alta degradación lo que ocasiona migración o eliminación de especies animales con alto valor de importancia ecológica.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: José Manuel Mariño Guecha, Ingeniero Forestal.

ABSTRACT

TITLE:. FLORISTIC AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND FORMULATION OF THE FOREST RESTORATION PLAN FOR OAK FOREST RELICS *Quercus humboldtii* LOCATED IN THE MICROCUENCA LA HONDA, VEREDA CARABALÍ, MUNICIPALITY OF SAN ANDRÉS, SANTANDER COLOMBIA

AUTHORS: HEIDY PAOLA BLANCO BARRERA y JAIR ALEXI RAMÓN NORIEGA**

KEYWORDS: RESTORATION, STRUCTURE, COMPOSITION, OAK FOREST

DESCRIPTION:

Anthropogenic activities focused on agriculture and livestock production have transformed large areas of the oak forest, leading to the depletion of their productivity, with loss of structure and functions of this ecosystem, a fact that gives high importance from the biological and socioeconomic point of view, this study aims to characterize the priority aspects of the *Quercus humboldtii* oak forest relics located in the La Honda microbasin, Carabalí, San Andrés municipality, generating strategies for the formulation of a restoration plan and sustainable use of the forests of oak, where forest restoration is the best alternative to return ecosystems to their initial state.

This study also allows to know some of the most important variables of the relicts of oak forest where the research was developed as they are edafoclimatic characteristics and of the water resource, inventory of the forest species, its structure and natural composition, starting from a real diagnosis, for the strategy of improvement, recommending some species that could be a key element in the restoration process and that can be taken into account for subsequent processes of this same type, preserving the fauna, which makes them ecologically important coverages for the reported species, but if one continues with the anthropic intervention and fragmentation of the forest it can be generating a high degradation which causes migration or elimination of animal species with high value of ecological importance.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: José Manuel Mariño Guecha, Ingeniero Forestal.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas boscosos en los últimos años han sido afectados por efecto antrópico, donde la asociación de los componentes biofísicos ha sufrido modificaciones y en consecuencia el funcionamiento de éste (Vargas et al., 2012)¹. Los robledales son uno de los ecosistemas más singulares de los bosques andinos de Colombia y se encuentran distribuidos en 18 departamentos entre los 750 y los 3200 m de altitud, lo cual les confiere alta importancia desde el punto de vista biológico y socioeconómico². Aspectos prioritarios para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble, donde la microcuenca, constituye la base territorial y ambiental para que el sistema de aguas fluyan a un mismo cauce; en este sentido la conservación y manejo de las microcuencas³ garantiza la estabilidad y el suministro constante de bienes y servicios ambientales esenciales (aire, agua, energía, materias primas, equilibrio ecológico, prevención de riesgos y biodiversidad) para la calidad de vida de la población, la continuidad de los ciclos productivos y el mantenimiento de los procesos ambientales.

La situación de la microcuenca la Honda ubicada en el municipio de San Andrés no es ajena a la problemática global, ya que en esta zona se presenta deterioro del ecosistema ocasionado por efecto de la actividad agropecuaria debido a la sobre utilización del suelo y el recurso hídrico, afectando a la comunidad de la

¹ VARGAS RIOS, Orlando; [...y Otros]. Guías técnicas para restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia [En línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012. p.9 [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf

² AVELLA MUÑOZ, Andrés y CÁRDENAS CAMACHO Luis Mario. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En: Revista Colombia Forestal. Junio, 2010, vol.13 no.2., p. 5.

³ TRIANA GOMEZ, Max Alejandro y LOPEZ VALENCIA Otoniel. Plan para el manejo ambiental de la microcuenca "Quebrada La Resaca" municipio de Belén de los Andaquíes Caquetá. [En línea]. Florencia, Caquetá: Ministerio del Medio Ambiente. 1998. p.11-12. (Recuperado en 13 mayo 2017.) Disponible en: [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD172%2091/pd%20172-91-4%20rev%202%20\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD172%2091/pd%20172-91-4%20rev%202%20(F)%20s.pdf)

vereda Carabalí en especial los sectores Porvenir, Alto viento y Cabrera, es por ello que el estudio busca definir los criterios por los cuales se hace necesario la formulación de un plan de restauración forestal que agrupe una serie de estrategias de tipo práctico las cuales apunten a la rehabilitación del bosque de Roble y con ello el mejoramiento y sostenibilidad de los procesos funcionales y ecosistémicos.

Por último cabe mencionar que el éxito en la restauración también dependerá en gran parte de la voluntad política de las instituciones interesadas en la restauración; pero ante todo de la colaboración y participación de las comunidades locales implicadas en el proyecto.

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La microcuenca la Honda de la vereda Carabalí en el municipio de San Andrés presenta un bosque de roble *Quercus humboldtii*, el cual es susceptible, debido al gran potencial de su madera para diferentes usos, afectando los servicios ambientales que presta al ecosistema, ya que este tipo de bosque se encuentra en las zonas con mayor potencial de recargue hídrico, sin embargo su uso permanente y la transformación de su hábitat para actividades agropecuarias ha llevado a la deforestación continua y a la fragmentación del bosque, deteriorando en gran medida la estructura y la regeneración de los relictos existentes, afectando directamente el componente biofísico de la zona, sumado a la falta de información y manejo silvicultural, que permita desarrollar actividades de restauración y conservación.

Con lo anterior y teniendo en cuenta la importancia de la restauración forestal es necesario, realizar un estudio que ayude a caracterizar las especies forestales pertenecientes a la microcuenca para efectos de su análisis y así formular alternativas para la rehabilitación del ecosistema, las cuales junto con la sensibilización de la comunidad permitirán desarrollar un plan de restauración forestal para el área objeto de estudio e iniciar registros para posteriores estudios de protección.

2. JUSTIFICACIÓN

La degradación y destrucción de muchos ecosistemas en el mundo, por diferentes factores, ha acelerado la crisis ambiental debido a la reducción acelerada de los múltiples servicios ambientales que prestan los ecosistemas⁴, en Colombia, los robledales son uno de los tipos de bosques más representativos de la región andina⁵, donde Avella y Cárdenas (citado por Avella, 2016) afirman que la amplia distribución del roble (*Q. humboldtii*) la convierte en una especie muy importante a nivel biológico y socioeconómico, esta especie cuenta con posibilidades de restauración, manejo y uso sostenible de bienes y servicios ambientales. Al mismo tiempo, la normatividad nacional en la Resolución 096 de 2006 considera el uso sostenible, como un mecanismo para su conservación, donde las autoridades ambientales regionales deben realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades para su sostenibilidad.

Con lo anterior el estudio parte de la caracterización florística y estructural, para generar alternativas de restauración ecológica para el bosque de roble, ubicado en la cuenca hidrográfica la honda, teniendo como referencia el ecosistema de bosque andino.

⁴ VARGAS RÍO, Orlando y REYES B. Sandra Paola. La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. [En línea]. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2011. p.19-20. (Recuperado en 12 mayo 2016.) Disponible en: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf

⁵ AVELLA MUÑOZ, Andrés. Los bosques de robles (fagáceas) en Colombia: composición florística, estructura, diversidad y conservación. Tesis de Doctorado en Ciencias Biología Línea de Biodiversidad y Conservación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2016, p.10-12.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la composición florística y estructural de los relictos de bosque de roble *Quercus humboldtii* para la formulación del plan de restauración forestal en la microcuenca la Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, Santander.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las condiciones edafoclimáticas e hídricas presentes en el bosque de roble *Quercus humboldtii* perteneciente a la microcuenca la Honda.

Determinar la composición florística correspondiente a los fragmentos boscosos de roble *Quercus humboldtii* en la microcuenca la Honda vereda Carabalí con el fin de conocer la estructura horizontal y vertical del bosque.

Formular el plan de restauración forestal, para el bosque de roble *Quercus humboldtii* como estrategia de recuperación del ecosistema en zonas de recarga hídrica, planteando estrategias de participación con la comunidad.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

En el estudio titulado análisis biofísico de la microcuenca Quebrada la Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, Santander, Col.⁶, realizado por Tarazona y Ramón, 2015, el cual permitió conocer el estado actual y la composición de cada uno de los factores bióticos, abióticos y la interrelación dinámica que presenta la microcuenca, con el fin de determinar su aprovechamiento; para el estudio del componente suelo, realizaron un reconocimiento de las unidades geológicas presentes en la microcuenca basados en el mapa geológico del municipio de San Andrés; para el análisis biótico realizaron con apoyo de la comunidad una inspección de la flora y fauna presente en la microcuenca y conocer su estado de conservación natural según la unión internacional para la conservación de especies (UICN), adicionalmente conocer la morfometría y variables como temperatura y precipitación, la oferta y demanda del agua, el uso actual y potencial de suelo, las zonas de vida presentes en la microcuenca y algunas características socioeconómicas de sus pobladores, lo cual brinda un conocimiento previo al momento de realizar el plan de manejo ambiental y la gestión de riesgo.

González y Parrado 2010⁷ en su estudio titulado diferencias en la producción de frutos del roble *Quercus humboldtii* Bonpl en dos bosques andinos de la cordillera Oriental Colombiana, sustenta que el conocimiento acerca de los mecanismos de reproducción de las especies de árboles, incluyendo los patrones de producción de frutos y semillas en situaciones naturales, aspecto importante para el manejo forestal. Considerando el efecto de los factores abióticos tales como las características del suelo, la humedad y precipitación en la fenología de

⁶ TARAZONA SANDOVAL, Diego Fernando y RAMON NORIEGA, Jair Alexi. Análisis biofísico de la microcuenca Quebrada la Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, Santander, Col. Trabajo de Campamento Ingeniería Forestal Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal, 2015. p.7.

⁷ GONZÁLEZ MELO, Andrés y PARRADO ROSSELLI Ángela. diferencias en la producción de frutos del Roble *Quercus humboldtii* Bonpl en dos bosques andinos de la cordillera Oriental Colombiana. En: Revista Colombia Forestal, 2010. nro.13. p.141.

fructificación de las especies de plantas, además se evaluaron los patrones de producción de frutos del roble *Quercus humboldtii* (Fagaceae) en dos sitios (Cachalú y Patios Altos) de la cordillera oriental en el municipio de Encino, Santander, con condiciones ambientales contrastantes. Durante 5 meses, en los dos bosques, se realizaron seguimientos mensuales de la producción de frutos de 15 individuos en Cachalú y 11 en Patios Altos por medio de trampas ubicadas bajo la copa de los árboles. En cada uno de los sitios se tomaron muestras de suelo a 20 cm para analizar sus propiedades y nutrientes. En general, los árboles de Cachalú presentaron una mayor cantidad de frutos, peso seco y húmedo por individuo y por unidad de área de copa que en Patios Altos. En los dos sitios, la mayor producción por individuo, se presentó entre los meses de abril y mayo, los cuales coinciden con el periodo de mayores lluvias. Se encontraron correlaciones positivas entre la producción de frutos y la precipitación del mes anterior en los dos sitios. Altos contenidos de fósforo (P) y potasio (K) son las principales variables en explicar la alta producción. Mientras que altos contenidos de aluminio (Al) explicaron la baja producción encontrada en Patios Altos. Se discuten estos resultados y su importancia para generar estrategias de manejo de la especie que contemplen la producción de semillas, tales como los programas de restauración y reforestación.

Carvajal, (2007)⁸ en su trabajo de investigación titulado: Estructura y composición florística de un bosque de roble *Quercus humboldtii* Bonpl en la reserva natural “paramo, la Floresta” Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Santander, Colombia; en la cual se presenta la composición florística y estructura de un bosque andino donde se muestreo 0,1 hectáreas y se censaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 1 cm. Se registraron 711 individuos distribuidos en 81 especies, 55 géneros y 32 familias. El bosque presento dominancia de roble (*Quercus humboldtii*), con el 29,4% del valor de importancia (IVI) seguido de *Podocarpus oleifolius* (5,4%),

⁸ CARVAJAL LANDINEZ, Francy Milena. Estructura y composición florística de un bosque de Roble *Quercus humboldtii* Bonpl en la reserva natural “paramo, la Floresta” Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Santander, Colombia. Trabajo de Grado Biología, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología 2007. p.13.

Clusia sp.01 (4,4%) y *Oreopanax sp. 01* (3,5). Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Runiaceae (9), Araliaceae (7), Melastomataceae (5), y las familias Arecaceae, Ericaceae, Myrsinaceae, Orchidaceae y Piperaceae con (4). Las familias más representativas fueron Fagaceae con un IVF de 30%, Podocarpaceae (8,4%) Clusiaceae (7%), Rubiaceae (6,2%) y Araliaceae (6,2%). Las especies con el mayor índice valor de importancia con un DAP \geq 2,5 cm fueron: *Quercus humboldtii* (35,5%), *Podocarpus oleifolius* (7,3%), *Hedyosmun colombianum* (5,6%) *Palicourea sp.01* (5,3%) y *Prumnopitys harmsiana* (4,5%). En todo el muestreo fue evidente la presencia de los géneros *Elaphoglossum* y *Anthurium*, aunque no se encuentran dentro del análisis por poseer un DAP < 1 cm, se encontraron en nueve de los diez transectos con un número de individuos de 338 y 144 respectivamente.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Bosques de roble: los ecosistemas naturales como los bosques tropicales de roble (*Quercus*) son de gran importancia ecológica para los ecosistemas andinos ya que son reconocidos como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (García *et al.*, 2010 citado por Burgos, 2015⁹).

Los bosques de roble de Colombia tienen una alta importancia, estas formaciones vegetales dominadas por individuos de la especie *Quercus humboldtii*; ayudan a la conservación de la diversidad biológica, ofreciendo una gran variedad de hábitats esenciales para muchas especies de flora y fauna. (Avella y Cárdenas, 2010)¹⁰. Las condiciones climáticas como temperatura, precipitación, humedad y sombra presentes generadas dentro del bosque

⁹ BURGOS NAÑEZ, Amalia. Fenología del Roble Blanco (*Quercus humboldtii*) en Bosques Naturales del Macizo Colombiano, Municipio de Pitalito. [En línea]. Huila: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2015. p.7 [Consultado en Mayo de 2017]. Disponible en: <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3404/1/Amalia-Burgos-40081747.pdf>

¹⁰ AVELLA MUÑOZ, Andrés y CÁRDENAS CAMACHO Luis Mari. Op. cit., p. 13-14.

permiten la presencia de un gran número de especies de briófitos, líquenes, bromelias, orquídeas y helechos. De acuerdo con Pulido *et al.* (2006) Citados por Avella y Cárdenas (2010) afirma que al interior de los robledales existe una rica biodiversidad de flora que supera las 550 especies de plantas vasculares, entre las cuales sobresalen familias como Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Orchidaceae; además esta gran diversidad de plantas que se encuentran asociadas a los bosques de roble presentan una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos.

Estudios realizados por diferentes autores han identificado varios tipos de robledales, los cuales varían de acuerdo a su estructura y composición florística. Los robledales se consideran hábitat de varias especies amenazadas y endémicas a nivel nacional entre las que se destacan, además del roble común, el roble negro (*Colombobalanus excelsa*), el punte (*Aniba perutilis*), el pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), y algunas palmas como la San Pablo (*Geonoma orbygniana*) y las palmas de cera (*Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*), entre otras, en investigaciones hechas dentro de los bosques del Corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque, se encuentran poblaciones de especies, que regionalmente han sido fuertemente reducidas debido a la intervención antrópica como lauráceas (*Nectandra* spp., *Ocotea* spp., *Persea* spp.), encenillos (*Weinmannia* spp.), quinas (*Cinchona* spp.), cedros (*Cedrela montana*), entre otras.

Adicional se puede atribuir a este tipo de bosques, la amplia variedad de flujo de bienes y servicios que benefician a la sociedad y le agregan valor al bosque. Según Barrantes (2001) citado por Avella y Cárdenas (2010), los bosques de roble además de aportar belleza escénica; beneficia el recurso hídrico, favoreciendo a su vez muchos sectores de la economía y el sector doméstico en general; la regulación de gases de efecto invernadero, que beneficia a la comunidad nacional e internacional; la conservación de suelos, que mantiene su productividad y reduce riesgos; la disponibilidad de material genético (germoplasma) para la investigación científica; la provisión de productos alimenticios y medicinales, entre otros. Dentro de los anteriores servicios

sobresalen los de regulación y oferta hídrica, protección de suelos, prevención de desastres naturales y refugio de especies (Hamilton 2001, Kappelle 2006, Galindo *et al.* 2006, citados por Avella y Cárdenas, 2010). Cabe mencionar que a pesar de tener una amplia distribución la especie, las corporaciones Autónomas Regionales del país, la han reportado en estado de vulnerabilidad, debido a diferentes causas como explotación forestal y expansión de la frontera agrícola. (Cárdenas y Salinas, 2006 citado por Bossa y Garavito, 2016)¹¹.

4.2.2 Dendrología de la especie de roble:

Nombre común: roble

Nombre científico: *Quercus humboldtii* (Bonpl).

Familia: FAGACEAE

Estado de conservación: en Colombia es una especie vedada por lo tanto no es permitido su aprovechamiento.

Descripción Botánica del *Quercus Humboldtii* (Bonpl):¹² es un árbol de lento crecimiento y gran porte que alcanza alturas de 40 m. Su fuste es recto y cilíndrico, con diámetro a la altura del pecho entre 40 a 70 cm, su corteza de color negruzca, en estado juvenil es lisa y en estado adulto exfoliable. La madera es dura y pesada; duramen de color amarillo oscuro o grisáceo, los radios conspicuos, en los cortes longitudinales son de color marrón claro, olor y sabor no distintivos. Grano recto. Textura gruesa. Veteado acentuado por los radios conspicuos. Lustre bajo. Resistente a la pudrición en contacto con el suelo.

¹¹ GARAVITO GUERRERO, Amalia y BOSSA CÁRDENAS, Raúl Fernando. Plan de conservación del *Quercus humboldtii* en la jurisdicción CORPOGUAVIO. [En línea]. Caldas: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2016.p.5. [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3762/1/GaravitoGuerreroBeatrizAmalia2016.pdf>

¹² FERNANDEZ, Ever Antonio. Producción y viabilidad en semillas de roble blanco (*Quercus humboldtii*) en bosques del Macizo Colombiano, sur del departamento del Huila. [En línea]. Huila: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014. p.20 [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=%2Fbitstream%2F10596%2F2468%2F1%2F12232598.pdf>

Densidad 0.9 a 1.0 gr/ cm³ (Lozano y torres 1974, Marín y Córdoba 1997, Pacheco y Pinzón 1997, Galindo et. al 2003 citado por Fernández, 2014).

Su copa es globosa y densa, presenta yemas vegetativas de posición lateral, protegidas por catafilos o escamas ciliadas. Las hojas son simples, alternas, enteras, lanceoladas, coriáceas y delgadas, ápice agudo, base cuneada 10 a 20 cm de largo. El haz glabro y un poco lustroso, la base de la nervadura central algo tomentosa. Las flores son de color crema, presenta inflorescencias masculinas amentoides, con estambres numerosos, cada uno con dos sacos polínicos. Las flores femeninas tienen el cáliz cupuliforme, que una vez formado el fruto lo recubre en forma parcial (Nieto y Rodríguez 2004 citado por Fernández, 2014).

Los frutos tienen forma de cápsula (bellota), un árbol adulto puede llegar a producir entre 5 y 8 kg de semillas, aproximadamente entre 150 y 500 semillas por kilo. La viabilidad de las semillas en campo es del 20%. La propagación del árbol bien puede ser por semilla, por estacas o gemación, la regeneración natural por semilla puede ocurrir sin dificultad alguna, bajo la sombra de los árboles. Los brinzales, se desarrollan satisfactoriamente a plena sombra, pero después por falta de luz y la competencia con la vegetación menor, una gran parte de las plantas mueren (Becerra y Macías 1973, Becerra 1979 citado por Fernández, 2014), respecto a la plantación se recomiendan distancias entre 2 a 5 m en bosque productivo, en bosques con fines de extracción de leña cada 2 m y para cercas vivas cada 2 a 3 m.

Requerimientos edáficos y ambientales¹³:

Temperatura: entre 16-24 °C

Precipitación: entre 1.500 - 2.500 mm/año

Humedades relativas: entre 40 - 70 %.

¹³ AGUILAR GARAVITO, Mauricio. Plan de restitución poblacional de *Quercus humboldtii* bonpl. en la reserva forestal protectora el robledal, Cundinamarca-Colombia. [En línea]. Cundinamarca: Universidad Alcalá de Henares. 2016. p.1-32 [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <https://reintroduction.wikispaces.com/file/view/Din%C3%A1mica+Poblacional+de+Quercus+humboldtii+en+la+Reserva+Forestal+Protectora+El+Robledal+5-13.pdf>

Suelos: es una especie de alta tolerancia ecológica, y crece en diferentes tipos de suelos, desde los medianamente fértiles y profundos hasta los degradados y casi estériles. Sin embargo, prospera mejor en suelos poco profundos, con una gruesa capa de humus y relativamente suelto, con buen drenaje que no permita una excesiva humedad y un pH entre 5.8 y 7.0 (Lozano y Torres 1974, Marín y Córdoba 1997, Pacheco y Pinzón 1997, Galindo et. al 2003, Nieto y Rodríguez 2004 citado por Aguilar, 2016).

Luz solar: importante en su primera etapa de crecimiento; en la madurez presenta exigencias más grandes respecto a este factor, lo que hace que el Roble llegue a dominar todas las demás especies que compiten con él, haciéndolo exitoso para ganar alturas y satisfacer sus requerimientos. Por ello la especie presenta una marcada tendencia a la agregación, formando una asociación relativamente estable en cuanto a composición y estructura, encontrando robledales en masas casi puras, por lo que en los bosques naturales se convierte en especie dominante (Lozano y Torres 1974, Marín y Córdoba 1997, Pacheco y Pinzón 1997, Galindo et. al 2003, Nieto y Rodríguez 2004 citado por Aguilar, 2016).

Manejo forestal sostenible: la sobre utilización de los recursos forestales y la relación con los principios de manejo y ordenación forestal sostenible han sido incorporados hasta hace poco tiempo. La FAO (2004)¹⁴ señala que actualmente los principales objetivos de manejo de bosques en América Latina son: la conservación de la biodiversidad, las cuencas hidrográficas y la producción maderera; las tendencias se orientan hacia el establecimiento de normas de protección cada vez más estrictas, a fin de preservar los bosques, la fauna silvestre, las aguas y los suelos forestales.

¹⁴ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Estado y tendencias de la Ordenación Forestal en 17 países de América Latina por Consultores Forestales asociados de Honduras (FORESTA). [En línea]. Roma, Italia: FAO. 2004. p.4 [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/j2628s/J2628s00.pdf>

La idea de la producción sostenible, que es un concepto básico de la actividad forestal científica, se ha profundizado y ampliado en los últimos años para incluir los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques y la función decisiva desempeñada por ellos en la conservación de la vida en la tierra; en consecuencia se comprenden mejor las funciones sociales y económicas de los bosques; el papel de las personas y las comunidades que dependen directamente de estos servicios ecosistémicos, se aprecia y utiliza de manera en conjunto, la demanda de bienes y servicios ecosistémicos de los bosques, como productos madereros, ha contribuido a la conservación de los bosques porque ha mantenido la percepción de que son bienes valiosos¹⁵.

La ciencia del manejo forestal sostenible, desempeñará una importante función de apoyo, pero el elemento decisivo es la percepción de la función de los bosques inmediata y potencial. Es importante entender la función crucial que los bosques y sus productos han desempeñado en la economía en el pasado. De cara al futuro, los bosques deberían considerarse un bien cada vez más valioso, por ejemplo como una fuente de energía renovable y como un sistema natural que presta múltiples servicios ecosistémicos, como la captación y el almacenamiento del carbono debido al uso de los combustibles fósiles. La actividad forestal, por tanto, debe seguir evolucionando y, al hacerlo, tendrá una repercusión profunda en la economía mundial y el medio ambiente; la creciente en el manejo de los bosques.

4.2.3 Evaluación estructural de ecosistemas boscosos¹⁶: los bosques tropicales pueden estudiarse desde el punto de vista de su organización, es decir, de la forma en que están constituidos, de su arquitectura y de las estructuras subyacentes, tras la mezcla aparentemente desordenada de los

¹⁵ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Los bosques y la evolución del mundo moderno: La sostenibilidad, un valor duradero. [Online] Roma, Italia: FAO, 2012. p.23-25 disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>

¹⁶ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Ecosistemas de los bosques tropicales. [en línea] Madrid, España: UNESCO, PNUMA, FAO, 1998. p.126-163. [Consultado en septiembre de 2016]. Disponible en: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/00000393>

árboles y las especies, entendiendo por tales, la geometría de las poblaciones y las leyes que rigen sus conjuntos en particular. La palabra estructura se ha empleado en diversos contextos para describir agregados que parecen seguir ciertas leyes matemáticas; así ocurre con las distribuciones de diámetros normales y alturas, la distribución espacial de árboles y especies, la diversidad florística y de las asociaciones; por consiguiente puede hablarse de estructura de diámetros, de alturas, de copas, de estructuras espaciales, entre otras, por lo que resulta claro que el significado biológico de los fenómenos del bosque, expresados por formulaciones matemáticas, constituye la base fundamental de los estudios estructurales (UNESCO, 1980).

