

**ANALISIS DE LA COMPOSICION FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE
RELICTOS BOSCOSOS UBICADO EN LA FINCA PANTANO HONDO DEL
MUNICIPIO DEL SAN MIGUEL, SANTANDER, COLOMBIA.**

**EDDY JOHANA CALDERON MESA
FRANCY NORELLY CARVAJAL BARRERA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACIONA A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MALAGA
2017**

**ANALISIS DE LA COMPOSICION FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE
RELICTOS BOSCOSOS UBICADO EN LA FINCA PANTANO HONDO DEL
MUNICIPIO DEL SAN MIGUEL, SANTANDER, COLOMBIA.**

**EDDY JOHANA CALDERON MESA
FRANCY NORELLY CARVAJAL BARRERA**

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

**Director
DORA ANGELICA MACHUCA
Ing Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACIONA A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MALAGA
2017**

DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la vida, la salud y sobre todo por permitirme compartir todos mis logros con mis familiares y amigos, a mis padres **ALIRIO** y **ARGELINA** por ser mi apoyo incondicional y mi motivación para afrontar todos mis retos, a mis hermanos **ELIZABETH** y **CRISTIAN FABIAN** por su ayuda, consejos y apoyó en los momentos difíciles, a mis sobrinos **GABRIEL** y **JESUS STIVEN** por alegrar mi vida y ser mi más grande inspiración, a mi compañera de proyecto **FRANCY NORELLY** por su colaboración y positivismo en las dificultades, a mis compañeros, amigos y familiares quienes siempre me dieron su apoyo, consejos, palabras de ánimo en los problemas y ayuda para lograr todos mis objetivos.

EDDY JOHANA

A mi mamá Martha Barrera por ser mi guía y apoyo incondicional, por cada uno de sus esfuerzos para que sea posible éste sueño.

A mis hermanos Alejandra, Jhonatan y Cristian, a mi sobrino Andrés, por su confianza, cariño, paciencia y apoyo durante este recorrido.

A mis amigas Oliva, Viviana por su paciencia, apoyo y positivismo durante todo este proceso.

FRANCY NORELLY

AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto dan sus agradecimientos a:

Nuestras familias sin ellos no hubiese sido posible este logro.

Nuestra directora de proyecto, Ingeniera Dora Angélica Machuca por su dedicación y apoyo brindado durante el desarrollo del mismo.

La Universidad industrial de Santander, a cada uno de sus profesores que hicieron parte de nuestra formación académica, al Ingeniero Marlon Julián Castañeda que nos ayudó durante el desarrollo del mismo.

Al señor Luis Jesús León propietario de los predios donde se desarrolló el proyecto gracias por el su colaboración.

A los Ingenieros Herwin Ramiro Roa y José Manuel Mariño por sus observaciones.

A todas aquellas personas que estuvieron presentes durante este proceso brindando su apoyo.

EDDY JOHANA Y FRANCY NORELLY

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	20
1. PROBLEMA	22
1.1 Descripción del problema	22
1.2 Planteamiento del problema	22
2. JUSTIFICACION	24
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. MARCO REFERENCIAL	27
4.1 MARCOHISTÓRICO.	27
4.1.1 Bosques en Latino América.	27
4.2 MARCO TEÓRICO.	28
4.2.1 Evaluación estructural de ecosistemas boscoso.	28
4.2.2 Estructura Vertical.	28

4.2.3 Estructura horizontal.	28
4.2.4 Inventarios forestales.	29
4.2.5 suelos.	30
4.2.6 Fauna.	30
4.2.7 Recurso hídrico.	30
4.2.8 Características de las especies.	30
4.3 MARCO CONCEPTUAL.	33
4.3.1 Composición florística.	33
4.3.2 Inventario forestal.	33
4.3.3 Ecosistema.	33
4.3.4 Granulometría.	33
4.3.5 Cuenca hídrica.	34
4.3.6 CITES.	34
4.3.7 Bosque alto andino.	34
4.3.8 Degradación.	34
4.3.9 Conservación.	34
4.3.10 Biodiversidad o diversidad biológica.	34
4.3.11 Servicios eco sistémicos.	34
4.3.12 Factores climáticos.	35

4.3.13 Factores edáficos.	35
4.4 MARCO LEGAL	35
5. DISEÑO METODOLOGICO	37
5.1 TIPO DE ESTUDIO	37
5.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO	37
5.3 MÉTODO	37
5.4 FASES DEL DISEÑO METODOLÓGICO	38
5.4.1 Fase de pre campo.	38
5.4.2 Fase de campo.	42
5.4.3 Fase de procesamiento, generación y análisis de la información.	49
6. RESULTADOS	50
6.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	50
6.2 COBERTURAS	51
6.3 PARÁMETROS A EVALUAR	53
6.4 ESTRUCTURA HORIZONTAL	54
6.4.1 Abundancia.	56
6.4.2 Frecuencia.	56
6.4.3 Dominancia.	57

6.4.4 Índice de valor de importancia (IVI).	58
6.4.5 Densidad	59
6.4.6 Coeficiente de