4.2.4 Estructura vertical¹⁷: una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel (Bourgeron, 1983). Lo anterior sugiere, que la evaluación de la estructura vertical se debe conducir de una forma diferente a la que se hace en los bosques de las zonas templadas. En éstas, los ecosistemas boscosos presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir, pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo, que frecuentemente presentan tres niveles que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (Kageyama, 1995).

4.2.5 Estratificación del perfil del bosque: se ha discutido frecuentemente en cuanto al número de estratos que presentan los bosques tropicales, muchos autores siguiendo la descripción tradicional de los bosques templados constituidos por tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), han pretendido

¹⁷MELO CRUZ, Omar y VARGAS RIOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, 2003. p.8-15.

distinguir varios estratos de copas en los bosques tropicales, para lo cual se han propuesto diferentes números de categorías.

4.2.6 Estructura horizontal¹⁸: 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. Por otro lado, existen modelos matemáticos que expresan la forma como se distribuyen los individuos de una especie en la superficie del bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial.

Estos generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus comportamientos específicos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural (Krebs, 1989; Lamprecht, 1990). La información de campo requerida para la evaluación de la estructura horizontal, se debe capturar sobre la totalidad de la parcela, en la cual se evalúan las siguientes variables: Número o código del árbol, nombre del individuo (especie), diámetro normal, coordenada de referencia y el número de la subparcela donde se encuentra el árbol.

4.2.7 Diversidad biológica¹⁹: los trópicos húmedos son extremadamente ricos en especies de plantas, del total mundial de las especies de plantas vasculares, alrededor de dos tercios (170.000 especies) se encuentran en las regiones tropicales, de las cuales unas 85.000 están ubicadas en centro y sur América. Unas pocas familias de plantas caracterizan la vegetación de los trópicos húmedos como por ejemplo, las Myristicaceas, Annonaceas, Musaceas y

¹⁸MELO CRUZ, Omar y VARGAS RIOS, Rafael. Op. Cit. p. 48

¹⁹MELO CRUZ, Omar y VARGAS RIOS, Rafael. Op. Cit. p. 74

Ebenaceas. Entre los diferentes bosques tropicales hay gran similaridad a nivel de familia pero si se hace referencia al género se presenta diversidad.

Colombia que hace parte de la región neotropical, es considerada como el segundo país del mundo en diversidad biológica, ya que sus bosques no solo se caracterizan por la riqueza tanto de especies animales como de plantas, sino que también posee uno de los índices de endemismo más alto del globo. Sin embargo, aún se desconocen la mayoría de las especies, corriendo el peligro de pasar inéditas para la ciencia y la humanidad, puesto que la degradación del ecosistema es agigantada y poco se hace para controlarla. (Melo, 1997).

Para los ecosistemas andinos, considerados como los mayores proveedores del recurso hídrico del país, predomina una alta diversidad de epífitas, donde se pueden distinguir briofitos, árnicas, teridofitos, licopodios y una gran variedad de orquídeas. También son típicas de las zonas andinas especies de árboles como el encenillo (*Weinmannia sp*), siete cueros (*Miconia sp*), aliso (*Alnus jorullensis*), dulomoco (*Saurauia sp*), cinco dedos (*Schefflera sp*), laurel (*Aniba sp*), pino colombiano (*Podocarpus sp*), cedro negro (*Juglans neotropica*), y palmas de cera (*Ceroxylon sp*), entre otros. El bosque natural de esta región se conoce con el nombre de bosque de niebla o bosque de montaña y es considerado como otro de los ecosistemas estratégicos para el país (Cervera y Cruz, 2000)

Los bosques naturales de esta formación han sido destruidos, casi en su totalidad para implantar ganaderías intensivas y cultivos agrícolas tecnificados cuando se dispone de distritos de riego, quedando solamente pequeños fragmentos de vegetación secundaria que sería de gran valor estudiar, conservar y recuperar.

4.2.8 Fragmentación de los ecosistemas²⁰: la fragmentación está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad, siendo

²⁰ BIODIVERSIDAD MEXICANA. Fragmentación. [en línea] México D.C.: Biodiversidad Mexicana, 2017. p.1. [Consultado en Julio de 2017] Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/fragmentacion.html>

el proceso de división de un hábitat continuo en secciones, los fragmentos resultantes difieren del hábitat original en ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado, y en tener efectos de borde, presentando cambios en la composición, estructura y función de una franja cercana al borde, debido a que el microclima (viento, temperatura y humedad) es distinto. Estas diferencias ocasionan cambios de abundancia en las especies y en sus relaciones ecológicas. La fragmentación se origina por la transformación del paisaje que se realiza con el objetivo de abrir tierras de cultivo, crear pastizales para el ganado, construir presas y carreteras o por el desarrollo urbano. Una vez que inicia un proceso de fragmentación, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones, las comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos, donde las poblaciones presentes en los fragmentos aislados tienen mayor riesgo de desaparecer ya que son de menor tamaño y las perturbaciones naturales como incendios, inundaciones o erupciones volcánicas las pueden eliminar. Además, al tener menor número de individuos y estar aisladas, aumentan sus relaciones de parentesco, se reduce su variabilidad genética debido a la consanguinidad.

Las causas principales de la fragmentación de los bosques tienen implicaciones políticas, económicas y sociales, aunque hoy en día la principal causa es la ganadería, el contexto histórico y social del área rural debido a la repartición de tierras y el parcelamiento ha originado, en el interior de una comunidad decisiones diferentes con base en sus necesidades dedicando estas tierras a actividad productivas (ganadería, agricultura, entre otros); debido a esta variación en las decisiones de los campesinos, el paisaje que cubre al territorio estará constituido por vegetación en forma de corredores a lo largo del cauce de un río, hileras de árboles que sirven como cercas vivas, o algunos árboles aislados²¹.

²¹ QUINTANA MORALES, Paulo. Fragmentación del ecosistema un problema ecológico, político y social. [en línea] Veracruz, México: Universidad Veracruzana, 2017. p.1 [Consultado en julio de 2017] Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/fragmentacion/>

4.2.9 Regeneración natural del bosque: el proceso reproductivo de los árboles se puede considerar como una serie de fases consecutivas, las cuales comprenden la floración, los sistemas de polinización y fecundación, los procesos de dispersión de frutos y semillas, la latencia o dormancia de las semillas y la germinación de las mismas. La fase final de este proceso, corresponde al establecimiento de las plántulas y su mantenimiento dentro de un ambiente en donde ellas pueden crecer hasta convertirse en árboles reproductivamente maduros. La regeneración le permite a las especies permanecer a través del tiempo dentro de un bosque en particular. Igualmente, la nueva población establecida permite a las especies extender su rango dentro de nuevos hábitats, donde la muerte y la caída de los grandes árboles del dosel, rigen su distribución. Este proceso es de gran importancia, para el entendimiento de los bosques tropicales y la generación de estrategias de manejo a largo plazo para optimizar su producción (Asquith, 2002; Primack, 1990).

El término regeneración, es un concepto práctico que incluye no solamente la sucesión natural secundaria, si no también, los diferentes tipos de manipulación forestal que conducen intencionadamente a un nuevo estado más productivo del crecimiento del bosque; esta definición incluye prácticas silviculturales que utilizan la densidad y distribución de los árboles, el volumen en pie de diferentes categorías y estados, al igual que la composición de especies (Gómez-Pompa y Burley, 1991). De igual manera, se debe contemplar el conocimiento de las causas, los mecanismos y los factores que conllevan al proceso de cambio de especies, cambio de poblaciones y su reemplazo a través del tiempo (sucesión ecológica), lo cual permite una mayor eficiencia en los esquemas de manejo (FAO, 1985).

4.2.10 Degradación biológica²²: con frecuencia, la degradación de los bosques es el resultado de la aplicación de malas técnicas de aprovechamiento durante un determinado período. Sin embargo, la degradación forestal también obedece

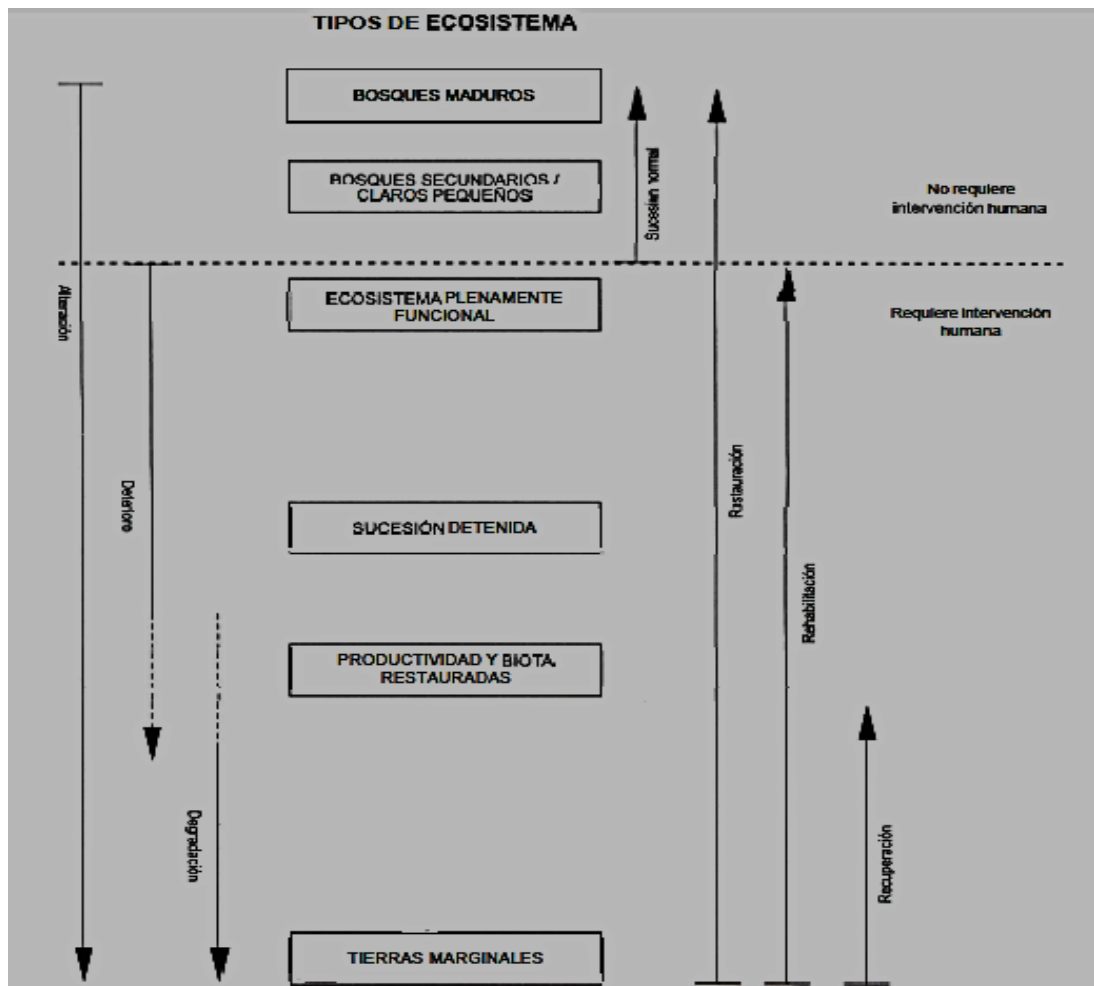
²² THOMPSON I. Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. En: Unasylva, 2011, vol.62 no.2., p. 27.

a razones distintas de la extracción maderera. Por ejemplo los bosques, pueden en apariencia estar intactos pero carecer de la mayor parte de las especies animales grandes porque estas han sido aniquiladas (Redford, 1992). En consecuencia, a largo plazo se observarán repercusiones adversas para la salud de los bosques causada por insectos, ya que el control que ejercían los depredadores ha faltado o por que la diseminación de semillas, función antes realizada por animales que ahora ya no están presentes, se ha reducido. Otro ejemplo de degradación puede ser el establecimiento de especies invasivas que han terminado prevaleciendo sobre las nativas, con la consiguiente merma de los bienes producidos por el ecosistema. En todos los casos descritos, y cuando la gravedad de la alteración ha sido suficiente para determinar un cambio de estado, el alcance de la del bosque puede medirse por telepercepción.

4.2.11 Restauración: la restauración es una estrategia de carácter interdisciplinario, en la cual se articula el conocimiento científico para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir futuros daños (Hobbs y Harris, 2001). Los acelerados cambios ambientales a nivel global han incrementado la demanda para el establecimiento de planes de restauración en las últimas décadas; esto se ve reflejado en los objetivos ambientales a nivel mundial, en los cuales la restauración se convierte en el eje central para los planes de manejo ambiental, forestal, compensación, y una estrategia para contrarrestar la pobreza (Evaluación de Ecosistemas del Milenio – MEA, 2005)²³.

²³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas [online]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. p. 15. [Consultado septiembre 2016]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Ordenaci%C3%B3n-y-Manejo-de-Bosques/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACION_2015.pdf

Figura 1. Conceptos relacionados a la restauración.



Fuente: BROWN Y LUGO 1994.

4.2.12 Corredores biológicos²⁴: son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable, es que mantengan la conectividad estructural entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones.

²⁴BIODIVERSIDAD MEXICANA. Corredores biológicos [en línea] México D.C.: Biodiversidad Mexicana, 2017. p.1 [Consultado en Julio de 2017] Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/quees.html>

Los corredores biológicos, empezaron a tener relevancia para la conservación de la naturaleza con la observación de la disminución del número de especies en zonas aisladas. También se ha sugerido que la desaparición de los grandes depredadores (puma, jaguar y águila harpía) ha resultado en el aumento de sus presas (coatíes, agutíes, perezosos y monos aulladores), que a su vez han modificado la composición de la vegetación como consecuencia de sus preferencias alimenticias. Los corredores mantienen la continuidad de los procesos biológicos. Uno de los más importantes para la conservación es el proceso de dispersión de los individuos. Generación tras generación las poblaciones se dispersan y colonizan exitosamente lugares lejanos al sitio donde nacieron. En las plantas son las semillas las que realizan la dispersión mientras que en los animales, generalmente son los individuos jóvenes los que migran. Los corredores permiten el movimiento y colonización de los individuos, con lo que se previene la extinción local de poblaciones, se mantiene el flujo genético, se reduce la consanguinidad y se conserva la diversidad de especies en los fragmentos.

4.2.13 La sucesión vegetal: se caracteriza por el reemplazamiento natural de unas especies por otras en un lugar a través del tiempo. La sucesión primaria o pionera ocurre sobre un sustrato desnudo. En contraste el termino sucesión secundaria, se emplea para el desarrollo de comunidades en sitios antes ocupados por comunidades bien desarrolladas o en sitios donde los nutrientes y otras condiciones son favorables como campos agrícolas abandonados, pastizales arados, bosques desmontados.

4.3 MARCO LEGAL

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible²⁵ presentar a la sociedad colombiana este instrumento de implementación de la Política Pública Ambiental,

²⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2015. p.7.

en especial de la *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)* y de la *Política Forestal (Plan Nacional de Desarrollo Forestal)*, que facilitará a los diferentes actores sectoriales elementos conceptuales y técnicos para abordar los procesos de restauración de ecosistemas naturales degradados. La ocupación del territorio en Colombia ha obedecido a factores y dinámicas (económicas, sociales, políticas y aún religiosas) que, en muchos casos, ha llevado a generar procesos productivos poco sostenibles, a la degradación, fraccionamiento y pérdida de los ecosistemas naturales. La degradación y pérdida de estos ecosistemas naturales ha producido la pérdida parcial o total de los servicios ecosistémicos generados por ellos, a tal punto que en la actualidad existen en el país 483 municipios con vulnerabilidad muy alta, alta y media por desabastecimiento hídrico, con una población asociada cercana a doce millones de habitantes¹. En el caso opuesto, el fenómeno de La Niña 2010-2011 aumentó considerablemente los volúmenes de lluvia, lo cual impactó negativamente la economía nacional si tenemos en cuenta que la valoración de daños y pérdidas de la ola invernal en Colombia ocurrida entre 2010 y el 2011 se estima en 11,2 billones de pesos (BID – CEPAL, 2012)

El Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento de Planeación Nacional, con el apoyo del Instituto Humboldt, elaboraron y publicaron en el primer trimestre de este año la *Política Nacional de Biodiversidad*²⁶. Este documento, fruto de una consulta de más de cien personas y entidades de los sectores público y privado, hace realidad lo planteado en el Convenio de Diversidad Biológica (ley 165 de 1994). Uno de los objetivos primordiales de La Política Nacional de Biodiversidad es comunicar la manera como Colombia piensa orientar a largo plazo las estrategias nacionales sobre el tema de la biodiversidad, así como definir quiénes son los encargados de las diferentes áreas de acción. El documento tiene una característica principal: es atemporal. Así, el documento es una política

²⁶MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Política Nacional De Biodiversidad*. [en línea] Bogotá: El Ministerio, 2016. p.1-2. [Consultado en julio de 2017] Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Politica-Nacional-de-Biodiversidad/politica_nacional-biodiversidad.pdf

de nación, de la cual cada gobierno puede escoger un área a desarrollar sin dejar de lado el objetivo principal que es promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados su utilización.

La Política Nacional de Biodiversidad fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1995 y se fundamenta en los siguientes principios: la biodiversidad es patrimonio de la nación y tiene un valor estratégico para el desarrollo presente y futuro de Colombia. La diversidad biológica tiene componentes tangibles a nivel de moléculas, genes y poblaciones, especies y comunidades, ecosistemas y paisajes. Entre los componentes intangibles están los conocimientos, innovaciones y prácticas culturales asociadas. La biodiversidad tiene un carácter dinámico en el tiempo y el espacio, y se deben preservar sus componentes y procesos evolutivos. Los beneficios derivados del uso de los componentes de la biodiversidad deben ser utilizados de manera justa y equitativa en forma concertada con la comunidad. Estos principios tienen en cuenta el hecho de que la biodiversidad es vital para nuestra existencia por los servicios ambientales que se derivan de ella y por sus múltiples usos, entre los que están la alimentación, los combustibles fósiles, que son subproductos de ella, y las fibras naturales.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia (1991). Artículo 80 señala: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

REPUBLICA DE COLOMBIA: Decreto 2811 de 1974²⁷. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Artículo 2 define: Fundado en el principio de que el ambiente es

²⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1974, no. 34243. p.1.

patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional; Ver Decreto Nacional 1541 de 1978.

2.- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 (Diciembre 22, 1993)²⁸. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y establece la normatividad correspondiente a licencias ambientales, y autoridades ambientales las cuales junto con los institutos de investigación se encargan de hacer seguimiento a las actividades que requieran licencia ambiental y que por sus labores de ejecución requieran un monitoreo constante. En el aspecto específico de los páramos consagró dentro de sus principios que las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos deben ser objeto de protección especial, y que la biodiversidad por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Artículo 1. *Principios Generales Ambientales*. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales

Entre los cuales se menciona en el numeral 7: El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos

²⁸ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones". Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1993. p.1-94

para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

Ley 2ª De 1959 Reservas Forestales²⁹: establecidas por la Las siete (7) áreas de reserva forestal constituidas mediante la expedición de la Ley 2a de 1959, están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. No son áreas protegidas, sin embargo en su interior se encuentran áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y territorios colectivos. - Zonificación y Ordenamiento Ambiental Para estas áreas de reserva forestal de Ley 2ª, la Dirección de bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ha desarrollado los procesos de zonificación y ordenamiento, con el propósito de establecer los lineamientos generales para orientar los procesos de ordenación ambiental al interior de estas áreas, sirviendo como insumo planificador y orientador en materia ambiental para los diferentes sectores productivos del país, sin generar cambios en el uso del suelo, ni cambios que impliquen modificar la naturaleza misma de la Reserva Forestal.

Decreto - Ley 2811 De 1974: por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Título III De Los Bosques: Artículo 202º.- Modificado por el art. 203, Ley 1450 de 2011. El presente Título regula el manejo de los suelos forestales por su naturaleza y de los bosques que contienen, que para los efectos del presente Código, se denominan áreas forestales. Las áreas forestales podrán ser productoras, protectoras y protectoras-productoras. La naturaleza forestal de los suelos será determinada según estudios ecológicos y socioeconómicos.

Artículo 203º.- Es área forestal productora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales para obtener productos forestales para comercialización o consumo. El área es de producción directa

²⁹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 2 (16, diciembre, 1959). Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1959. p.1

cuando la obtención de productos implique la desaparición temporal del bosque y su posterior recuperación. Es área de producción indirecta aquella en que se obtiene frutos o productos secundarios, sin implicar la desaparición del bosque.

Artículo 204º.- Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables.

En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque.

Artículo 205º.- Se entiende por área forestal protectora-productora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger los recursos naturales renovables, y que además, puede ser objeto de actividades de producción sujeta necesariamente al mantenimiento del efecto protector.

Resolución número (096) 20 de enero de 2006: por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie roble (*Quercus humboldtii*). LA MINISTRA DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, en ejercicio de sus facultades legales, y en especial de las conferidas por los numerales 2, 23 y 42 de artículo 5 de la ley 99 de 1993, y CONSIDERANDO: Que por resolución 316 de 1974, el INDERENA estableció una veda nacional para algunas especies forestales maderables entre las que se incluía el roble (*Quercus humboldtii*). Que la veda para el roble establecida por el INDERENA excluyó a los departamentos de Cauca, Nariño y Antioquia. Posteriormente, a través de la resolución 1408 de 1975, se excluyeron también los municipios de Venecia (Ospina Pérez), Cabrera, Pandi y San Bernardo, en el Departamento de Cundinamarca. Que en las áreas excluidas de la veda nacional, y donde las Autoridades Ambientales Regionales aún no han implementado mecanismos para el manejo adecuado de la especie, se ha registrado una significativa reducción de las poblaciones naturales. Frente a esta situación, es posible inferir que en aquellas áreas que fueron excluidas de la veda nacional, las poblaciones naturales han disminuido sustancialmente, lo

que supone la pertinencia de incluir estas áreas dentro de la veda nacional existente para la especie. Que a pesar del poco desarrollo en el conocimiento científico y tecnológico para el manejo de la especie y de la evidencia de que las áreas relictuales de bosques de Roble se encuentran cada día en condiciones de mayor vulnerabilidad, existen investigaciones y experiencias de manejo a nivel puntual que han permitido determinar algunos parámetros técnicos básicos en términos de su reproducción, así como vislumbrar la posibilidad del manejo de la especie, tanto en poblaciones naturales como en programas de reforestación que a pequeña escala se han podido implementar de manera exitosa.

4.4 MARCO CONCEPTUAL

Biodiversidad: hace referencia a la variación de las formas de vida y se manifiesta en la diversidad genética, de poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes. Esta reviste de gran importancia por los servicios ambientales que se derivan de ella y por sus múltiples usos, siendo de vital importancia ya que brindan las posibilidades de adaptación a la población humana y a otras especies frente a variaciones en el entorno representando la base fundamental para el desarrollo sostenible.

Bosque alto andino: constituyen ecosistemas forestales con una flora y una estructura características. Están influidos por condiciones climáticas que controlan en parte su funcionamiento (De Angelis et al., 2004). Entre estos bosques, los alto-andinos se ubican normalmente en una franja altitudinal donde el ambiente se caracteriza por una cobertura de nubes persistente o estacional.

Composición florística: son las características exclusivas o diferenciales indicadoras de condiciones ecológicas (Rangel y Vázquez). Las descripciones florísticas involucran una gran masa de información cuya interpretación sólo es posible después de ordenarla y simplificarla. Una vez colectados los datos se ordena y se simplifica la información con el fin de llegar a una interpretación de las características florísticas de la región evaluada. (Cantillo *et al.*).

Conservación: esfuerzo consciente para evitar la degradación excesiva de los ecosistemas. Uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente.

Cuenca hidrográfica: volumen limitado en su área por una divisoria de aguas y en su dimensión vertical por la biosfera y litósfera inmediatamente adyacentes, porción en la cual operan sistemas muy dinámicos tanto naturales como socioeconómicos (López y Hernández. Mérida.1973). En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano

Ecosistema: es un sistema complejo en el que hay interacciones de los seres vivos entre sí y con el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente: temperatura, sustancias químicas presentes, clima, características geológicas, etc. (Luis Echarri, Asignatura: Población, ecología y ambiente 2007).

Sistema biótico y funcional, capaz de mantener la vida incluyendo todas las variables biológicas. Donde la escala espacial y temporal no se especifica a priori, sino basado en los objetos de estudio del ecosistema. (Jorgensen y Muller, 2011)³⁰.

Inventario forestal: analiza las comunidades forestales desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de especies, la estructura biológica, los rasgos físicos que combinados con el número de individuos, generan o determinan las características particulares del bosque.

Recuperación: retornar la utilidad de un ecosistema sin tener como referencia un estado pre disturbio enfocada más en la utilidad de un terreno.

³⁰ ARMENTERAS, D. , *et al.* Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. En: Asociación Española de Ecología Terrestre. Enero-Abril, 2018, vol.25 no.2., p. 83-85.

Rehabilitación: enfocada más en el restablecimiento parcial de elementos estructurales por medio de aplicación de técnicas.

Restauración: con proyección al ecosistema de referencia

Servicios ecosistémicos: procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el ser humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto. Por esto, se pueden definir los servicios de los ecosistemas como, los procesos mediante los cuales las especies mantienen y satisfacen la vida humana. O de forma más sencilla, como lo beneficios que las personas reciben del ecosistema.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

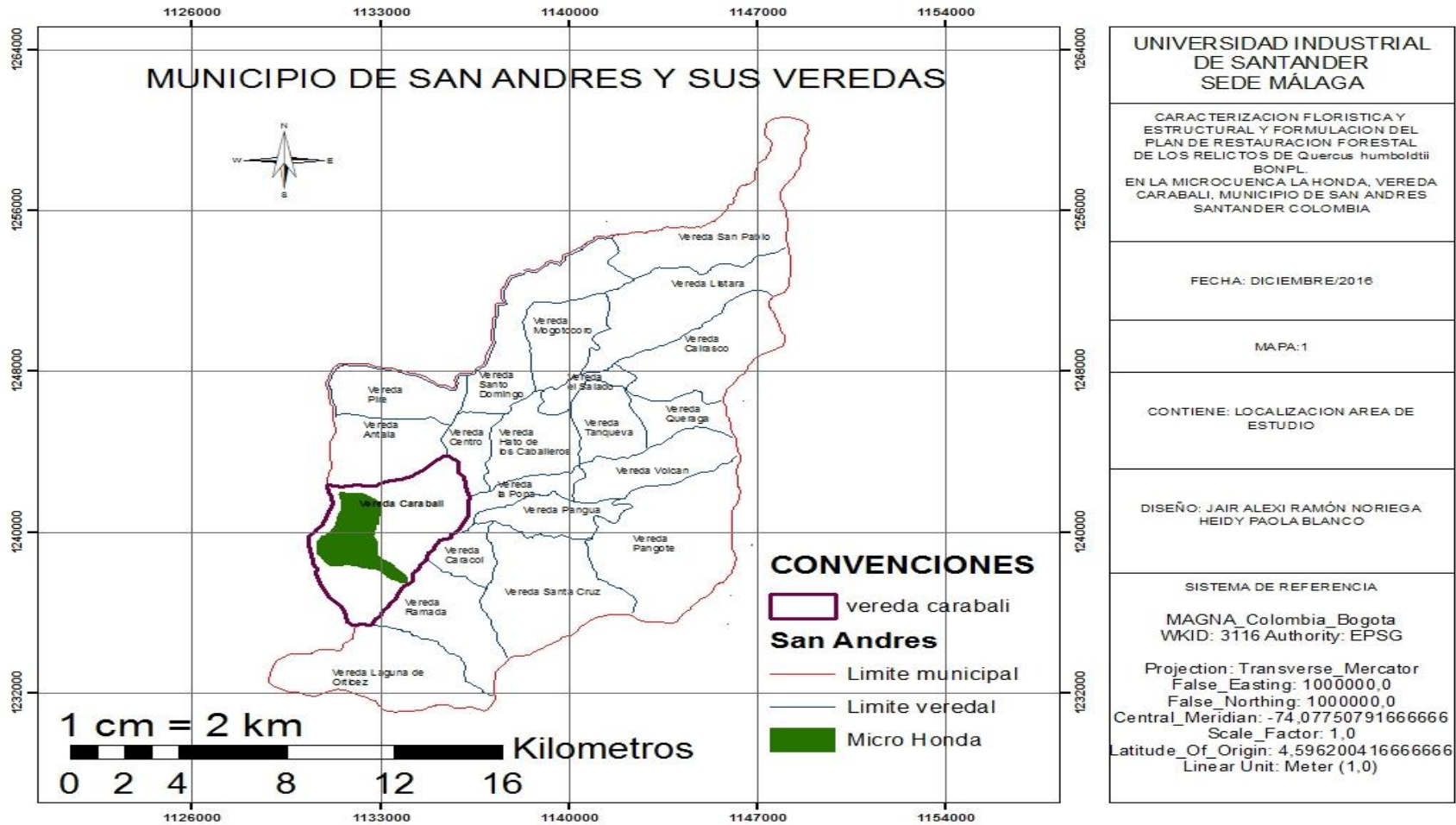
La investigación es de tipo descriptivo, la cual buscó caracterizar las especies forestales asociadas al bosque de roble en la microcuenca la Honda, vereda Carabalí del municipio de San Andrés, cuyo objetivo es la formulación del plan

de restauración forestal de este bosque, partiendo de un inventario forestal y registrando toda la información en formatos de campo, acordes con las condiciones del estudio logrando conocer el estado actual del bosque de roble.

5.2 AREA DE ESTUDIO

La microcuenca la Honda, se encuentra ubicada en el municipio de San Andrés, en la provincia de García Rovira, específicamente en la vereda Carabalí, cuenta con un área total de 698 ha, su rango altitudinal está entre los 1250 Hasta los 3200 m.s.n.m, su afluente desemboca en el río Guaca siendo la principal fuente hídrica del municipio de San Andrés, seleccionando solo un 3.7% del área total de la microcuenca para el muestreo, teniendo como referencia un área de 0.78 ha para el establecimiento de 78 parcelas.

Figura 2. Mapa del área de estudio



5.3 METODOLOGIA

Para el desarrollo del estudio se tuvo en cuenta aspectos importantes para la caracterización y el análisis de los relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), como: características edafoclimáticas y del recurso hídrico, inventario de las especies forestales, su estructura y composición natural dentro del bosque, además de evaluar el estado actual de la regeneración natural y formular un plan de restauración forestal teniendo en cuenta los disturbios antrópicos y naturales que limitan el buen funcionamiento del ecosistema; evaluando el estado de zonas donde se han presentado procesos de sucesión ecológica después de haber presentado algún tipo de disturbio.

5.4 FASES DEL ESTUDIO

El estudio se desarrolló durante tres fases que corresponden al desarrollo de los objetivos propuestos para el proyecto

5.4.1 Fase 1. Descripción de las condiciones edafo-climáticas y del recurso hídrico del área de estudio: el desarrollo de esta fase, se inició con la información secundaria, por medio de fotografías aéreas de la zona en estudio para delimitar el área de bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl. (roble) y las zonas de restauración espontánea presentes en la microcuenca; adicional se caracterizó la zona de vida, determinando tipo de suelo y clases agrológicas de acuerdo a los reportes del IGAC, mediante la revisión de literatura existente. Posteriormente, se realizó una calicata en el área de influencia para determinar características físicas del suelo, profundidad efectiva, textura y horizontes³¹.; además, para el clima se analizaron las variables: precipitación, temperatura y humedad relativa, teniendo en cuenta los registros de la estación pluviométrica ubicada en el municipio de San Andrés, instalada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM). En cuanto al recurso hídrico se

³¹ JARAMILLO J., Daniel F. Introducción a la ciencia del suelo. [en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. p.619. [consultado en enero 2017] disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

describieron características como: orden de la red hídrica, razón de bifurcación y estado general

5.4.2 Fase 2. Determinación de la composición florística y estructural correspondientes a los fragmentos boscosos de roble *Quercus humboldtii*:

en esta fase se procedió a realizar el inventario de las especies forestales presentes en el área de estudio, iniciando con el reconocimiento de la zona para así determinar el tamaño de la muestra, partiendo de un muestreo con 6 transectos de 10 x 50 metros (ver cuadros 1:6), posterior al establecimiento de los transectos se realizó la captura de la información correspondiente al inventario midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial (A.H) y altura total (A.T) de cada especie teniendo en cuenta que la altura comercial se determinó a partir del uso potencial de la especie, donde su destino en la mayor parte es, para postes y uso dendroenergético (leña), descripción de la composición florística y determinación estructural, partiendo de la evaluación de parámetros como: estructura horizontal y vertical, diversidad alfa, parámetros estructurales, dinámica sucesional y análisis volumétrico (figura 3) adicional se registró información acerca de la fauna presente en el área de estudio.

Cuadro 1. Volumen por parcela del muestreo.

TRANSEPTOS	PARCELAS	VOLUMEN POR PARCELA	TRANSEPTOS	PARCELAS	VOLUMEN POR PARCELA
1	P1	0,610	4	P16	0,589
	P2	0,603		P17	0,833
	P3	0,170		P18	0,908
	P4	0,977		P19	1,317
	P5	0,913		P20	0,381
2	P6	1,728	5	P21	0,510
	P7	0,405		P22	0,239
	P8	1,479		P23	0,329
	P9	0,623		P24	0,137
	P10	1,344		P25	2,153
3	P11	1,148	6	P26	0,938
	P12	1,134		P27	0,650
	P13	0,658		P28	0,949
	P14	0,503		P29	0,029
	P15	1,653		P30	0,324

Cuadro 2 . Primer muestreo

X	0,8078
N	30
S	0,505
S ²	0,255
Cv	62,5
N	1986
T	2,045
N	80

Cuadro 3. Segundo muestreo: estabilización de la muestra n

X	0,8078
N	30
S	0,505
S ²	0,255
Cv	62,5
N	1986
T	1,9905
N	77

Cuadro 4. Tercer muestreo estabilización de la muestra n

X	0,8078
N	30

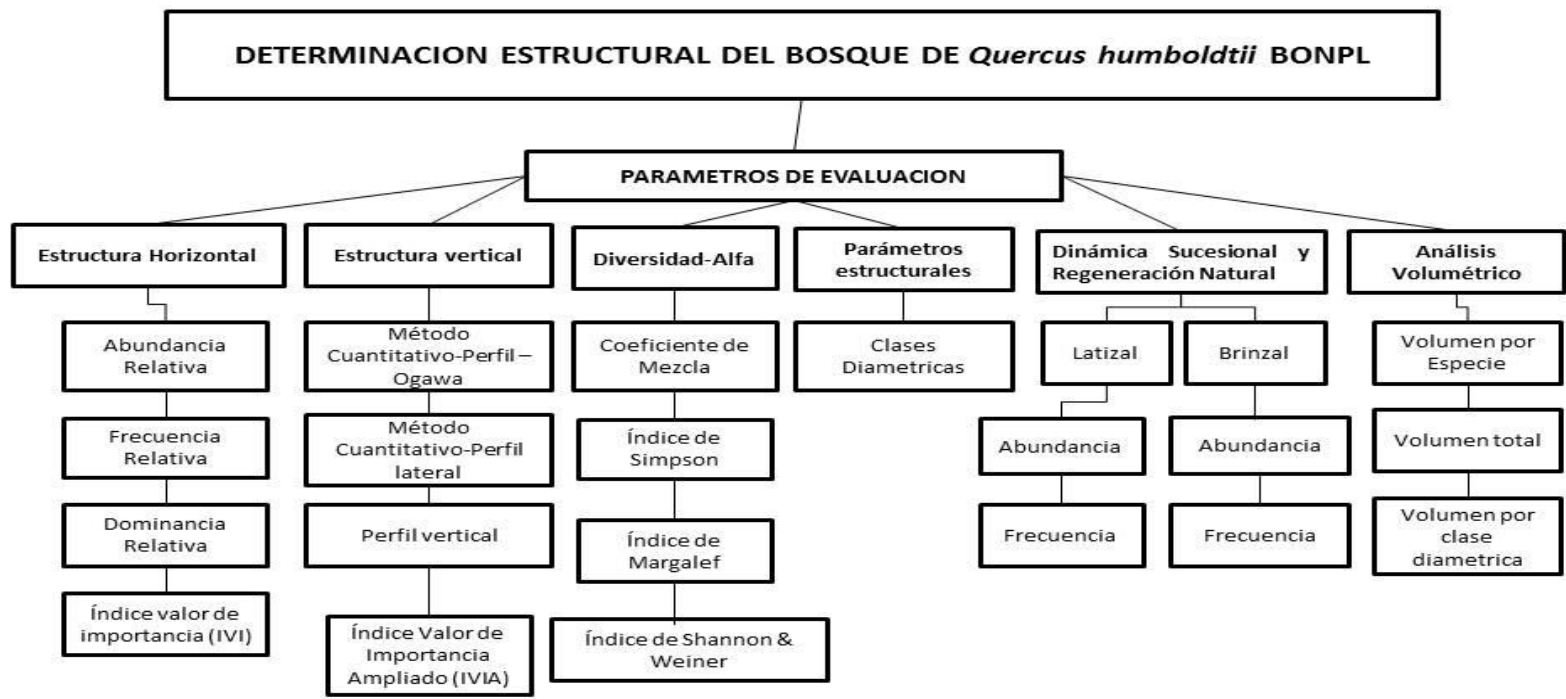
S	0,505
S ²	0,255
Cv	62,5
N	1986
T	1,9917
N	78

Cuadro 5. Resumen estadígrafo.

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN	VALOR
\bar{X}	Media	0,8078
M	Muestra	30
S	Varianza	0,505
s²	Desviación estándar	0,255
Cv	coeficiente de variación	62,5
N	número total de parcelas	4225
T	t-student a 0,05 grados de libertad	1,9939
N	número de unidades muestrales	78

Con el resultado de los estadígrafos se estableció la muestra en 78 parcelas que corresponden a 16 transeptos de 10x50 metros las cuales se delimitaron en el relicto de bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl. (roble).

Figura 3. Metodología para la determinación de la estructura del bosque de *Quercus humboldtii*



Como se muestra en la figura 3, los parámetros para la determinación estructural del bosque de roble son los siguientes:

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) (Melo y Ruiz, 2003 citado por Jaimes y Hernández, 2015).

- **Abundancia:** teniendo en cuenta la abundancia de la comunidad, la cual se refiere al número de individuos por especie, se puede dividir entre la abundancia absoluta, al número de individuos por especie y la abundancia relativa como la proporción porcentual de cada especie en el número total de individuos (Lamprecht, 1990, citado por Jaimes y Hernández, 2015). Esta última abundancia permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia (Magurran, 1988, citado por Jaimes y Hernández, 2015). Cada una de las abundancias se calculó de la siguiente manera:

Abundancia absoluta

Aa = N° de individuos por especie

Abundancia relativa.

$$A\% = \frac{\# \text{ de individuos por especie}}{\# \text{ de individuos en el área muestreada}} \times 100$$

- **Frecuencia:** (Lamprecht 1990, citado por Jaimes y Hernández, 2015) define frecuencia como la presencia o la ausencia de una especie en determinada parcela. En la mayoría de estudios la frecuencia indica el número de muestreos, en la cual

una especie es encontrada. Esta es expresada, como la proporción del número total de muestras que contiene la especie en cuestión (Espinosa, 2000 citado por Jaimes y Hernández, 2015)

La frecuencia absoluta, se expresa en porcentaje (el 100% se refiere a la presencia de las especies en todas las subparcelas); y la frecuencia relativa de una especie se calcula como un porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Espinosa, 2000). Las frecuencias se calcularon de la siguiente manera:

Frecuencia absoluta: corresponde al número de veces en que ocurre una especie en las unidades de muestreo sobre el número total de unidades multiplicado por cien.

$$Fa = \frac{\# \text{ de unidades de muestreo en que ocurre la especie}}{\# \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$$

Dónde:

I Fa=1-20 Muy poco frecuentes

II Fa=20.1-40 Poco frecuentes

III Fa=40.1-60 Frecuentes

IV Fa=60.1-80 Bastante frecuentes

V Fa=80.1-100 Muy frecuentes

Frecuencia relativa: es la frecuencia absoluta de cada especie sobre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas multiplicado por cien.

$$F\% = \frac{Fa \text{ por especie}}{\Sigma \text{ total de las Fa}} \times 100$$

• **Dominancia:** Lamprecht (1990) establece que la cobertura de copa de todos los individuos de una especie determina su dominancia, no obstante en el caso de los bosques tropicales, la determinación de las proyecciones de las copas resultan

complicadas y con ciertos problemas para su realización. Por lo que escasamente son evaluadas.

Sin embargo, se emplea el área basal como sustituto del verdadero valor de dominancia. Como dominancia absoluta de una especie es, definida la suma del área basal individual, expresada en m². La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada (Jiménez, 1998 citado por Espinosa, 2000 citado por Jaimes y Hernández, 2015).

Dominancia absoluta: $D_a = \Sigma$ de las áreas basales de todos los individuos de una especie tomados en la muestra.

Dominancia relativa: es el área basal de cada especie sobre la sumatoria del área basal de todas las especies multiplicado por cien.

$$D\% = \frac{\text{Área basal total de cada especie}}{\Sigma \text{ Áreas basales en el área muestra}} \times 100$$

• **Índice de valor de Importancia (IVI):** es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.

$$IVI = Ar\% + Fr\% + Dr\%$$

Ar%: Abundancia relativa

Fr%: Frecuencia relativa

Dr%: Dominancia relativa

Estructura vertical: una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel

(Bourgeron, 1983 citado por Jaimes y Hernández, 2015). Lo que conlleva hacer la evaluación de la estructura vertical del bosque de forma diferente a la de las zonas templadas. En los ecosistemas boscosos de las regiones tropicales, la estructura vertical, se puede estudiar bajo diferentes concepciones o puntos de vista, de acuerdo con la naturaleza de los estudios, lo que conduce a múltiples criterios de estratificación.

Índice de valor de importancia ampliado:

IVIA: $Ar\% + Fr\% + Dr\% + Psr\% + Rnr\%$

Dónde:

Ar%: Abundancia relativa

Fr%: Frecuencia relativa

Dr%: Dominancia relativa

Psr%: Posición sociológica relativa

Rnr%: Regeneración natural relativa

- **Método cuantitativo – Ogawa:** se detectó la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa.

- **Método cualitativo – perfil:** consistió en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, utilizando el software AutoCAD 2010, por medio de plantillas prediseñadas para cada especie y puntos de GPS con los cuales se diseñó el perfil teniendo en cuenta el grado de pendiente de la zona evaluada.

- Perfil horizontal.

Diversidad alfa: para el análisis de la diversidad biológica, se tomó los siguientes índices

Coefficiente de mezcla: Corresponde a el número de especies sobre en número total de individuos.

$$C.M. = \frac{N^{\circ} \text{ de especies}}{N^{\circ} \text{ de individuos}}$$

Índice de Simpson:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la especie i (# individuos de la especie i/N)

Índice de Margalef:

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

Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies.

Índice de diversidad de Shannon & Wiener:

$$Sh = -\sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$$

Dónde:

P_i =abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Parámetros estructurales: Al determinar el número de árboles por clase diamétrica se obtiene la frecuencia de árboles.

Clases diamétricas: las clases diamétricas se establecieron a partir de un DAP de 10 cm y son las siguientes:

Cuadro 6 Clases diamétricas.

Clase diamétrica	Rango
I	0,1-0,19
II	0,2-0,29
III	0,3-0,39

IV	0,4-0,49
V	0,5-0,59
VI	0,6-0,69
VII	0,7-0,79
VIII	0,8-0,89

Dinámica sucesional y regeneración natural: se realizó el levantamiento de la regeneración natural en cada parcela tomando una subparcela de 2x2 metros y se diseñaron tablas con las especies encontradas en los latizales, brinzales y renuevos a las cuales se les calculo la abundancia, la frecuencia total y relativa con las formulas anteriormente expuestas.

Análisis volumétrico: para el análisis volumétrico, se tomó los siguientes aspectos:

Volumen: permitió conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio. Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo del volumen según fuera comercial o total

$$VOL= AB*hc*ff$$

AB= $0.78*(DAP)^2$ Donde:

AB = Área basal (m²)

hc= altura comercial

ff= factor de forma

DAP =diámetro a la altura del pecho con corteza (medido a 1.30 m del nivel del suelo).

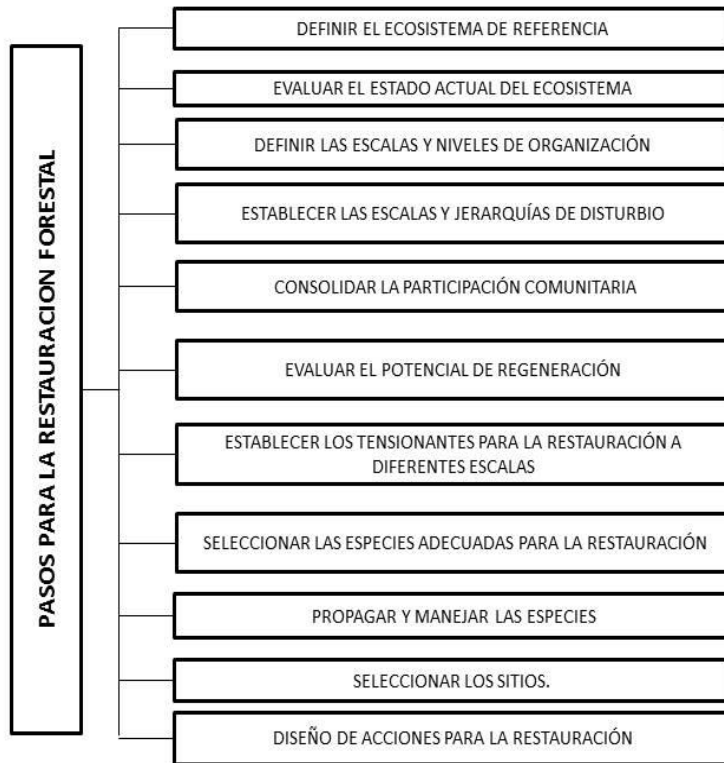
Volumen por clases diamétricas: por medio de esta distribución fue posible determinar la cantidad de metros cúbicos de madera presentes en cada uno de los rangos establecidos para las clases diamétricas.

Fauna asociada al bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl: para la caracterización de la fauna asociada al bosque de *Quercus humboldtii* se realizó la revisión de

información secundaria acerca de las especies más representativas que habitan dentro de estos ecosistemas además, se creó una guía ilustrada, para con la ayuda de la comunidad local identificar cuáles han sido las especies de fauna de mayor avistamiento en la zona. Con base en esta información se procedió a clasificar las especies de acuerdo a la categoría de amenaza partiendo de la CITES, UICN, Res 0192, y libros rojos; así fue posible identificar las especies que poseen algún grado de amenaza.

5.4.3. Fase 3. Formulación del Plan de Restauración Forestal para el bosque de roble *Quercus humboldtii* como estrategia de recuperación del ecosistema en zonas de recargue hídrico: a partir de la evaluación de los relictos de bosques y el conocimiento de la problemática que afecta al bosque de *Quercus humboldtii*, en sus diferentes aspectos se busca generar la conservación y restauración del ecosistema, garantizando beneficios directos e indirectos para el desarrollo de las comunidades campesinas locales. Dicha intervención tiene que estar ordenada mediante un plan de gestión, generado de manera participativa y fundamentada en el conocimiento técnico y científico actualizado sobre el estado poblacional de *Q. humboldtii* (comunidad estructural del sistema) y de su relación con los demás compartimentos del ecosistema, incluyendo el hombre. El plan de restauración forestal deberá ser útil para planificar de forma ordenada a través del tiempo cada acción a desarrollar en la tarea de conservación y restauración del bosque de roble en la microcuenca la Honda, para de esta manera mantener el desarrollo productivo y la supervivencia de las generaciones futuras, usando como guía la metodología propuesta por Vargas 2012, implementando 11 pasos de los 13 que propone para un plan de manejo de restauración ecológica (figura 4)

Figura 4. Pasos para la restauración ecológica.



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFO-CLIMATICAS Y DEL RECURSO HÍDRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Permitió compilar la información correspondiente a las condiciones climáticas y características del suelo y del recurso hídrico, basadas en la revisión de literatura reportada por el IDEAM, IGAC y el EOT sumada a la información determinada en campo.

Condiciones climáticas: hace referencia a este aspecto las variables de precipitación, humedad relativa y temperatura , donde reportes del IDEAM (2010) y el EOT (2013) y estudios realizados por Tarazona y Ramón 2015, reportan valores de precipitación promedio de 1396.6 mm anuales para el municipio de San Andrés, donde los meses de mayor precipitación son mayo y octubre, siendo el comportamiento similar a la de la época de estudio como se muestra en el cuadro 7 y en las figuras 5 y 6, para el caso de la humedad relativa para el año 2015 fue de 80%.

Cuadro 7 Precipitación media mensual municipio de San Andrés.

MUNICIPIO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
SAN ANDRES	57	70,4	107,5	162,1	166,2	99,1	65,6	90,6	154,9	223,9	140,3	58,9	1396,6

IDEAM (2010)

Figura 5 Comportamiento de la precipitación municipio de San Andrés.

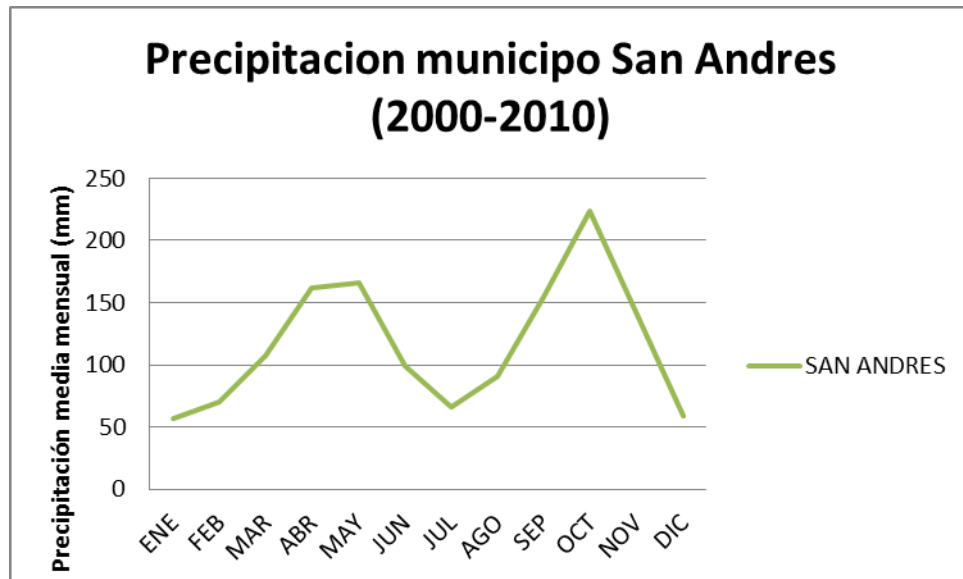
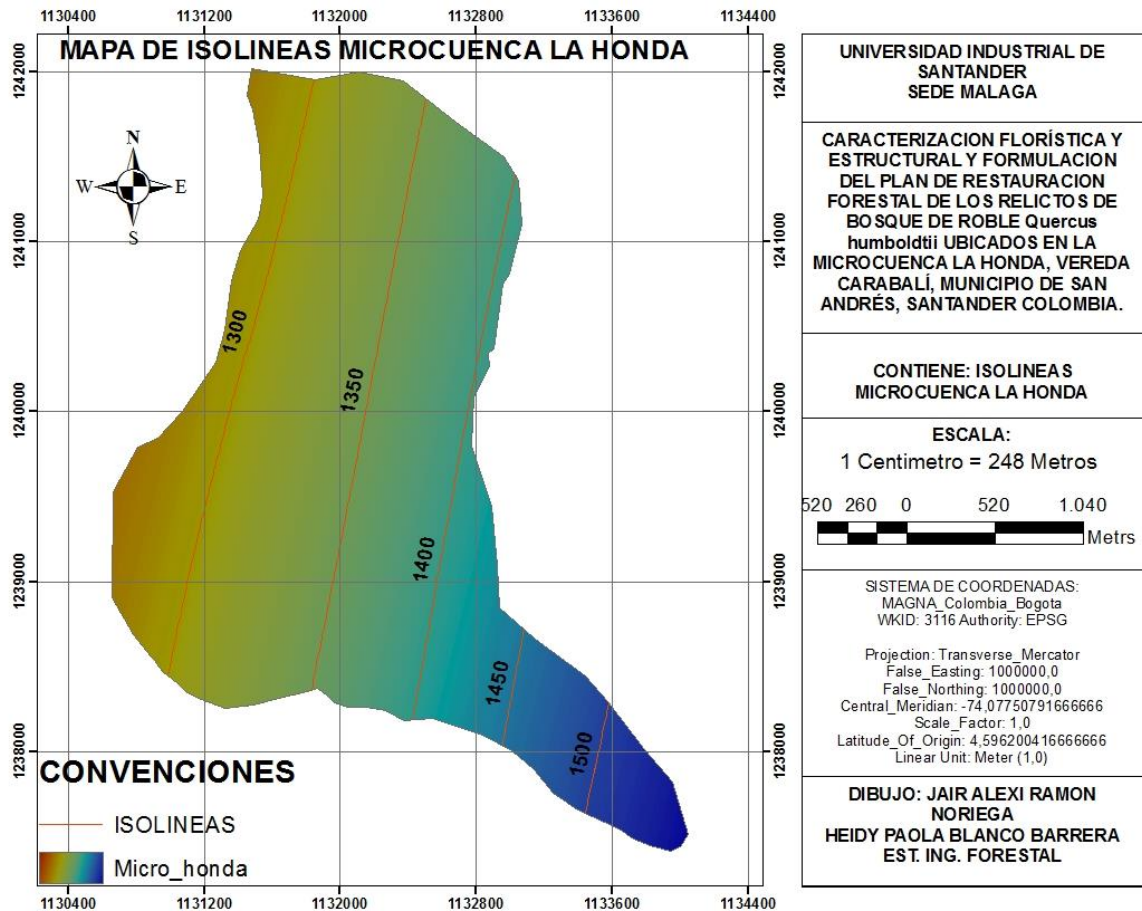


Figura 6 Mapa de Isoyetas microcuenca la Honda.

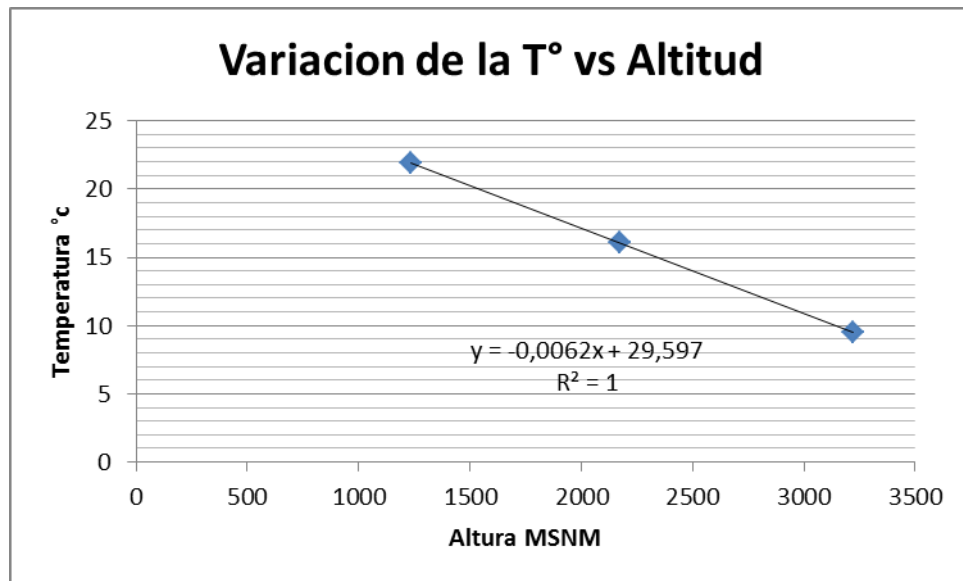


Con respecto a la temperatura, el municipio de San Andrés reporta un rango de 15 a 20° C con un promedio de 18°C; para el caso de la microcuenca quebrada la Honda ésta se encuentra ubicada en la región andina influenciada por la temperatura del aire de la subregión del magdalena, en la cual el régimen de temperatura del aire se particulariza por la presencia de los llamados pisos térmicos, consistentes en la disminución de la temperatura media del aire a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, donde Tarazona y Ramón 2015 reportan datos de temperatura para la microcuenca la honda según se muestra en el cuadro 8 y figura 7 y 8.

Cuadro 8 Temperatura de la parte alta, media y baja de la microcuenca.

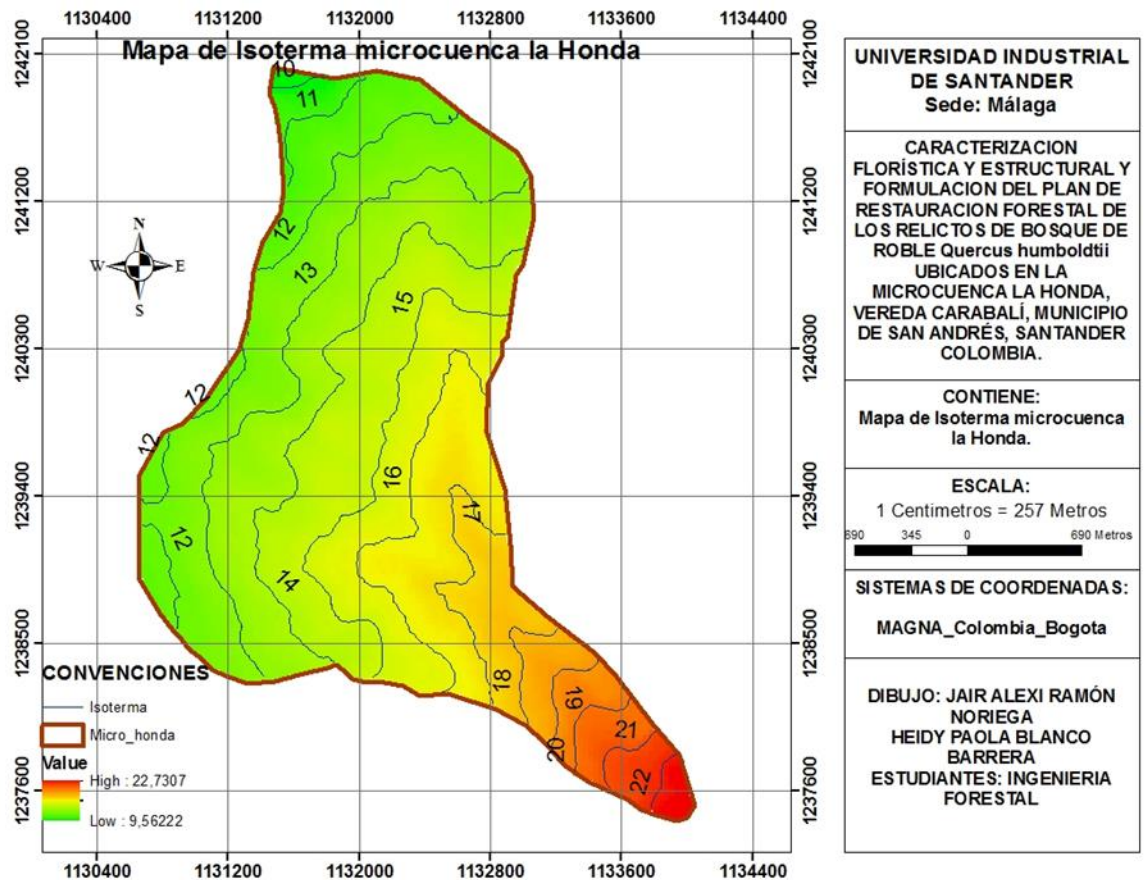
UBICACIÓN	X	Y	Z	T. mensual	T. Det
PARTE ALTA	1131632	1242134	3220	9,5	17,064
PARTE MEDIA	1132304	1239067	2173	16,04	17,1126
PARTE BAJA	1133932	1237585	1233	21,9	17,1446

Figura 7 Variación de la temperatura con respecto a la altitud.



La distribución de la temperatura en la microcuenca, se evaluó de acuerdo al mapa de isotermas elaborado con los valores medios anuales (figura 8), calculados por el modelo de la recta de regresión de mínimos cuadrados, en donde se observa la distribución de la temperatura en la microcuenca, la cual alcanza su valor máximo de 22,7 °C, en dirección sureste y su valor mínimo de temperatura en la dirección noreste siendo esta de 9,6 °C.

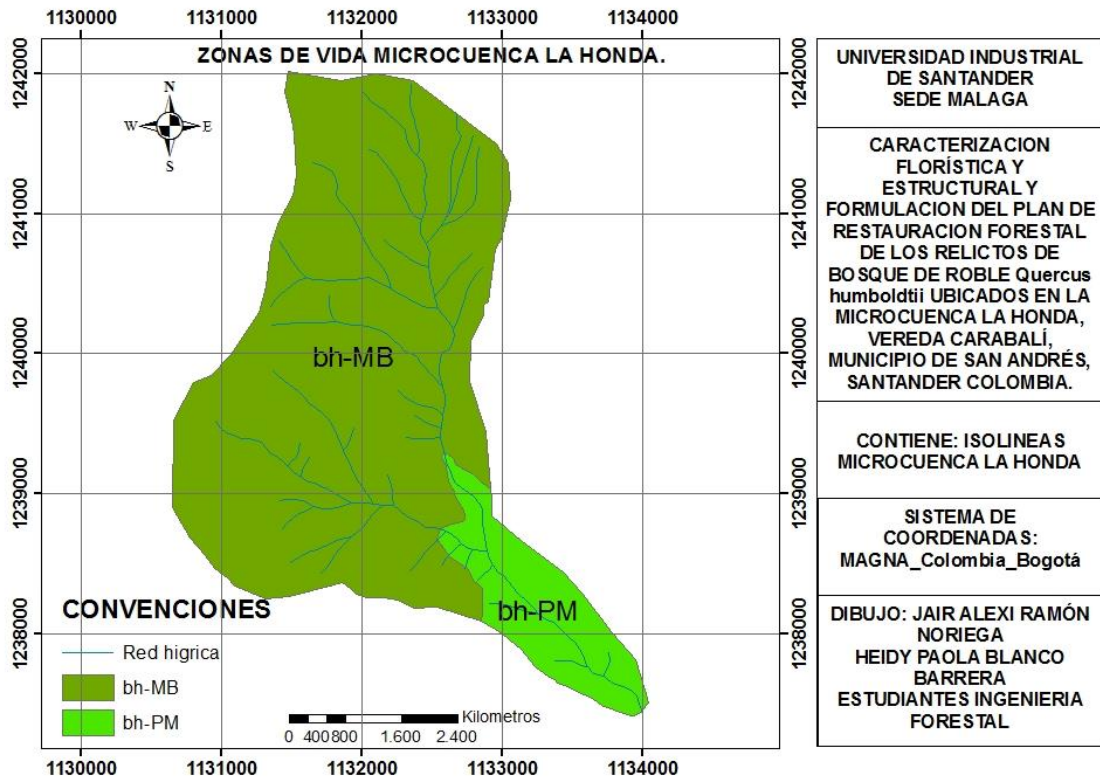
Figura 8 Isotermas microcuenca la Honda.



Teniendo en cuenta, la altura máxima encontrada en la microcuenca que es de 3270 msnm y la altura mínima que es 1160 msnm, además de la precipitación que para la microcuenca oscila entre los 1200 y 1400 mm anuales. Se encontraron dos zonas de vida que corresponden a bosque húmedo Premontano correspondiente a 99 hectáreas, con alturas entre los 1000 y 2000 msnm, con temperaturas entre los 17 y 22 °C, y la precipitación va desde el 1000-2000 mm anual y el bosque húmedo montano bajo que comprende 600,67 hectáreas, con alturas entre los 2000 y 3000 msnm, la temperatura en general varía entre los 10 a 17 °C, y la precipitación oscila entre 1000 y 2000 mm anuales. Se presenta baja evapotranspiración lo que crea un ambiente de constante humedad y la variación de la temperatura entre el día y la noche es bien marcada. Los suelos encontrados en estas zonas de vida, son suelos

poco profundos con una profundidad efectiva de 20 a 40 cm, textura franco arenosa, estructura granular de color amarilla y pH de 5,5 – 6.

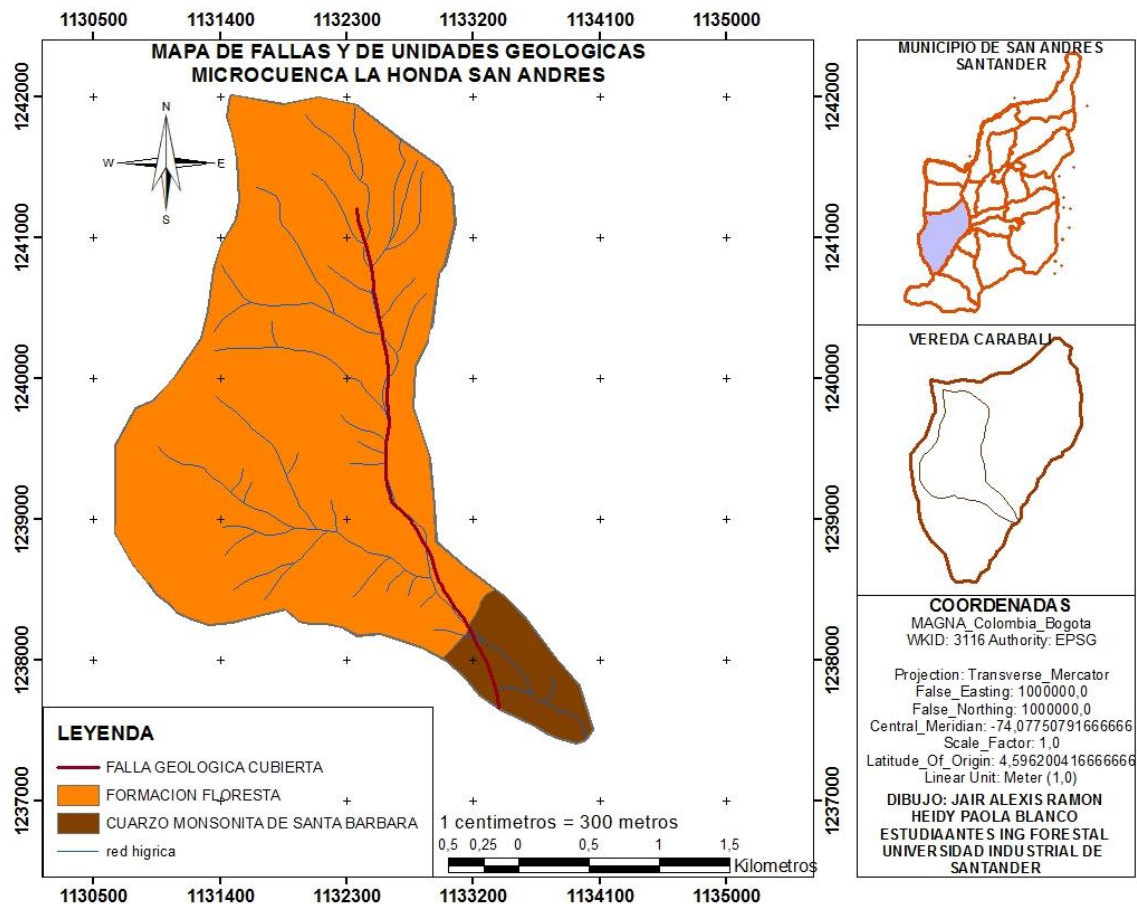
Figura 9. Zonas de vida microcuenca la Honda



Condiciones edáficas: la zona de estudio según información suministrada por el EOT, pertenece a las clases agroecológicas fm: zonas aptas para bosques protectores y protectores productores, donde áreas con pendientes mayores al 75% se deben mantener la cobertura vegetal y preservar el bosque natural, y la clase mg: que son zonas aptas para cultivos permanentes (pastos), sistemas de asociación, multiestrato y agroforesteria, donde sitios con pendientes mayores al 70% se deben conservar la cobertura vegetal y bosque protector existente.

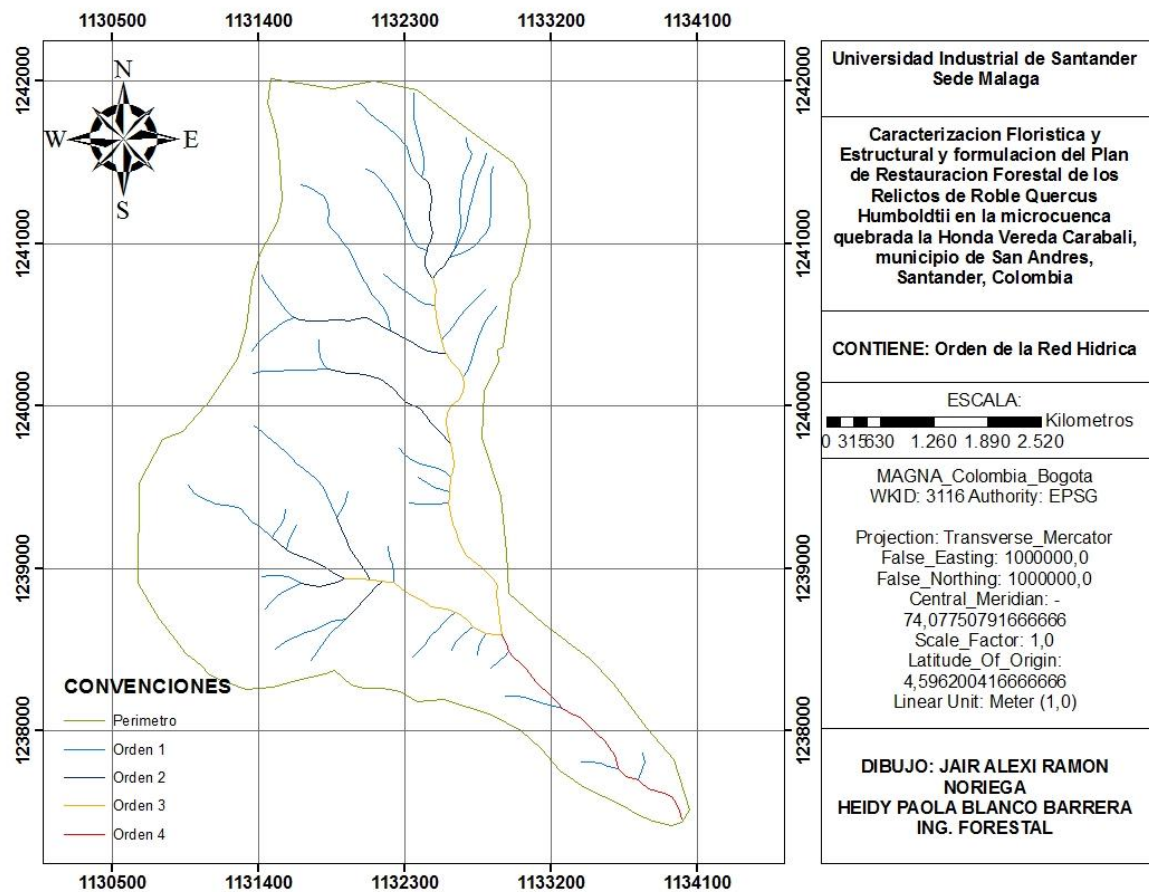
En la microcuenca quebrada la Honda se presentan solo dos formaciones geológicas dominadas por: **la formación floresta limolita y lutita de color gris amarillento, filítica y areniscas de grano fino, filita negra, caliza negra y gris.** Está compuesta por arcillolitas filíticas grises a grises oscuras, metamolitas calcáreas y mármol de color gris claro. La formación presenta fósiles, que han sido identificados del Devónico. El metamorfismo es leve, perteneciendo a la fase de esquistos verdes. Esta formación está constituida por arenas de grano fino con gran presencia de calizas y lutitas de color amarillo que le dan el color característico al suelo de la microcuenca. Esta formación geológica se presenta en el 86,74 % del área total de la microcuenca representadas en 618,51 ha.

Figura 10. Formación geológica de la microcuenca la Honda.



Recurso hídrico: la microcuenca la Honda tiene un alto grado de importancia al ser la fuente abastecedora de acueductos individuales y veredales utilizados para consumo humano, producción de alimentos y consumo animal, de acuerdo a la longitud de los causes está clasificada según Hortón en una cuenca de orden cuatro, presentando una longitud de 13,5 km en los tributarios de primer orden, en los tributarios de segundo orden tiene una longitud de 2,49km, en el tercer orden 3,46 km y por ultimo 1,66km, la longitud de la red principal posee 5,74 km. (figura 10).

Figura 11. Orden de la red hídrica.



La razón de bifurcación, es un parámetro que permite medir que tan bien drenada esta una cuenca, la Honda posee un índice de bifurcación de 0,75 cuando estos

valores se acercan a números pequeños el drenaje tiende a ser más eficiente, por tanto la microcuenca está muy bien drenada, la densidad de drenaje permite determinar la capacidad que posee la microcuenca para responder frente a un caudal pico siendo esta la manera de conocer el comportamiento de la cuenca frente a posibles crecidas, la honda posee una densidad de drenaje de 3.3 km/km² lo cual indica que es una cuenca muy bien drenada cuando se presentan avenidas torrenciales.

Los nacimientos presentes en la microcuenca, se encuentran protegidos de forma natural debido a la alta presencia de cobertura vegetal, y en algunos de los nacimientos presentes en las fincas poseen delimitación por medio de cerca de púas construidos por los propietarios, mostrando el gran interés en la conservación y protección del recurso hídrico, para los puntos de captación se encuentran protegidos evitando el ingreso de animales y personal ajeno.

6.2 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTES A LOS FRAGMENTOS BOSCOSOS DE ROBLE *Quercus humboldtii*:

El área evaluada corresponde a un total de 6,9 Km² de los cuales 1,41 Km² corresponden a bosque denso en los que 0,54 km² corresponden a los relictos de *Quercus humboldtii* Bonpl.

En los 7800 m² se encontraron 276 individuos correspondientes a 20 especies agrupados en 16 familias siendo la más importante la *FAGACEAE* con 185 individuos, dieciocho géneros siendo el más importante el *Quercus* con 185 individuos seguidos por el *Clusia* con 33 individuos y en menor proporción el *Myrsine* con 10 individuos. Los siguientes cuadros corroboran lo expuesto.

Cuadro 9 Número de individuos por familias evaluadas.

Número de árboles por Familia

Familia	Numero de arboles
ANACARDIACEAE	1
ASTERACEAE	7
BETULIACEAE	1
BORAGINACEAE	3
CECROPIACEA	3
CLUSIACEAE	33
COMPOSITÁCEAE	4
CUNONIACEAE	1
ESCALLONIACEAE	7
FAGACEAE	185
ICACINACEAE	4
LAURACEAE	11
MELASOMATACEAE	3
MYRSINACEAE	12
RUBIACEAE	1
	276

Cuadro 10 Número de individuos por género

Número de árboles por Genero	
GENERO	N° de Arboles
<i>Alnus</i>	1
<i>Cecropia</i>	3
<i>Cinchona</i>	1
<i>Citronella</i>	4
<i>Clusia</i>	33
<i>Cordia</i>	3
<i>Diplostephium</i>	4
<i>Escallonia</i>	7
<i>Eugenia</i>	2
<i>Eupathoriums</i>	4
<i>Morella</i>	3
<i>Myrsine</i>	10
<i>Ocotea</i>	8
<i>Pollalesta</i>	3
<i>Quercus</i>	185
<i>Schinus</i>	3
<i>Toxicodendrum</i>	1
<i>Weinmania</i>	1
	276

Para el reconocimiento de estos bosques, se desarrolló un inventario forestal con el cual fue posible determinar el valor ecológico de cada especie, dentro del bosque como posible estrategia para la formulación del plan de restauración forestal de esta cobertura en la microcuenca la Honda.

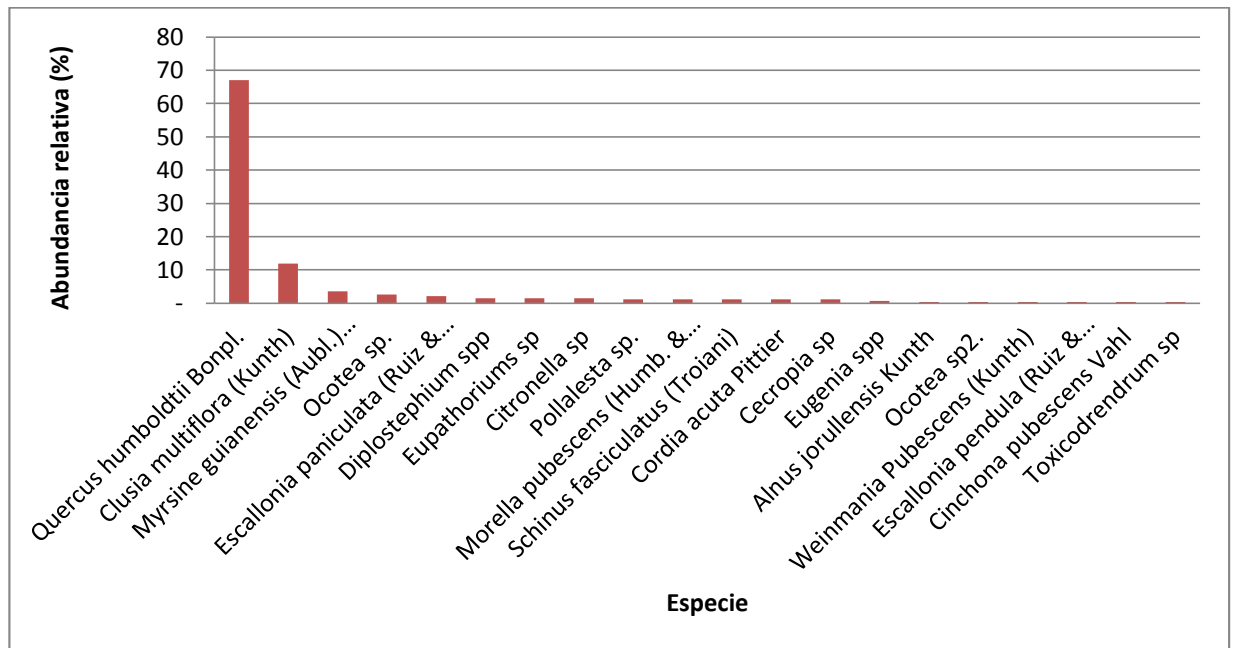
Estructura horizontal:

Densidad: una vez inventariados los individuos del bosque de roble se determinó una densidad de 237 árboles por hectárea con un DAP superior a 10 cm.

Abundancia: la especie con mayor porcentaje de abundancia encontrada en el bosque de roble es el *Quercus humboldtii* con un porcentaje de 67,029 % seguida por el *Clusia multiflora* con un porcentaje de 11,957%. Las demás especies

presentan una abundancia relativa muy baja como es el caso del *Myrsine guianensis* con 3,623 % y el *Ocotea sp* con 2,533%. La siguiente grafica muestra la distribución de la abundancia relativa por especie.

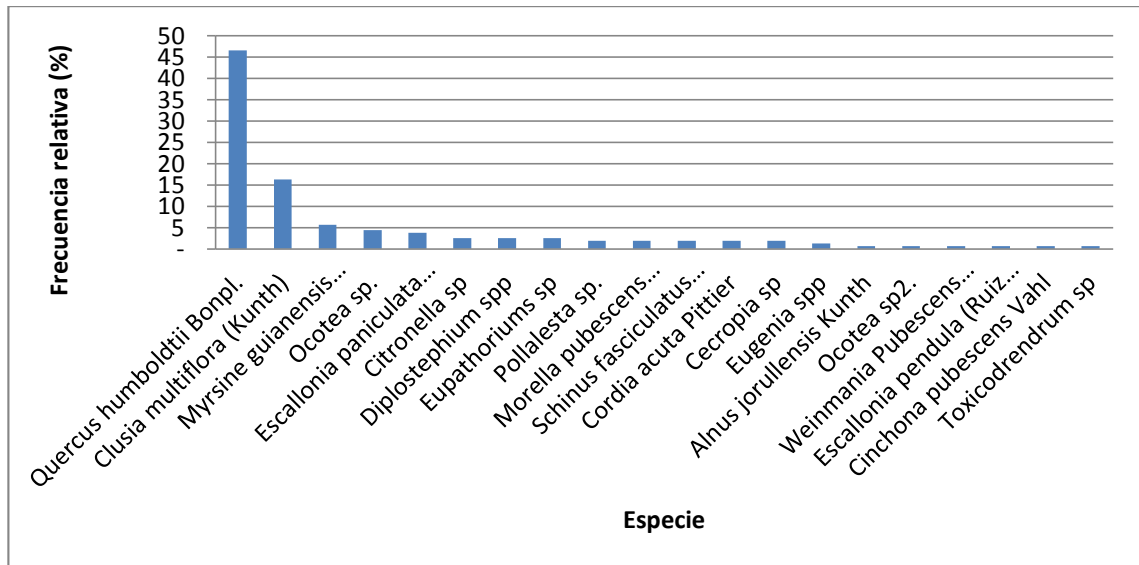
Figura 12 Abundancia relativa en el bosque de roble.



Las especies que no alcanzan a ser representadas en la gráfica son especies con una Abundancia Relativa por debajo del uno (1) %.

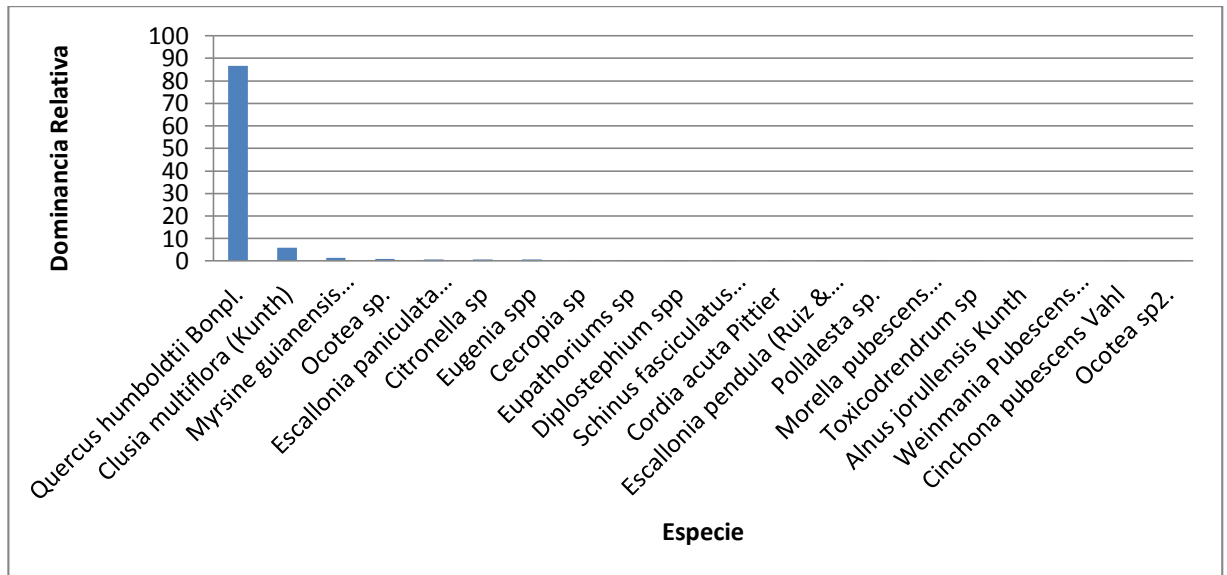
Frecuencia: la especie más frecuente presente en el bosque de Roble es el *Quercus humboldtii* Bonpl (roble) con el 46,56 % que corresponde a la alta representatividad de la especie encontrándose en la mayoría de las parcelas muestreadas seguido por el *Clusia multiflora* Kunth (gaque) con el 16,35 % seguido por el *Myrsine guianensis* Aubl (cucharo) y el *Ocotea sp* (hojarasco) con 5,66% y 4,60% las demás especies son poco frecuentes en las unidades de muestreo. A continuación se muestra la gráfica de frecuencia relativa de cada especie.

Figura 13 Frecuencia relativa en el bosque de roble



Dominancia: estos valores corresponden al criterio de ocupación de espacios dentro del bosque es decir el área que ocupa cada especie según la sumatoria de área basal en el terreno. Para el bosque de roble la especie con mayor porcentaje de dominancia es el *Quercus humboldtii* Bonpl con 86,649% seguido por el *Clusia multiflora* Kunth con un porcentaje muy bajo de 5,849% como lo muestra la siguiente figura.

Figura 14 Dominancia relativa en el bosque de roble.



Índice Valor de Importancia: al procesar la información correspondiente a la Abundancia Relativa, la Frecuencia Relativa y la Dominancia Relativa se determinó el índice valor de importancia por especie, siendo la de mayor peso ecológico el *Quercus humboldtii* Bonpl (roble) con un valor de 200,219 seguido por el *Clusia multiflora* Kunth (gaque) con el 34,152 y por el *Myrsine guianensis* Aubl (cucharo) con un valor de 10,775. Las especies con menor peso ecológico son *Escallonia pendula* (Ruiz & Pav) con 1,262; el *Toxicodendrum* sp con 1,144, el *Alnu jorullensis* Kunth con 1,118 y el *Weinmania pubescens* Kunth y el *Cinchona pubescens* Vahl (quina) con un valor de 1,063 y el *Ocotea spp2* (casparo) con un valor de 1,042. La siguiente figura muestra la distribución del índice valor de importancia por especie en el bosque de roble.

Figura 15 Especies representativas del bosque de roble.



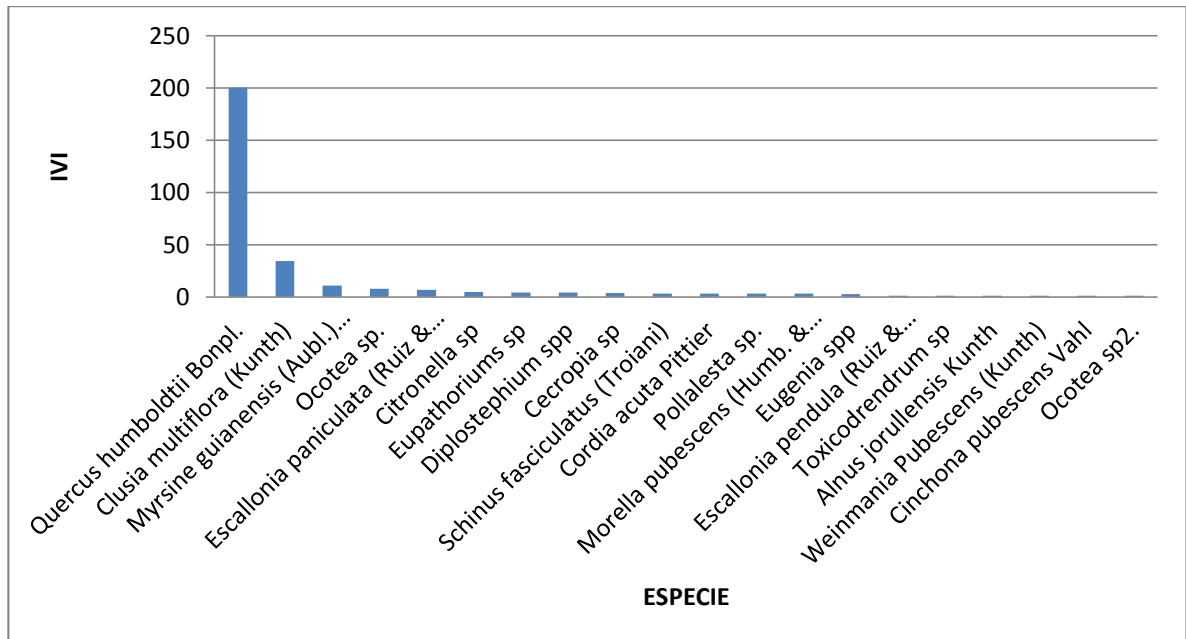
a) *Quercus humboldtii* Bonpl. (roble) **b)** *Clusia multiflora* Kunth (gaque)
c) *Ocotea sp2* (casparo) **d)** *Myrsine guianensis* Aubl (cucharo).

El cuadro 11 muestra la estructura por especie encontradas en los inventarios realizados en los relictos de bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl.

Cuadro 11 Índice valor de importancia del bosque de *Quercus humboldtii*.

N°	Nombre Científico	Densidad	A Absoluta	A Relativa	F absoluta	F Relativa	D absoluta	D Relativa	IVI
1	<i>Citronella sp</i>	5,128	4	1,449	5,128	2,516	0,114	0,670	4,635
2	<i>Alnus jorullensis Kunth</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,022	0,127	1,118
3	<i>Diplostegium spp</i>	5,128	4	1,449	5,128	2,516	0,063	0,369	4,334
4	<i>Ocotea sp.</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,009	0,051	1,042
5	<i>Pollalesta sp.</i>	3,846	3	1,087	3,846	1,887	0,040	0,234	3,208
6	<i>Eugenia spp</i>	2,564	2	0,725	2,564	1,258	0,113	0,664	2,647
7	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	12,821	10	3,623	11,538	5,660	0,253	1,491	10,775
8	<i>Weinmania Pubescens (Kunth)</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,012	0,071	1,063
9	<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	42,308	33	11,957	33,333	16,352	0,991	5,843	34,152
10	<i>Ocotea sp.</i>	8,974	7	2,536	8,974	4,403	0,149	0,881	7,820
11	<i>Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur</i>	3,846	3	1,087	3,846	1,887	0,038	0,222	3,195
12	<i>Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,046	0,271	1,262
13	<i>Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	7,692	6	2,174	7,692	3,774	0,136	0,799	6,747
14	<i>Schinus fasciculatus (Troiani)</i>	3,846	3	1,087	3,846	1,887	0,054	0,316	3,290
15	<i>Eupatoriums sp</i>	5,128	4	1,449	5,128	2,516	0,068	0,403	4,368
16	<i>Cordia acuta Pittier</i>	3,846	3	1,087	3,846	1,887	0,047	0,274	3,248
17	<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,012	0,071	1,063
18	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	237,179	185	67,029	94,872	46,541	14,699	86,649	200,219
19	<i>Toxicodendrum sp</i>	1,282	1	0,362	1,282	0,629	0,026	0,152	1,144
20	<i>Cecropia sp</i>	3,846	3	1,087	3,846	1,887	0,074	0,439	3,413
			276	100	203,846	100	16,963	100	300

Figura 16 Índice valor de importancia del bosque de roble



Estructura vertical: este tipo de análisis permite caracterizar el bosque de roble con el fin de conocer la homogeneidad o heterogeneidad de la cobertura vegetal y de la estratificación que presenta el bosque.

Índice valor de importancia ampliado en el bosque de roble: el índice valor de importancia ampliado, permite hacer una análisis de las especies arbóreas presentes en el bosque determinando su abundancia, frecuencia y dominancia además del valor fitosociológico que tiene la especie por cada substrato evaluando así, la estructura vertical del bosque y además tiene en cuenta la regeneración natural de cada especie que permita asegurar la presencia de dichas especies en generaciones futuras.

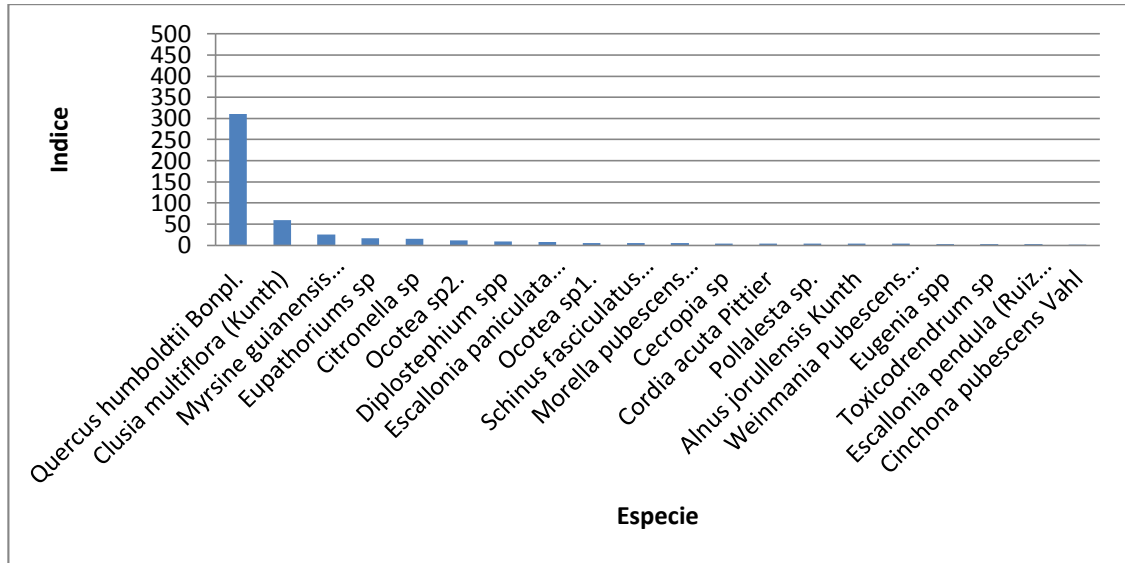
Para el bosque de roble la especie con mayor índice valor de importancia ampliado, es la especie dominante (*Quercus humboldtii* Bonpl) con el 309,930 del valor total máximo que es 500. Las especies más próximas a esta son el *Clusia multiflora* con un valor de 59,067 y el *Myrsine guianensis* con el 25,490. Las demás especies

adquieren un valor de importancia poco representativo y algunas de las especies arbóreas presentes no tienen regeneración natural que permita asegurar la presencia en un futuro.

Cuadro 12. Índice valor de importancia ampliado

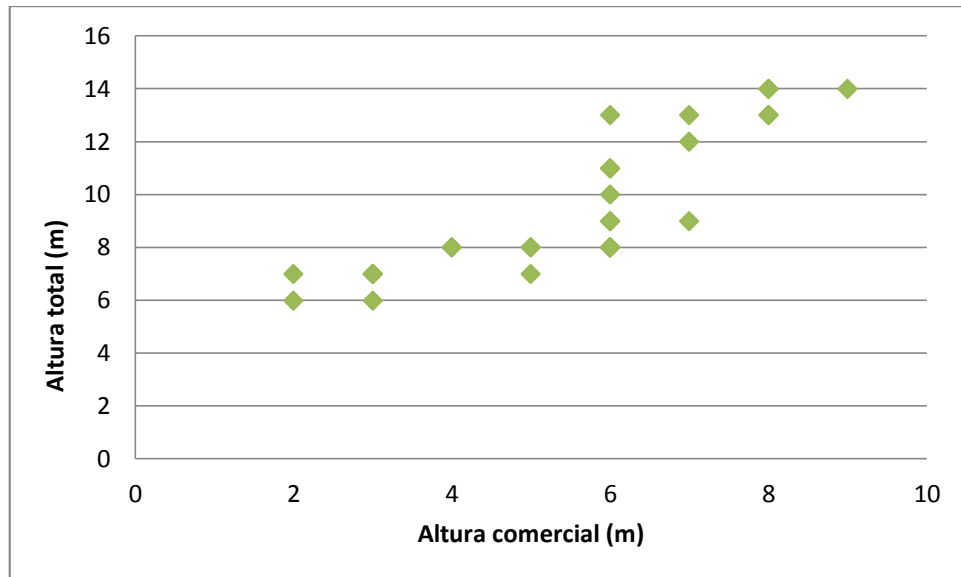
Nombre Científico	A Relativa	F Relativa	D Relativa	IVI	Ps%	RNr	IVIA
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	0,362	0,637	0,127	1,118	1,639	0,964	3,729
<i>Cecropia</i> sp	1,087	1,911	0,439	3,413	1,093	0,000	4,529
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	0,362	0,637	0,071	1,063	0,546	0,000	1,617
<i>Citronella</i> sp	1,449	2,548	0,670	4,635	1,639	8,588	14,895
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	11,957	16,561	5,843	34,152	4,918	19,788	59,067
<i>Cordia acuta</i> Pittier	1,087	1,911	0,274	3,248	0,546	0,000	3,818
<i>Diplostegium</i> spp	1,449	2,548	0,369	4,334	1,639	3,134	9,139
<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2,174	3,822	0,799	6,747	1,639	0,000	8,434
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0,362	0,637	0,271	1,262	1,093	0,000	2,363
<i>Eugenia</i> spp	0,725	1,274	0,664	2,647	0,546	0,000	3,209
<i>Eupathorium</i> s sp	1,449	2,548	0,403	4,368	1,093	11,058	16,551
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1,087	1,911	0,222	3,195	1,639	0,000	4,859
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	3,623	5,732	1,491	10,775	1,639	13,004	25,490
<i>Ocotea</i> sp1.	0,362	0,637	0,051	1,042	1,093	3,456	5,599
<i>Ocotea</i> sp2.	2,536	4,459	0,881	7,820	1,639	1,594	11,109
<i>Pollalesta</i> sp.	1,087	1,911	0,234	3,208	0,546	0,000	3,779
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	67,029	47,134	86,649	200,219	74,317	34,801	309,930
<i>Schinus fasciculatus</i> (Troiani)	1,087	1,911	0,316	3,290	0,546	1,564	5,424
<i>Toxicodendrum</i> sp	0,362	0,637	0,152	1,144	1,093	0,485	2,729
<i>Weinmania Pubescens</i> (Kunth)	0,362	0,637	0,071	1,063	1,093	1,564	3,727
	100,000	100,000	100	300	100	100,000	500,000

Figura 17 Índice valor de importancia ampliado.



Estratificación Ogawa: en la estratificación ogawa se grafican las alturas comerciales con respecto a las alturas totales de los árboles, para esto se tomó como referencia la unidad de muestreo que es de 10x50 metros. Para el bosque de roble se encuentran dos estratos arbóreos conocidos el primero va de 3 a 9 metros y el segundo rango de 9 a 14 metros observándose una estratificación muy dispersa de los árboles en el terreno.

Figura 18 Estratificación Ogawa.



Los árboles del bosque de roble, pueden alcanzar alturas de hasta más de 30 metros de altura, sin embargo en este estudio solo se encontraron árboles que alcanzan hasta los 20 metros que según lo expuesto por Melo y Vargas 2003 son árboles del futuro es decir árboles que tienen el potencial de ampliar sus copas.

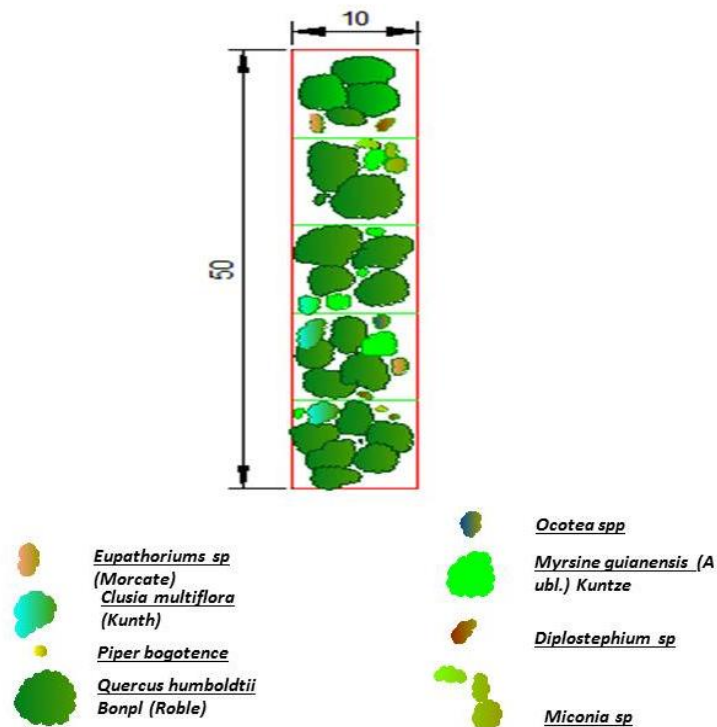
Estructura vertical- Diagrama del perfil: el perfil presenta la distribución estratificada de la cobertura objeto de estudio, la cual se desarrolló sobre una línea de 50 m en la cual se ubican los arboles presentes, para esta cobertura se encontraron seis especies arbóreas siendo la de mayor abundancia el *Quercus humboldtii* (roble) además se encontraron especies de porte bajo como el *Chusquea sp.*

Figura 19 Perfil lateral del bosque de roble



Perfil superior: la ocupación que presentan las copas del bosque de roble, representa aproximadamente el 70% del área evaluada. Como se puede observar en la figura 19 las copas de la especie en estudio son mucho más grandes y ocupan un área mayor con relación a las copas de las otras especies encontradas.

Figura 20 Perfil superior del bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl.



Diversidad: se entiende por diversidad biológica la variabilidad de los organismos de cualquier fuente incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. ONU (1992).

Coeficiente de mezcla: el valor calculado para el bosque de roble según el inventario y teniendo en cuenta el número de especies sobre el número total de individuos es de 0,072 lo cual indica que hay poca diversidad y una alta homogeneidad del bosque.

Índice de Simpson: el valor de este índice permite determinar la probabilidad de que al escoger dos individuos de la especie dominante *Quercus humboldtii* Bonpl.,

estos pertenezcan a la misma especie. El valor del índice es de 0,448 lo cual indica una baja diversidad en el ecosistema y una alta dominancia del *Quercus humboldtii*.

Índice de Margalef: se encontró un índice de 3,380 lo cual indica una baja diversidad del bosque de roble esto debido al alto nivel de asociación de la especie.

Índice de Shannon-Wiener: este índice se deriva de la teoría informativa y representa un tipo de formulación ampliamente utilizado para evaluar la uniformidad de distribución de los individuos entre las especies. Para la formación de bosque de roble el índice es de 1,406 lo que indica una alta dominancia y una baja diversidad de especies.

Parámetros estructurales: de una manera general, una distribución diamétrica es, el resultado de agrupar los árboles de un rodal dentro de ciertos intervalos de diámetros normales. Al determinar el número de árboles por clase diamétrica se obtiene la frecuencia de árboles.

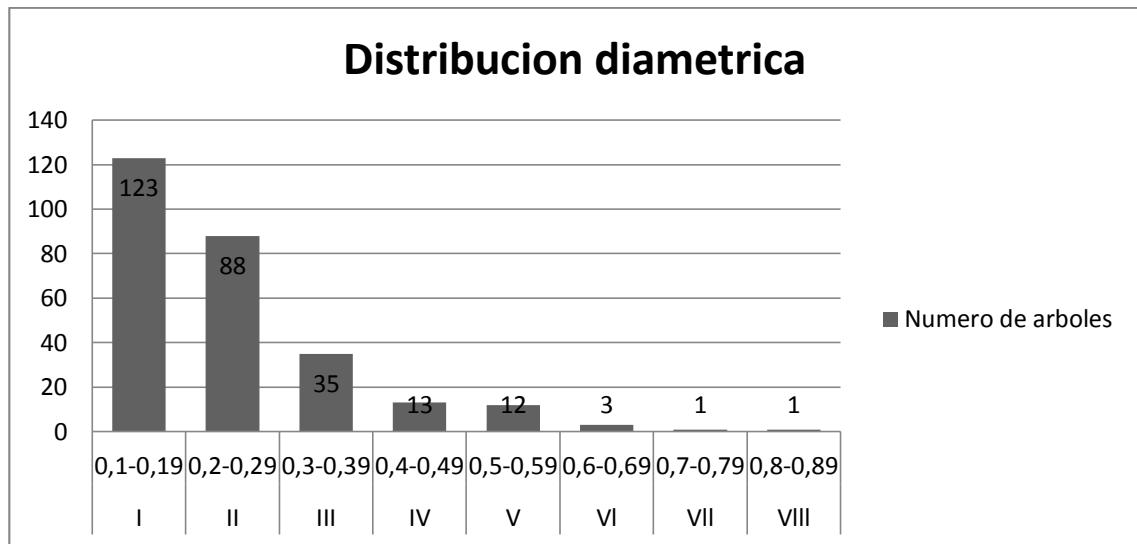
Para el bosque de roble se encontró la siguiente distribución diamétrica.

Cuadro 13 Distribución diamétrica del bosque de roble

Clase diamétrica	Rango	Numero de Arboles
I	0,1-0,19	123
II	0,2-0,29	88
III	0,3-0,39	35
IV	0,4-0,49	13
V	0,5-0,59	12
VI	0,6-0,69	3
VII	0,7-0,79	1
VIII	0,8-0,89	1
		276

La siguiente grafica muestra el comportamiento del número de árboles por clase diamétrica.

Figura 21 Diagrama del número de árboles por clase diamétrica.



La disminución del número de árboles con el aumento del diámetro es una característica fundamental normal del bosque irregular debido a que se encuentran grupos de árboles de la misma edad en pequeñas parcelas.

Regeneración natural: se presenta la información correspondiente a la regeneración natural presente en el bosque de roble, basados en la información recolectada en campo en 40 subparcelas de 5x5 metros para medir los árboles con diámetros inferiores a 10 centímetros para la categoría de latizal. Para el brinzal se levantaron 40 subparcelas de 2x2 metros en las que se levantaron información de las especies con un diámetro < 2,5 centímetros. Para el análisis de dicha información se tomaron dos criterios de representatividad ecológica de las especies encontradas como son la abundancia y frecuencia de cada especie y su correspondiente valor relativo como se muestra en los siguientes cuadros.

Cuadro 14 Tabla de regeneración natural del bosque latizal

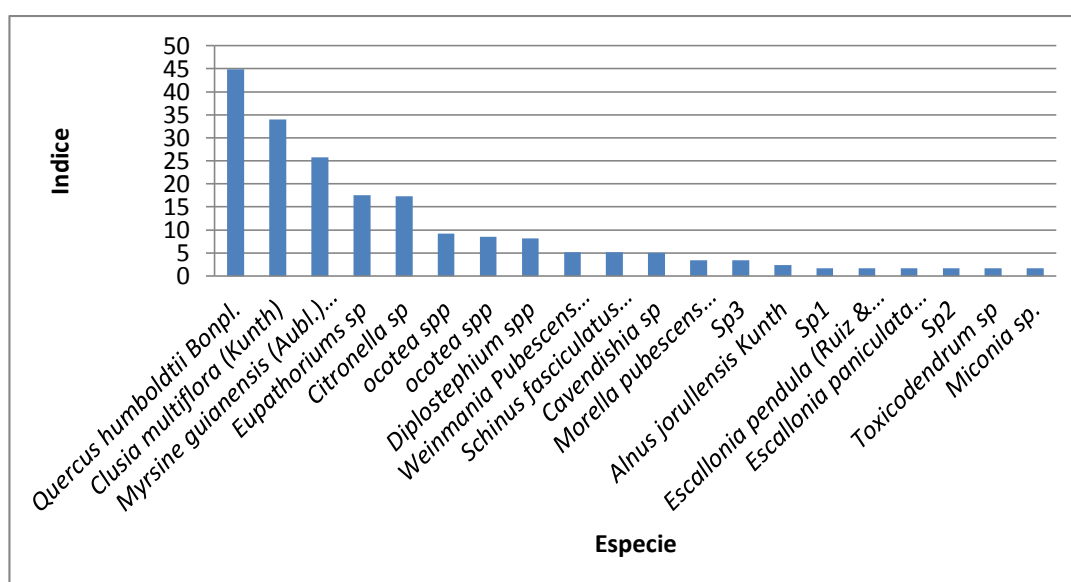
Nombre común	Familia	Genero	Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa	Índice
Aguanoso	ICACINACEAE	<i>Citronella</i>	<i>Citronella sp</i>	7	7,216	37,500	10,067	17,284
Aliso	BETULIACEAE	<i>Alnus</i>	<i>Alnus jorullensis Kunth</i>	1	1,031	5,000	1,342	2,373
Cacaito	SF1	SG1	Sp1.	1	1,031	2,500	0,671	1,702
Carbon	ASTERACEAE	<i>Diplostephium</i>	<i>Diplostephium spp</i>	4	4,124	15,000	4,027	8,151
Cascaro	LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>ocotea spp</i>	5	5,155	15,000	4,027	9,181
Cucharo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	12	12,371	50,000	13,423	25,794
Encenillo	CUNONIACEAE	<i>Weinmania</i>	<i>Weinmania Pubescens (Kunth)</i>	3	3,093	7,500	2,013	5,106
Gaque	CLUSIACEAE	<i>Clusia</i>	<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	18	18,557	57,500	15,436	33,993
Laurel	MYRICACEAE	<i>Morella</i>	<i>Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur</i>	2	2,062	5,000	1,342	3,404
Loqueto	ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	1	1,031	2,500	0,671	1,702
Michigo	ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	1	1,031	2,500	0,671	1,702
Moradillo	ANACARDIACEAE	<i>Schinus</i>	<i>Schinus fasciculatus (Troiani)</i>	3	3,093	7,500	2,013	5,106
Morcate	COMPOSITÁCEAE	<i>Euparhoriums</i>	<i>Eupathoriums sp</i>	6	6,186	42,500	11,409	17,595
Orejas de mula	LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea spp</i>	5	5,155	12,500	3,356	8,510
Orejas de raton	SF2	SG2	Sp2.	1	1,031	2,500	0,671	1,702

Cuadro 13. Continuación

Quemadero	SF3	SG3	<i>Sp3.</i>	2	2,062	5,000	1,342	3,404
Roble	FAGACEAE	<i>Quercus</i>	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	22	22,680	82,500	22,148	44,828
Sarno	ANACARDIACEAE	<i>Toxicodendrum</i>	<i>Toxicodendrum sp</i>	1	1,031	2,500	0,671	1,702
Tuno	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	<i>Miconia sp.</i>	1	1,031	2,500	0,671	1,702
Uvito	ERICACEA	<i>Cavendishia</i>	<i>Cavendishia sp</i>	1	1,031	15,000	4,027	5,058
				97	100	373	100	200

Latizales: corresponde a la categoría inmediatamente inferior del fustal, que en el futuro se convertirán en los árboles, que aportan la masa forestal del bosque de forma sucesional de manera normal; sino se presentan alteraciones o disturbios del bosque. Para el estudio se presentan los índices para cada especie evaluando la abundancia y frecuencia con que ocurren las especies en las unidades de muestreo.

Figura 22 Índice de representatividad de la especie en el latizal



Los datos correspondientes al índice por especie, se obtiene de sumar la abundancia y frecuencia relativa por especie en el latizal calculando el índice para cada especie siendo la suma total de todas las especies igual a 200 que es el valor máximo que puede alcanzar.

El índice de representatividad del latizal, determinó como especie más importante la especie dominante roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) con un valor de 44,838, seguido por el gaque (*Clusia multiflora* Kunth) con un valor no mucho menor de 33,993 y el cucharo (*Myrsine guianensis* Aubl) con el 25,794 de representatividad.

Esto muestra un alto grado de sociabilidad entre estas especies, confirmando lo encontrado en el análisis del fustal donde la especie dominante (*Quercus humboldtii* Bonpl) se asocia muy bien con el gaque (*Clusia multiflora* Kunth) aunque la segunda en menor proporción según el índice valor de importancia (IVI).

Las especies con menor índice de representatividad en el latizal son el sarno (*Toxicodendrum* sp), el Tuno (*Miconia* sp), el michigo (*Escallonia paniculata* Ruiz & Pav) y la Sp2 con un valor de 1,702 para cada especie.

Brinzales: se encontraron 16 especies en el brinzal representadas por 101 plantas que no alcanzan un porte leñoso con alturas menores de 1,5 metros registrados dentro de las 40 parcelas de 2x2 metros establecidos en el inventario desarrollado.

Figura 23 Especie encontradas en el brinzal.



a). Chusque (*Chusquea* sp) **b).** Cordoncillo (*Piper bogotensis*)
c). Morita (*Rubus Joríhndus*)

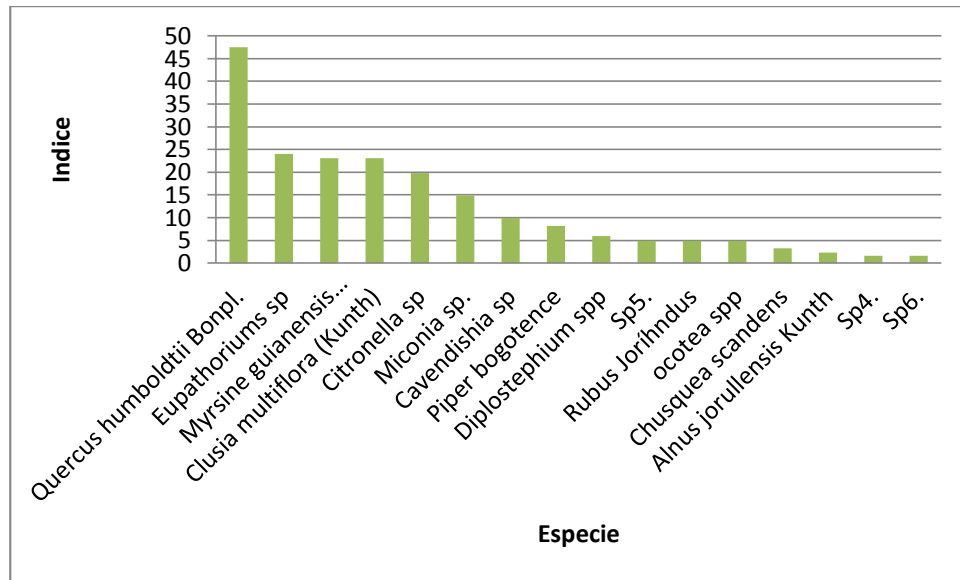
La especie que domino esta categoría es el roble (*Quercus Humboldtii* Bonpl) con un índice de 47,453 seguido por el morcate (*Eupatoriums sp*) con un índice de 24,055 y el cucharo (*Myrsine guianensis* Kunth) con un valor de 23,059.

En la siguiente figura se representan gráficamente los índices por especie mostrando la dominancia de la especie en estudio. Las especies con menor representatividad fueron el chusque (*Chusquea scandens*), el aliso (*Alnus jorullensis* Kunth) y las Sp4 y Sp5 con un índices muy inferiores

Cuadro 15 Regeneración natural del bosque brinzal

Nombre común	Familia	Genero	Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa	Índice
Aguanoso	ICACINACEAE	<i>Citronella</i>	<i>Citronella sp</i>	10	9,901	37,5	9,868	19,769
Aliso	BETULIACEAE	<i>Alnus</i>	<i>Alnus jorullensis Kunth</i>	1	0,990	5	1,316	2,306
Carbon	ASTERACEAE	<i>Diplostephium</i>	<i>Diplostephium spp</i>	2	1,980	15	3,947	5,928
Cascaro	LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>ocotea spp</i>	1	0,990	15	3,947	4,937
Churumbelo	SF4	SG4	<i>Sp4</i>	1	0,990	2,5	0,658	1,648
Chusque	GRAMINEAE	<i>Chusquea</i>	<i>Chusquea scandens</i>	2	1,980	5	1,316	3,296
Cordoncillo	PIPERACEAE	<i>Piper</i>	<i>Piper bogotence</i>	5	4,950	12,5	3,289	8,240
Cucharo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	10	9,901	50	13,158	23,059
Gaque	CLUSIACEAE	<i>Clusia</i>	<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	8	7,921	57,5	15,132	23,052
Garrocho	SF5	SG5	<i>Sp5</i>	3	2,970	7,5	1,974	4,944
Melastomataceae	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	<i>Miconia sp.</i>	9	8,911	22,5	5,921	14,832
Morcate	COMPOSITÁCEAE	<i>Euparhoriums</i>	<i>Eupathoriums sp</i>	13	12,871	42,5	11,184	24,055
Morita	ROSACEAE	<i>Rubus</i>	<i>Rubus Joríhndus</i>	3	2,970	7,5	1,974	4,944
Oveja blanca	SF6	SG6	<i>Sp6</i>	1	0,990	2,5	0,658	1,648
Roble	FAGACEAE	<i>Quercus</i>	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	26	25,743	82,5	21,711	47,453
Uvito	ERICACEA	<i>Cavendishia</i>	<i>Cavendishia sp</i>	6	5,941	15	3,947	9,888
				101	100	380	100,000	200,000

Figura 24 Índice de representatividad del brinjal.



Factores que afectan la regeneración natural: uno de los factores tensionantes de la regeneración, es el efecto de borde producido por la ganadería intensiva, presente en la microcuenca ya que los relictos de bosque de roble no se encuentran protegidos contra el ingreso de animales lo cual permite el pisoteo constante sobre el suelo impidiendo la germinación normal de las semillas por compactación del suelo y en campos de mayor pendiente provocando inestabilidad del terreno y caída de los árboles. Sin embargo, gran parte de la regeneración natural se ha visto beneficiada dentro de esta microcuenca debido a la disminución de uno de los tensionantes como lo es la agricultura que ha dejado de ser un problema en la parte alta de la microcuenca por no haber civilización y por el difícil acceso a esta zonas permitiendo que se desarrollen barbechos de grande extensión de terreno favoreciendo la germinación espontanea de semillas de especies de rápido crecimiento.

Análisis volumétrico: a continuación se presenta el cálculo del volumen comercial y total de cada especie proyectado a una hectárea.

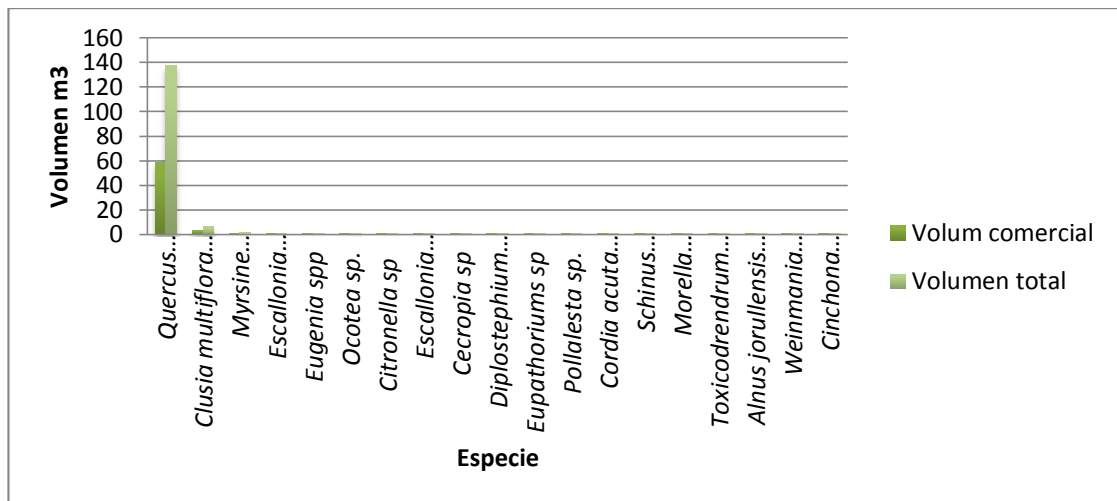
Volumen por especie del fustal: para el bosque de roble la especie que aporta la mayor masa forestal es el *Quercus humboldtii* Bonpl con un total de 185

árboles en pie evaluados a los que se les determino el volumen con un factor de forma generalizado para todas las especies de 0,6. A continuación se determinó el volumen por especie del área evaluada con su respectiva gráfica.

Cuadro 16 Volumen comercial y total por especie

Especie	volumen comercial m³	Volumen total m³
<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	58,229	137,160
<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	3,808	6,139
<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	0,719	1,406
<i>Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	0,448	0,783
<i>Eugenia spp</i>	0,414	0,752
<i>Ocotea sp.</i>	0,398	0,804
<i>Citronella sp</i>	0,311	0,563
<i>Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	0,165	0,248
<i>Cecropia sp</i>	0,161	0,464
<i>Diplostephium spp</i>	0,135	0,248
<i>Eupathoriums sp</i>	0,134	0,343
<i>Pollalesta sp.</i>	0,091	0,177
<i>Cordia acuta Pittier</i>	0,085	0,177
<i>Schinus fasciculatus (Troiani)</i>	0,083	0,225
<i>Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur</i>	0,083	0,158
<i>Toxicodendrum spl</i>	0,047	0,124
<i>Alnus jorullensis Kunth</i>	0,026	0,090
<i>Weinmania Pubescens (Kunth)</i>	0,022	0,051
<i>Cinchona pubescens Vahl</i>	0,015	0,051
Total	65,372	149,963

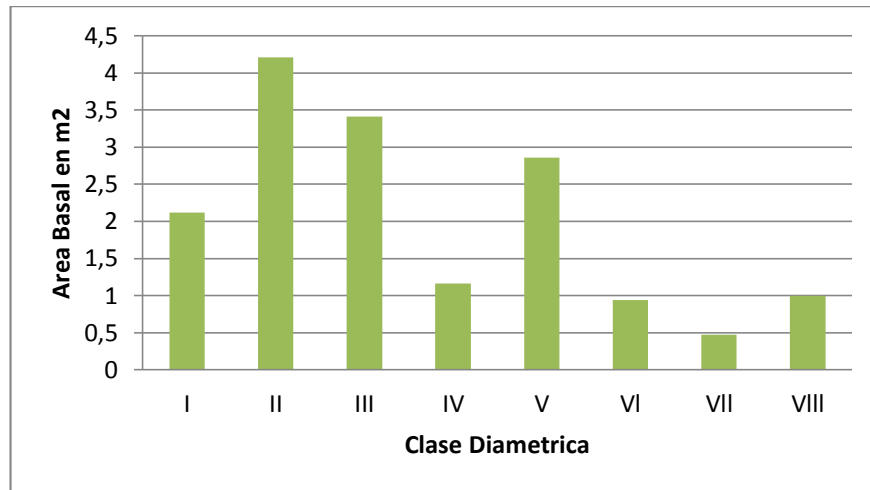
Figura 25 Volumen comercial y total por especie



En la figura anterior se puede observar que la especie con mayor porcentaje de masa forestal es el *Quercus humboldtii* Bonpl con el 91,463% seguido en menor proporción por el *Clusia multiflora* Kunth con el 4,1%.

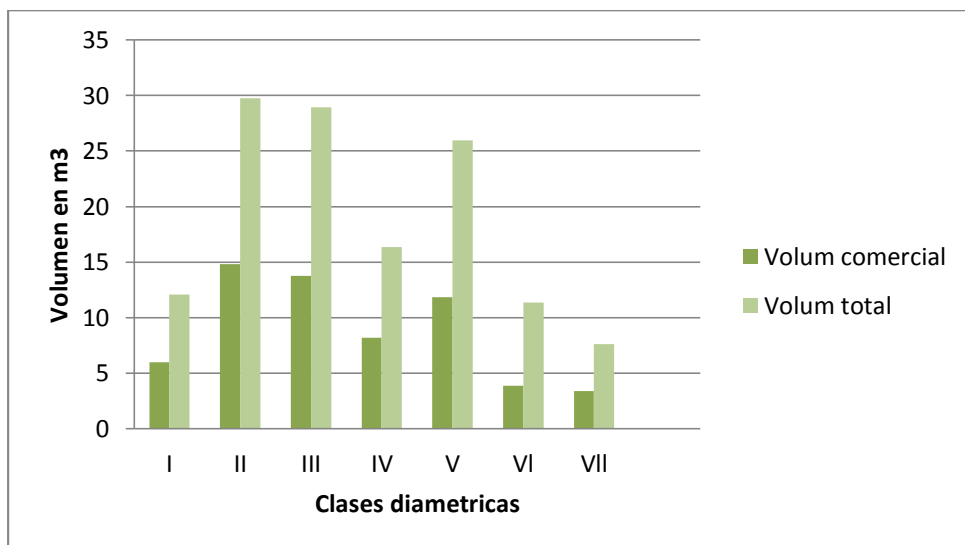
Distribución del área basal por clase diamétrica: de acuerdo con el resultados el total de área basal del bosque de roble es de 16,171 m² de los cuales la clase I está representada por solo el 13,110% mientras que en la clase II encontramos el mayor porcentaje de área basal con un 26,053% seguido por la clase III con 21,112 % y la clase V con el 17,686%. Esto refleja la mala distribución de los arboles dentro del bosque debido que se presentan arboles grandes de mayor área basal que no permiten el desarrollo de las clases diamétricas inferiores.

Figura 26 Distribución del área basal por clase diamétrica



Distribución del volumen comercial y total por clase diamétrica: según los resultados obtenidos se encontraron 132,012 m³ de volumen total en el bosque de roble de los cuales la clase I ocupa 9,144% con un total de 12,069 m³, la clase II ocupa el mayor porcentaje de volumen total con 22,540% representado por 29,756 m³ seguido por las clase III con el 21,914% representado por 28,929 m³.

Figura 27 Distribución por clase diamétrica del volumen comercial y total del bosque de roble.



Fauna asociada al bosque de *Quercus humboldtii* Bonpl

Cuadro 17 Listado de aves observadas en la microcuenca.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	LIBRO ROJO	RESOLUCION 0192	CITES	UICN
<i>Macroagelaius subalaris</i>	Cocha	CR	EN	-----	EN
<i>Odontophorus strophium</i>	Perdiz Santandereana	CR	EN	-----	EN
<i>Coeligena prunellei</i>	Colibrí negro	EN	VU	-----	VU
<i>Dendroica cérulea</i>	Reinita cérulea	VU	VU	-----	VU
<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	Cotorra montañera	VU	VU	-----	VU
<i>Odontophorus atrifrons</i>	Perdiz carinegra	VU	VU	-----	VU
<i>Aburria aburri</i>	Pava negra	NT	-----	-----	NT
<i>Eriocnemis cupreovertris</i>	Colibrí pantalón	-----	-----	-----	NT

Número de especies de aves asociadas a los bosques de roble que se encuentran en alguna categoría de amenaza según artículos de investigación. APROXIMACIÓN A LA FAUNA ASOCIADA A LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR GUANTIVA – LA RUSIA – IGUAQUE (BOYACÁ–SANTANDER, COLOMBIA).

Cuadro 18 Listado de animales observados en la microcuenca la Honda

ESPECIE	NOMBRE COMUN	HABITO	ESTRATO	NICHO TROFICO	RES	CITES	UICN
<i>Pecari tajacu</i>	Marrano báquiro	Diurnos y para descanso nocturnos	Bajo	frutos, tubérculos, invertebrados	—	—	LC
<i>sciurus aureogaster</i>	Ardilla	Diurna	alto y bajo	Frutos y Semillas	—	Apen II	LC
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	Nocturno	Medio y Alto	Nectarívoro	—	Apen I	LC
<i>Didelphimorphia</i>	Faras	Nocturno	Bajo	Carnívoro	—	—	LC
<i>Akodon affinis</i>	Ratón de hierba	Diurnos y Nocturnos	Bajo	Semillas Insectos Granos	—	Apen II	LC

6.3 FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN FORESTAL.

Teniendo en cuenta la problemática, que afecta al bosque de *Quercus humboldtii*, es de vital importancia que, la comunidad como actor social y la administración municipal, como ente encargado para velar por la conservación de los recursos naturales; tomen parte en el asunto, y promuevan la protección de la población de *Q. humboldtii* y los usos del suelo según su vocación, como acción participativa de todos. Esta mediación consistiría en la conservación y restauración del ecosistema, garantizando beneficios directos e indirectos para el desarrollo de las comunidades campesinas locales. Dicha participación debe estar ordenada mediante un plan de gestión, generado de manera participativa y fundamentada en el conocimiento técnico y científico actualizado sobre el estado de la poblacional de *Q. humboldtii* (comunidad estructural del sistema) y de su relación con los demás compartimentos del ecosistema, incluyendo el hombre. El plan de restauración forestal, deberá ser útil para planificar de forma ordenada a través del tiempo cada acción a desarrollar, en la tarea de conservación y restauración del bosque de roble en la microcuenca la Honda, y garantizar el desarrollo productivo, la supervivencia de las generaciones futuras y preservar el valor cultural de este ecosistema.

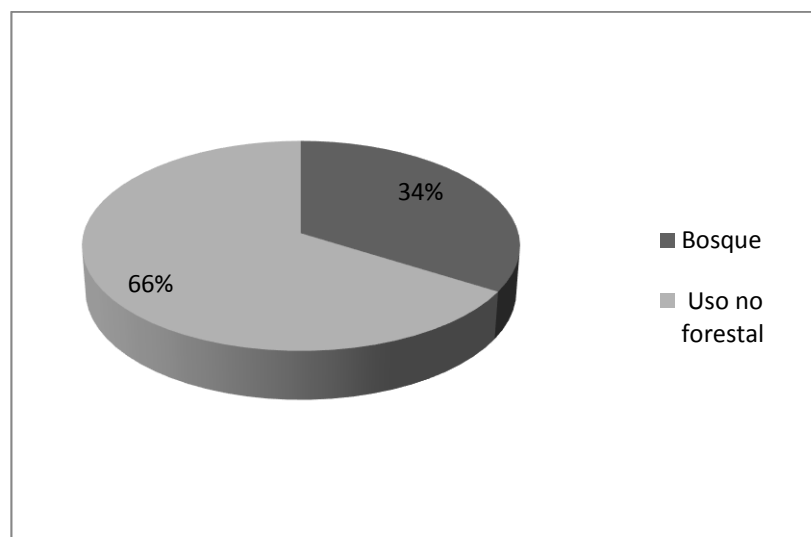
Ecosistema de referencia: para la descripción del ecosistema de referencia, se hizo la respectiva ubicación a partir de información aportada por la comunidad y con la ayuda de Google Earth; los relictos que han sido poco intervenidos dentro de la microcuenca para tener información aproximada sobre la composición florística y estructural del bosque de *Quercus humboldtii*. Para esto se realizó la evaluación de especies en bosque no intervenido además de áreas donde se presenta sucesión ecológica de más de 15 años.

En los relictos de bosque de roble *Quercus humboldtii* Bonpl existentes en la microcuenca la Honda, sirven como indicadores de la presencia y dominancia de la especie junto con otras especies asociadas. Para esto se desarrollaron los inventarios de composición florística y análisis estructural de los relictos de bosque, además de evaluar procesos de sucesión secundarias que no presentan

ningún tipo de disturbio, de tal manera que se pueda alcanzar la mayor aproximación al bosque de referencia y a la normalidad del bosque de roble.

Evaluación del estado actual: el área de la microcuenca la Honda es de 699 hectáreas, de las cuales 236,82 corresponde a cualquier tipo de cobertura boscosa. En el siguiente gráfico se relaciona el área boscosa con respecto al área total de la microcuenca.

Figura 28 Representatividad del bosque en la microcuenca la Honda



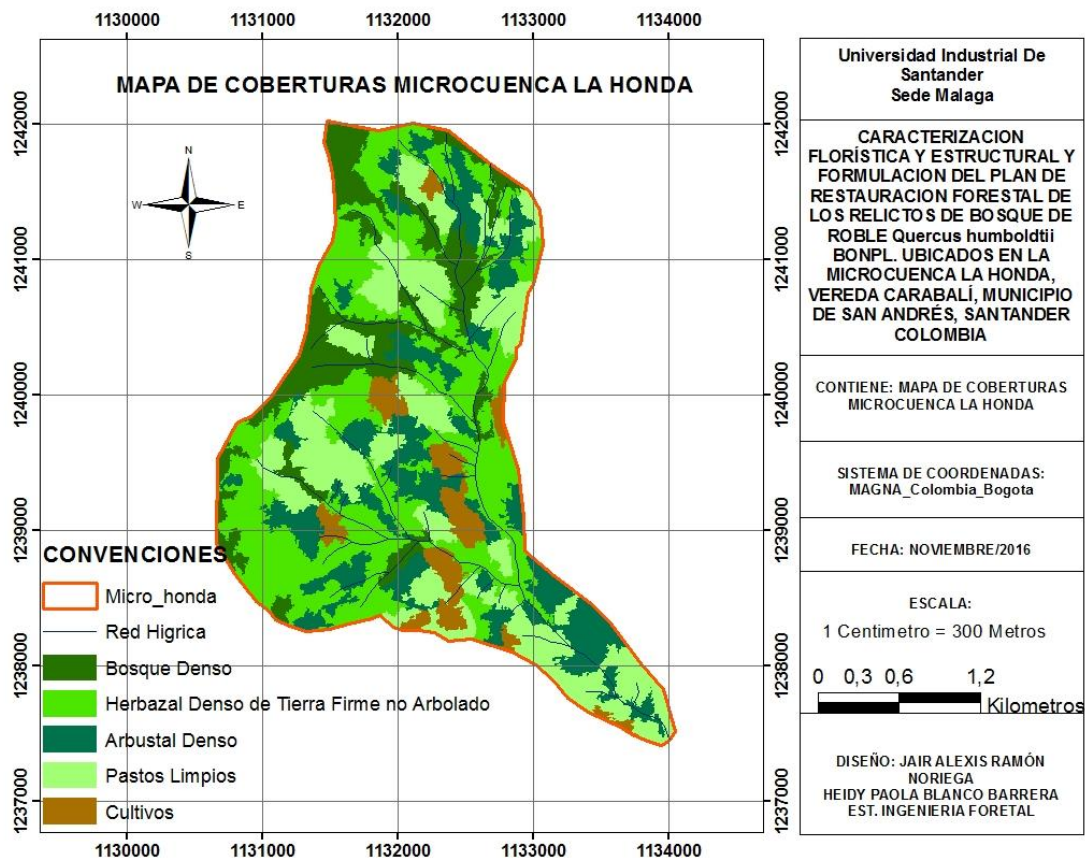
La cobertura boscosa presente en la microcuenca es alta, en comparación con otras microcuencas, donde el porcentaje de cobertura boscosa es muy bajo, no supera el 10 % del área total de la microcuenca. Sin embargo, son muy pocas las áreas dentro de la microcuenca donde se puede encontrar la asociación de *Quercus Humboldtii* debido, a que estas coberturas corresponden en su mayoría a sucesiones secundarias de diferentes edades, donde la especie en estudio, no se encuentra como especie dominante.

Definir las escalas y niveles de organización: los proyectos de restauración ecológica abarcan diferentes niveles de organización, desde poblaciones de especies y comunidades hasta ecosistemas o paisajes (Ehrenfeld 2000, Lake 2001). Desde cada nivel se definen los objetivos de trabajo dependiendo el nivel

o escala a la cual se trabajara el ecosistema. Para el bosque de roble se pretende la recuperación de la población objeto de estudio, a nivel local y nivel de especie. Se busca restaurar la especie pionera *Quercus humboldtii*, dado que presenta un bajo número de árboles y bajos índices de regeneración natural en la microcuenca la Honda.

Establecer las escalas y jerarquías de disturbio: para determinar este paso se realizaron visitas de campo con el fin de observar los disturbios naturales y antrópicos que afectan el bosque de roble en la microcuenca la Honda. Para determinar la dimensión y magnitud de disturbio se procedió a realizar el mapa de coberturas en la microcuenca.

Figura 29 Mapa de Coberturas



En la microcuenca la Honda, se presentan 5 tipos de cobertura que va desde el bosque denso con 116.48 hectáreas dominado por *Quercus humboldtii* y *Clusia multiflora*, Arbustal Denso con 87,33 hectáreas, Herbazal Denso 227.22 hectáreas, pastos limpios 198.04 hectáreas, cultivos 69.24 hectáreas

Causas de la pérdida del ecosistema boscoso: los bosques *Quercus humboldtii* se han venido perdiendo, debido a factores antrópicos como la ampliación de la frontera agropecuaria, en especial a la ganadería que tiene influencia directa sobre los relictos de bosque de roble debido a que no se encuentran protegidos del ingreso de los animales provocando un efecto de borde que aumenta la pérdida del ecosistema y en algunos casos los aprovechamientos indiscriminados de madera para uso comercial y Dendroenergético.

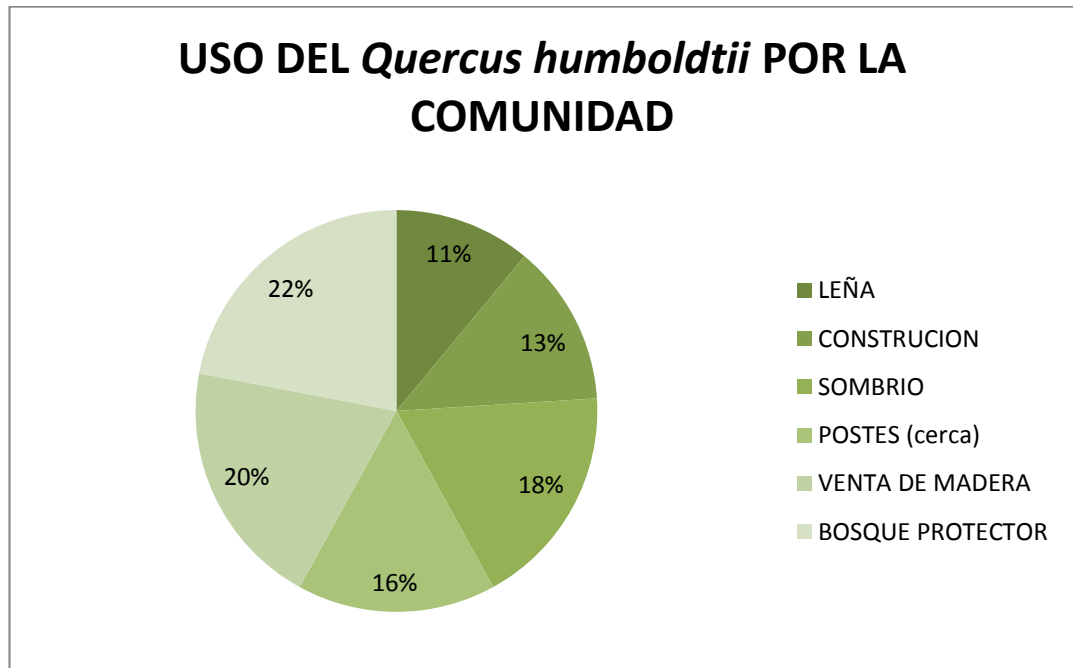
Figura 30 Causa de pérdida del ecosistema.



a). Ampliación de la frontera agropecuaria (efecto de borde)
(b y c). Aprovechamiento del bosque natural

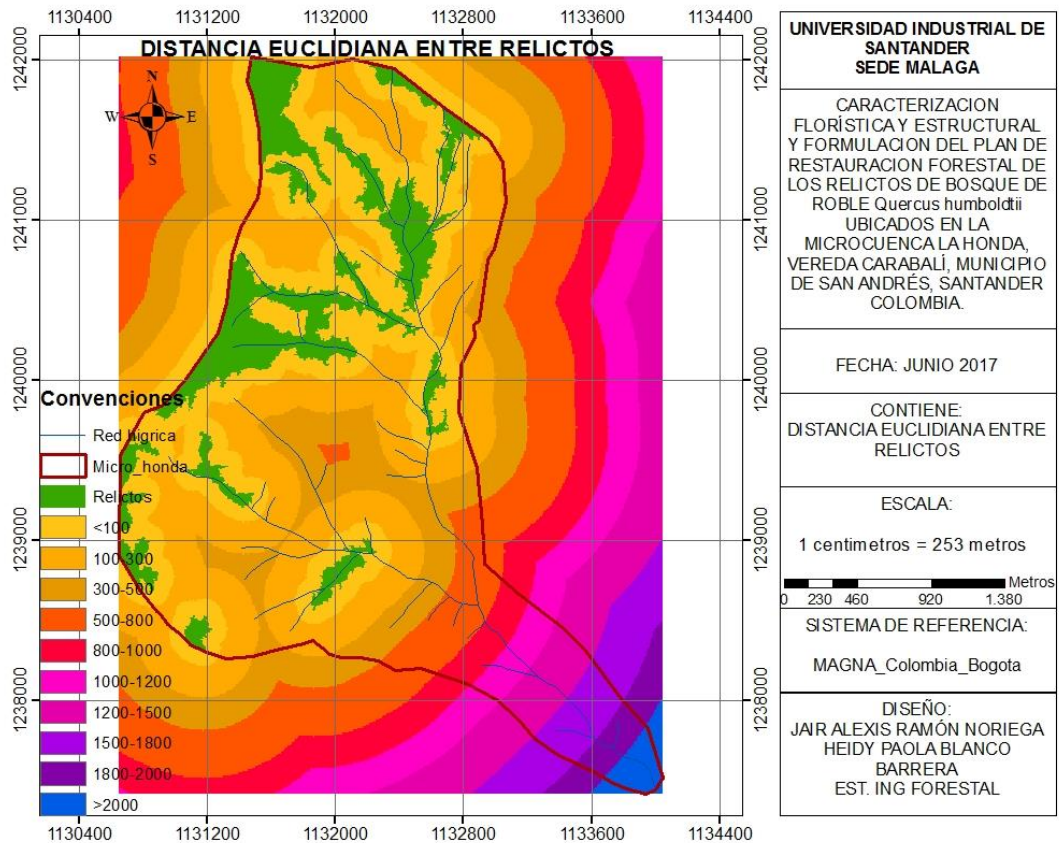
Los principales usos que se le dan al roble *Quercus humboldtii* en la microcuenca la Honda son: poste para cerca, leña, sombrío de animales, construcción (formaletas y vigas para casas), venta de madera, bosque protector (protector de suelos y protección de nacimientos).

Figura 31 Utilización del roble por la comunidad



A partir de la distancia euclidiana se determinó la distancia entre relictos que es de 100 metros para los relictos más cercanos y de 500 a 800 metros para los relictos más lejanos dentro de la microcuenca. Con lo anterior se establecieron las posibles rutas de conectividad estructural entre relictos utilizando la red de drenajes como vías más propicias para lograr dicha conectividad estructural y las áreas en las que se encuentra procesos sucesionales.

Figura 32 Distancia euclidiana entre relictos



Consolidar la participación comunitaria: en el proceso de acción participativa con la comunidad para el desarrollo de la restauración ecológica, se trabajaron talleres y charlas, sobre el valor de proteger y conservar los ecosistemas. Además de concientizar acerca del cuidado de las plantas y la importancia de la restauración forestal que, al ser un proceso a largo plazo los principales agentes para garantizar que este proceso se efectúe, son las comunidades locales.

La participación comunitaria en la microcuenca la Honda, fue de suma importancia, dado que el éxito de la restauración se logra si están involucradas las comunidades como unidad integral de todo el proceso, como promotores del conocimiento. Se trabajó con los siguientes actores:

Estudiantes escuela Alto Viento: en cabeza de la profesora Dolly Camargo y sus 13 alumnos de básica primaria; con ellos se trabajaron temas de restauración

ecológica para incentivarlos a la siembra de árboles como una medida para la protección del medio ambiente.

Figura 33 Participación comunitaria. (Estudiantes escuela Alto viento)



a y b Siembra de *durantas*
c y d Siembra de yatago (*Trichanthera gigantea*)

La siembra de árboles, se realizó alrededor de la escuela utilizando especies ornamentales como la *Duranta erecta* y una especie arbórea el *Trichanthera gigantea*. El objetivo era, incentivar a los niños a sembrar árboles y vincularlos al proceso, ya que de ello depende el éxito de la restauración forestal, y de la comunidad perteneciente al área de influencia de proyecto en la microcuenca la Honda.

Comunidad residente en el área de estudio: está conformada por 8 familias, las cuales fueron visitadas respectivamente; haciéndolos participes en la apropiación de las labores en el proceso de restauración forestal, ya que ellos son los dueños de los predios y los que realizarán el cuidado, seguimiento de

este proceso; para lo cual se llevaron a cabo visitas a cada finca, haciendo charlas educativas acerca de temas relacionados con cambio climático, problemas ambientales, protección forestal y restauración forestal, obteniéndose gratamente resultados, ya que la gente es promotora de conocimiento y saben acerca de la problemática que se está presentando, y ven estos trabajos de grado como la herramienta para empezar a buscar soluciones útiles durante el desarrollo del proceso de restauración, además aportaron conocimiento significativo de cartografía social, acerca de los cambios que se han generado en los últimos años y se describieron en forma verbal como se encontraba los relictos de bosque desde hace unas cinco décadas comparándola con el estado actual, adquiriendo conciencia y compromisos del cuidado de bosques y del manejo sostenible de las fincas.

Cartografía social de la microcuenca la Honda: en este ítem se trabajó con la comunidad residente en la microcuenca la Honda en la construcción de la cartografía social y de los cambios en el paisaje que han sufrido las coberturas a través del tiempo en el que ellos han permanecido en el sector.

Restauración forestal: se conceptualizo este término, dado que ha venido adquiriendo importancia en nuestro país, por la problemática en la degradación de los ecosistemas; y con esto concientizar a la comunidad; devolver a nuestros bosques su estructura y tratar de restablecer su estado original.

Cuidado y conservación del agua: en este tema se trató de la protección de las rondas hídricas y nacimientos presentes en zona, de la importancia del mantener la cobertura boscosa cerca de los nacimientos para garantizar la continua permanencia de los cauces.

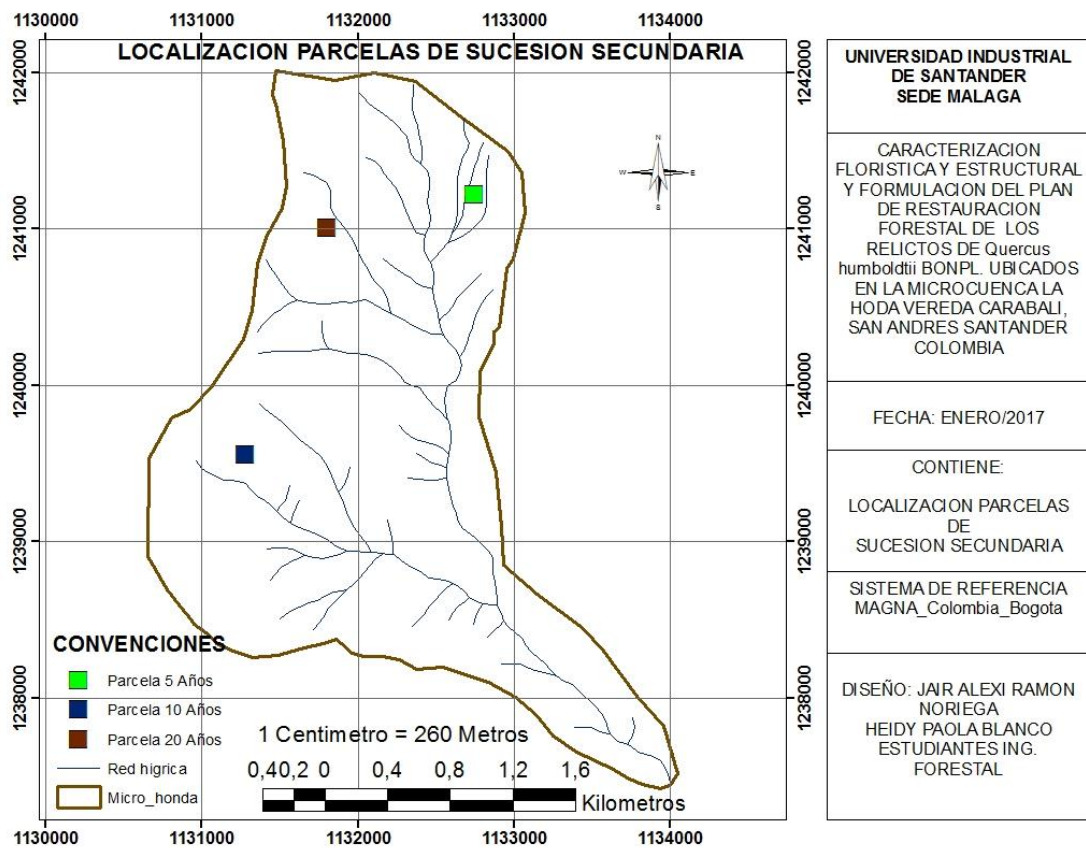
Prácticas de reciclaje: se habló del tratamiento de selección, que se les deben dar a los residuos, separando todo lo orgánico que sirve como abono o para el alimento de los animales; y el material reciclable.

Figura 34 Comunidad residente en la microcuenca la Honda.



Evaluación del potencial de regeneración: en esta fase se realizó una aproximación a las especies pioneras y a las especies de sucesión tardía, a las especies dominantes, codominantes y raras; sobre todo a las especies que potencialmente pueden ser utilizadas en experimentos y programas de restauración (Vargas, 2012). Para esto se evaluaron los procesos sucesionales de tres parcelas de diferentes edades (5,10 y 20 años) que no presentan ningún tipo de disturbio localizadas dentro la microcuenca la Honda.

Figura 35 Localización de parcelas de sucesión secundaria.



En la evaluación de la composición florística, de la sucesión secundaria de las parcelas seleccionadas se encontraron muchas de las especies asociadas al bosque de roble, donde la especie en estudio no es dominante en ninguna de las diferentes edades sucesionales. Sin embargo, se encuentran especies representativas subserales del robledal, según lo expuesto (protocolo distrital <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/200413/PROTOCOLO+DISTRITAL+SDA.pdf>) que son las especies pioneras denominadas priserales como *Miconia sp* y especies del subseral como lo son el *Myrsine guianensis* y el *Weinmania pubescens* con un alto índice de representatividad.

Cuadro 19 Evaluación de la sucesión secundaria.

Nombre común	Familia	Genero	Nombre científico	Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	IVI
Aguanoso	ICACINACEAE	<i>Citronella</i>	<i>Citronella sp</i>	1	4,348	33,33	6,666	0,02496	9,574	20,588
Gaque	CLUSIACEAE	<i>Clusia</i>	<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	1	4,348	33,33	6,666	0,00815	3,126	14,140
Michigo	ESCALLONIACEAE	<i>Saxifragacea</i>	<i>Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	5	21,739	100	20,001	0,06783	26,022	67,762
Melastomatacea	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	<i>Miconia sp</i>	1	4,348	33,33	6,666	0,00421	1,615	12,629
Laurel	MYRICACEAE	<i>Morella</i>	<i>Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur</i>	4	17,391	100	20,001	0,03920	15,038	52,430
Cucharo	MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	5	21,739	100	20,001	0,05028	19,287	61,027
Roble	FAGACEAE	<i>Quercus</i>	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	1	4,348	33,33	6,666	0,00920	3,529	14,543
Cacaito	<i>Sp1.</i>	<i>SG1</i>	<i>SF1</i>	1	4,348		0,000	0,00716	2,748	7,095
Orejas de ratón	<i>Sp2.</i>	<i>SG2</i>	<i>SF2</i>	1	4,348	33,33	6,666	0,00258	0,989	12,003
Encenillo	CUNONIACEAE	<i>Weinmania</i>	<i>Weinmania Pubescens (Kunth)</i>	3	13,043	33,33	6,666	0,04711	18,072	37,782
				23	100	499,98	100	0,26067	100	300

Las especies con mayor índice de valor de importancia son: el michigo *Escallonia paniculata* y el cucharo *Myrsine guianensis* con el 21,7% encontradas en las parcelas de sucesión secundaria de 10 y 20 años seguido por el laurel *Morella pubescens* con el 17,4% y el encenillo *Weinmania pubescens* con el 13% que son especies precursoras del robleal.

Tensionantes de la restauración: los tensionantes o barreras de la restauración se entienden como todos esos factores que impiden o limitan la restauración del bosque de *Quercus humboldtii*. Los tensionantes encontrados en la microcuenca la honda son ecológicos y sociales.

Tensionante ecológico: tensionantes relacionados con la dispersión de las plantas causado por la fragmentación del bosque, que se encuentran en límites con los potreros donde los dueños de estos predios no ejercen ningún control que impida que los animales estén en contacto permanente con el bosque además de la ausencia de corredores entre relictos que permitan su conectividad estructural.

Tensionantes relacionados con el establecimiento de las plantas: tensionantes relacionados con la persistencia de las plantas. Los factores que afectan en este ciclo a las plantas en la microcuenca la Honda son bióticos y sociales. Dentro de los bióticos están las plagas como las termitas que causan barrenación a las semillas y hongos del genero *Phytophthora* causante del amarillamiento de las hojas y muerte de muchos árboles de *Quercus humboldtii*.

Figura 36 Especie de termita encontrada en las semillas de *Quercus humboldtii*.



Dentro de los factores sociales, están la expansión de la frontera agropecuaria que a pesar de haber un alto porcentaje en la cobertura de matorral y herbazal denso con 227,22 hectáreas, los propietarios no permiten el aislamiento de estas áreas consintiendo el ingreso del ganado causando interrupción de las funciones del bosque natural como de los procesos de sucesión natural.

Figura 37 Barrera social.



En la figura anterior se puede observar que no existe ningún tipo de barrera (cerca de púas, cercas vivas) que impida la transición entre el bosque de roble y las áreas destinadas al pastoreo del ganado siendo éste el principal tensionante que presenta la especie de *Quercus humboldtii* en la microcuenca la Honda.

Seleccionar las especies adecuadas para la restauración: teniendo en cuenta las características de los bosques altoandinos, en referencia a las variaciones de la precipitación en cuanto a la altitud, se pueden presentar cambios asociados a variaciones florísticas y cambios en los horizontes orgánicos;(Grubb 1977, Hernández y Sánchez (1992), Álvarez *et al.* (1997), Etter 1998, IAvH (2000), Cavelier *et al.* 2001, Rodríguez *et al.* 2006.)

De acuerdo a estas características y al potencial de regeneración, se seleccionaron las especies más importantes, que pueden ser de gran utilidad en los sitios que se van a proyectar para realizar la restauración (Rodríguez y Vargas, 2007.), se seleccionaron las siguientes especies: *Escallonia paniculata*, *Weinmannia pubescens*, *Myrsine guianensis*, *Clusia multiflora*, y como especie pionera el *Quercus humboldtii*.

Las diferentes edades sucesionales, hacen que pueda acelerarse el proceso de desarrollo del ecosistema, en la dirección de una mayor productividad.

Estas especies a implementar, constituirían una mayor cobertura boscosa para un futuro, produciendo un cambio favorable en el ambiente con un efecto multiplicativo de las mismas.

Propagación de especies: para la propagación de especies se tuvo en cuenta el sistema de reproducción de la especie que en el caso del roble *Quercus humboldtii* se realizó por semillas y el desarrollo de plantas extraídas de su medio natural (bosque) para ser trasplantadas a bolsas plásticas para esto se construyó un vivero transitorio en el sitio utilizando materiales de la zona como madera (tablas) y postes de *Juglans neotropica* de dimensiones de 1.2x3 metros (3.6m²). El piso del vivero se desinfecto y desparasito utilizando fungicida e insecticida con el fin de evitar la presencia de himenópteros y la proliferación de hongos.

El objetivo es acelerar el proceso ahorrando el tiempo de las primeras etapas de desarrollo y de esta manera incorporarlas al vivero para adaptarlas y posteriormente llevarlas a campo para realizar el trasplante involucrando en esta actividad a la comunidad residente en la microcuenca la Honda. La extracción de las especies se debe hacer con mucho cuidado tratando de causar el menor daño posible al sistema radicular de las plantas y durante los primeros meses aplicar riego continuo debido a que las plantas sufren estrés al ser trasplantadas de su sitio original presentando síntomas como amarillamiento de las hojas, pérdida del follaje y si el estrés es muy severo se puede presentar hasta la muerte.

Figura 38 Manejo de vivero transitorio para propagación de especies.



a) Establecimiento de vivero transitorio. b) Sustrato utilizado en el llenado de bolsas. c) Llenado de bolsas y d) Embolsado.

El material vegetal proveniente de la regeneración natural del bosque de *Quercus humboldtii*, se trasplanta a bolsas plásticas de un kilogramo que se ubicaron en el vivero para su proceso de adaptación por dos meses. Las semillas utilizadas para la germinación fueron recolectadas de árboles en buen estado con frutos y seleccionando semillas de buena calidad visual el 50 % fueron

sometidas a inmersión en agua por 12 horas las demás no se les aplicó ningún tipo de tratamiento.

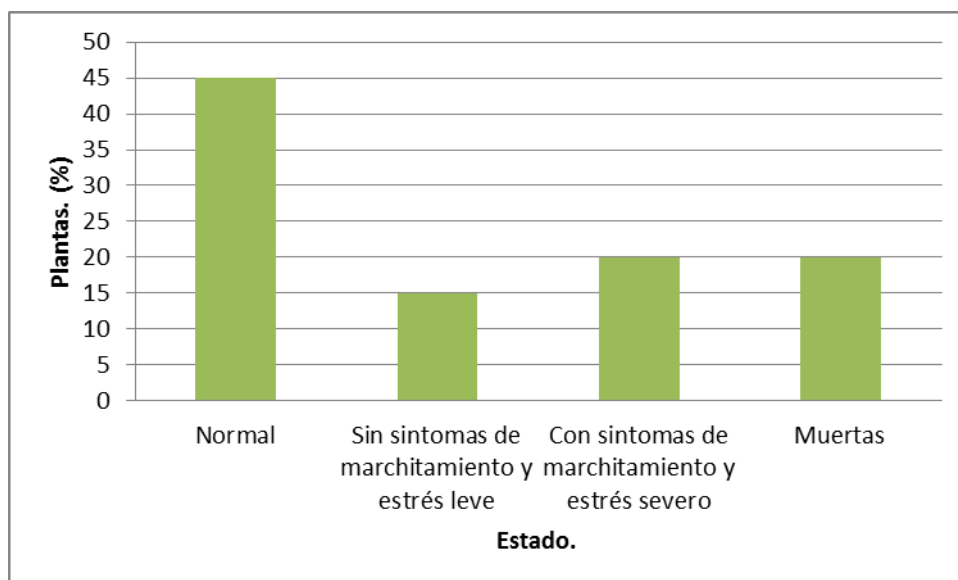
Figura 39 Establecimiento de las plantas en el vivero.



a) Plantas extraídas del bosque natural. b) Plantas trasplantadas a bolsas. c) Germinador. d) siembra de semillas de *Quercus humboldtii*

Al finalizar el proceso, se evaluó el porcentaje de semillas de *Quercus humboldtii* germinadas de las cuales solo el 10% germinaron al mes de siembra sin embargo, la observación se continuo por dos meses más sin ningún éxito. El crecimiento de las plántulas trasplantadas fue muy lento solo de 1,71 centímetros en dos meses donde el 40% de las plantas no presentaron síntomas de estrés, 10 % presentaron marchitamiento y amarillamiento de las hojas y el 50% de las plantas extraídas no se adaptaron. Las plantas que sobrevivieron fueron tomadas para el establecimiento de una parcela demostrativa.

Figura 40 Estado de las plantas de *Quercus humboldtii* Bonpl después de dos meses.



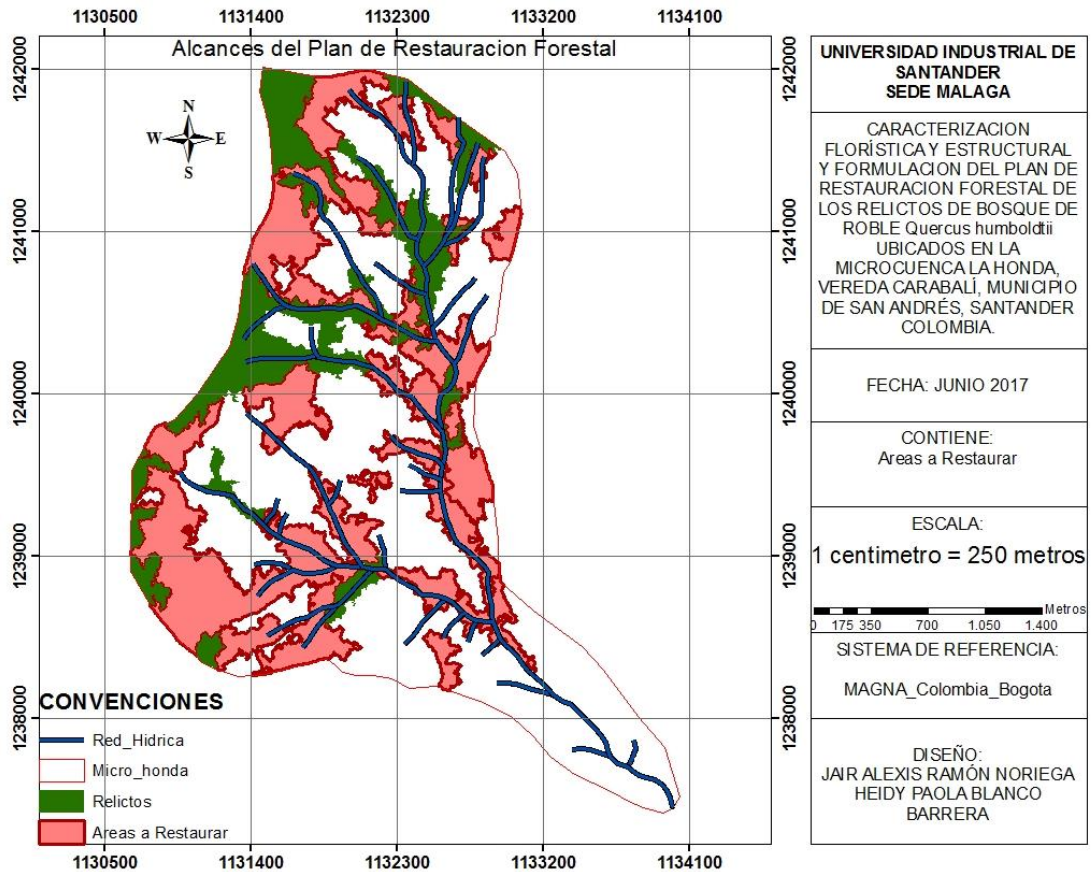
Selección de sitios: los sitios potenciales para la restauración fueron seleccionados con la ayuda de la comunidad residente de la microcuenca la Honda, quienes identificaron plenamente donde se encontraba ubicada la especie antes de presentarse los disturbios. Se realizaron visitas a campo donde se hizo una calicata para medir la profundidad efectiva del suelo, el pH y los horizontes.

Figura 41 Calicata en sitios potenciales para la restauración de *Quercus humboldtii* Bonpl.



Los sitios seleccionados con la ayuda de la comunidad abarcan un total de 245.8 hectáreas distribuidas en áreas donde se encuentran procesos sucesionales que además permiten la conectividad estructural entre los relictos de bosque de roble existente en la microcuenca la honda además de 30 metros a cada lado de los tributarios. Estos suelos presentan una profundidad efectiva de 20 a 30 centímetros siendo suelos poco profundos pero que no presentan ningún problema en el desarrollo del *Quercus humboldtii* al ser una especie que prospera muy bien en este tipo de terrenos según lo expuesto por (Lozano y torres 1974, Marín y Córdoba 1997, Pacheco y Pinzón 1997, Galindo et. al 2003, Nieto & Rodríguez 2004 citado por Aguilar.

Figura 42 Alcances del Plan de Restauración Forestal



El pH del suelo es de 5,5 y 6 que son suelos ácidos óptimos para el desarrollo del Roble, la profundidad por horizontes observada es de 20 centímetros del horizonte A y 60 centímetros del horizonte B con alta presencia de rocas sueltas sedimentarias. Suelos de textura franco-arenosa de color gris amarillento.

Establecimiento de una parcela demostrativa: teniendo los sitios seleccionados se procedió a establecer una parcela demostrativa en campo para dar inicio al proceso de restauración forestal vinculando a la comunidad presente en la microcuenca la Honda como principales actores del éxito o fracaso del proceso de restauración. El número de árboles calculado para una hectárea es de 608 árboles partiendo del número de árboles encontrados en el análisis de la composición florística y del coeficiente de mezcla que para los relictos evaluados es de 0,042 lo cual indica una distribución de 24 árboles por cada especie encontrada. El establecimiento de las plantas se hizo en una parcela de 10x20

metros en una cobertura dominada por pastos sembrando especies tempranas como el *Miconia sp* y *piper sp* encontradas en la parcela de sucesión de 5 años junto con la especie dominante en este caso el *Quercus humboldtii* y el *Myrsine guanensis* disponiendo las plantas al tres bolillos con un distanciamiento de 3x3 metros, el trazado se realizó teniendo en cuenta la topografía del terreno realizando el respectivo estacado para luego proceder al ahoyado y siembra de las plantas.

Figura 43 Establecimiento de la parcela demostrativa con ayuda de la comunidad.



a) Desplazamiento al sitio seleccionando. **b)** Trazado (estacado). **c) y d)** Ahoyado. **e)** Siembra. **f)** Vinculación de la comunidad al proceso de restauración.

Diseño de acciones para la restauración: durante esta etapa se plantearon las acciones que se llevaran a cabo al inicio del proceso de restauración. Estas acciones se plantearon de acuerdo a los tensionantes y disturbios encontrados durante la visita a campo.

De los más comunes aplicados en restauración ecología recomendados por Vargas 2007 están:

Las principales acciones utilizadas son:

- Conservación de remanentes de ecosistemas naturales, para lo cual se les propuso el cerramiento de los relictos de bosque de *Quercus humboldtii* con el fin de aislarlos utilizando cercas vivas con especies de la zona.
- Enriquecimiento del bosque secundario con especies representativas del bosque natural evaluado en la microcuenca la honda que no están presentes manejando el mismo coeficiente de mezcla que en el estudio para acelerar el proceso buscando vincular la especie desde etapas más tempranas de la sucesión.
- Enriquecimiento del bosque secundario con la especie en estudio para acelerar el proceso buscando vincular la especie desde etapas más tempranas de la sucesión.
- Ampliación de parches de bosque de ribera. Para esto se plantea la protección de las fuentes hídricas 30 metros a lado y lado del cauce principal.
- Incremento de la conectividad estructural a través de la formación y restauración de corredores biológicos.
- Cercas vivas mixtas en las fincas y ganadería sostenible. Implementar cercas vivas en los linderos de los potreros para crear corredores ecológicos que permitan la conectividad estructural de los relictos.
- Mantenimiento y siembra de árboles dispersos en los potreros. Para la propagación de semillas y material vegetal.

7. CONCLUSIONES

Al encontrarse interacción, entre los factores biofísicos y los procesos sucesionales de la especie roble (*Quercus humboldtii*), puede preverse una alteración en los ciclos de crecimiento conforme se alteren los factores climáticos y antrópicos. Aunque se conoce que la especie se localiza en un amplio rango de ecosistemas y rangos climáticos, la incertidumbre sobre su capacidad de adaptación al cambio genera nuevas preguntas sobre su conservación y necesidad de seguir trabajando en temas de adaptación al cambio climático y la protección de áreas naturales.

De acuerdo al inventario y al análisis estructural del bosque, se encontró que las especies de mayor presencia son: roble (*Quercus humboldtii*), seguido de gaque (*Clusia multiflora*) y el cucharo (*Myrsine guianensis*) con un índice de valor de importancia ampliada (I.V.I.A) de 309.930, 59.067 y 25.5 respectivamente, en cuanto al estado de latizal y brinzal indica que este bosque se encuentra en un proceso sucesional.

Los bosques de roble albergan gran cantidad de fauna lo cual los convierte en coberturas de importancia ecológica para las especies reportadas, pero si se continúa con la intervención antrópica y fragmentación del bosque denso se puede estar generando una alta degradación lo que ocasiona migración o eliminación de especies animales con alto valor de importancia ecológica.

La conservación del bosque de roble es un propósito nacional, en consideración a su estado de amenaza y pérdida, que acarrea con sigo la afectación a los aportes en bienes y servicios ambientales, por lo que es necesario plantear y ejecutar programas de restauración forestal en estos bosques de la región andina para mitigar los impactos ambientales que se han generado ratificando así la necesidad de conservarlos.

8. RECOMENDACIONES

Incluir a las diferentes entidades gubernamentales y competentes en el tema, para asegurar la conservación de los bosques altoandinos, ya que estos además de tener un potencial económico alto, también tienen un mayor valor ambiental; la conservación del *Quercus humboldtii* asegura a su vez la preservación de otras especies de fauna y flora que habitan o transitan por estos bosque.

Controlar las intervenciones antrópicas en estos bosques en cuanto a procesos de exploración y tala de árboles porque se disminuiría su potencial de producción, lo cual afectaría la biodiversidad que albergan estos bosque perjudicando tanto a fauna como a flora de estos sistemas, además la misma especie se vería afectada en su proceso de regeneración.

Delimitación del área perteneciente a la microcuenca por medio de cercas de alambre de púas, ya sea por parte de los dueños de los predios aledaños o de las entidades a cargo del manejo de recursos naturales referentes a la microcuenca, para limitar el acceso de los bovinos a la zona del ecosistema boscoso, y así permitir la dinámica de regeneración natural del robledal.

Es de vital importancia que la Administración Municipal de San Andrés y las entidades a cargo ejecuten el Plan de Restauración Forestal incluyendo a la comunidad en su desarrollo generando conciencia sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales y el uso adecuado de los mismos, realizando jornadas de capacitación en las labores de restauración, protección y manejo de los recursos naturales, para que la población sea promotora del conocimiento y se apropien de las labores que estas requieren.

Hacer énfasis, en la realización de estudios del comportamiento de los bosques riparios, ya que son ecosistemas muy importantes por su cobertura boscosa que

brinda protección al suelo, el recurso hídrico, regulación del clima, y albergue de muchas especies de fauna.

Las especies apropiadas y con mayor probabilidad de involucrarse en el proceso de restauración son: *Escallonia paniculata*, *Clusia multiflora*, y como especie pionera el *Quercus humboldtii*; las diferentes edades sucesionales, hacen que pueda acelerarse el proceso de desarrollo del ecosistema, en la dirección de una mayor productividad.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR GARAVITO, Mauricio. Plan de restitución poblacional de *Quercus humboldtii* bonpl. En la reserva forestal protectora el robledal, Cundinamarca-Colombia. [En línea]. Cundinamarca: Universidad Alcalá de Henares. 2016. 32p. [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <https://reintroduction.wikispaces.com/file/view/Din%C3%A1mica+Poblacional+de+Quercus+humboldtii+en+la+Reserva+Forestal+Protectora+El+Robledal+5-13.pdf>

ARMENTERAS, D. , *et al.* Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. En: Asociación Española de Ecología Terrestre. Enero-Abril, 2018, vol.25 no.2., 97p.

AVELLA MUÑOZ, Andrés. Los bosques de robles (fagáceas) en Colombia: composición florística, estructura, diversidad y conservación. Tesis de Doctorado en Ciencias Biología Línea de Biodiversidad y Conservación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2016, 388p.

AVELLA MUÑOZ, Andrés y CÁRDENAS CAMACHO Luis Mario. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En: Revista Colombia Forestal. Junio, 2010, vol.13 no.2., 30p.

BIODIVERSIDAD MEXICANA. Corredores biológicos [en línea] México D.C.: Biodiversidad Mexicana, 2017. 1p. [Consultado en Julio de 2017] Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/quees.html>

BIODIVERSIDAD MEXICANA. Fragmentación. [en línea] México D.C.: Biodiversidad Mexicana, 2017. 1p. [Consultado en Julio de 2017] Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/fragmentacion.html>

BURGOS NAÑEZ, Amalia. Fenología del Roble Blanco (*Quercus humboldtii*) en Bosques Naturales del Macizo Colombiano, Municipio de Pitalito. [En línea]. Huila: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2015. 44p. [Consultado en Mayo de 2017]. Disponible en: <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3404/1/Amalia-Burgos-40081747.pdf>

CARVAJAL LANDINEZ, Francly Milena. Estructura y composición florística de un bosque de Roble *Quercus humboldtii* Bonpl en la reserva natural “paramo, la Floresta” Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguies, Santander, Colombia. Trabajo de Grado Biología, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología 2007. 74p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1974, no. 34243. 1p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 2 (16, diciembre, 1959). Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1959. 1p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1993. 94p.

FERNANDEZ, Ever Antonio. Producción y viabilidad en semillas de roble blanco (*Quercus humboldtii*) en bosques del Macizo Colombiano, sur del departamento del Huila. [En línea]. Huila: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014. 49p.[Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=%2Fbitstream%2F10596%2F2468%2F1%2F12232598.pdf>

GARAVITO GUERRERO, Amalia y BOSSA CÁRDENAS, Raúl Fernando. Plan de conservación del *Quercus humboldtii* en la jurisdicción CORPOGUAVIO. [En línea]. Caldas: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2016.87p. [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3762/1/GaravitoGuerreroBeatrizAmalia2016.pdf>

GONZÁLEZ MELO, Andrés y PARRADO ROSSELLI Ángela. Diferencias en la producción de frutos del Roble *Quercus humboldtii* Bonpl en dos bosques andinos de la cordillera Oriental Colombiana. En: Revista Colombia Forestal, 2010. nro.13. 162p.

JAIMES FLOREZ, Oliva y HERNADEZ RAMIREZ Ruben. Formulación del Plan de Restauración Forestal de la Asociación de Colorado (*polylepis quadrijuga bitter*), en la Microcuenca Aguatendida, Municipio de Carcasí, Santander, Colombia. Tesis de grado en ingeniería forestal. Málaga. Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal, 2016. 250p.

JARAMILLO J., Daniel F. Introducción a la ciencia del suelo. [en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. 715p. [consultado en enero 2017] disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

MELO CRUZ, Omar y VARGAS RIOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, 2003. 222p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2015. 92p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política Nacional De Biodiversidad. [en línea] Bogotá: El Ministerio, 2016. 34p. [Consultado en julio de 2017] Disponible en:http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Politica-Nacional-de-Biodiversidad/politica_nacional-biodiversidad.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas [en línea]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. 92p. [Consultado septiembre 2016]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/images/Bosques>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Estado y tendencias de la Ordenación Forestal en 17 países de América Latina por Consultores Forestales asociados de Honduras (FORESTA). [En línea]. Roma, Italia: FAO. 2004. 110p. [Consultado en enero de 2017]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/j2628s/J2628s00.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Los bosques y la evolución del mundo moderno: La sostenibilidad, un valor duradero. [Online] Roma, Italia: FAO, 2012. 64p. disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Ecosistemas de los bosques tropicales. [en línea] Madrid, España: UNESCO, PNUMA, FAO, 1998. 163p. [Consultado en septiembre de 2016]. Disponible en: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/00000393>

QUINTANA MORALES, Paulo. Fragmentación del ecosistema un problema ecológico, político y social. [en línea] Veracruz, México: Universidad Veracruzana, 2017. 1p. [Consultado en julio de 2017] Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/fragmentacion/>

TARAZONA SANDOVAL, Diego Fernando y RAMON NORIEGA, Jair Alexi. Análisis biofísico de la microcuenca Quebrada la Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, Santander, Col. Trabajo de Campamento Ingeniería Forestal Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal, 2015. 83p.

THOMPSON I. Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. En: Unasyuva, 2011, vol.62 no.2., 74p.

TRIANA GOMEZ, Max Alejandro y LOPEZ VALENCIA Otoniel. Plan para el manejo ambiental de la microcuenca "Quebrada La Resaca" municipio de Belén de los Andaquíes Caquetá. [En línea]. Florencia, Caquetá: Ministerio del Medio Ambiente. 1998. 165p. (Recuperado en 13 mayo 2017.) Disponible en: [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD172%2091/pd%20172-91-4%20rev%20\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD172%2091/pd%20172-91-4%20rev%20(F)%20s.pdf)

VARGAS RIOS, Orlando, *et al.* Guías técnicas para restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia [En línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012. 131p. [Consultado en enero de 2017]. Disponible en:http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf

VARGAS RÍO, Orlando y REYES B. Sandra Paola. La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. [En línea]. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2011. 633p. (Recuperado en 12 mayo 2016.) Disponible en: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf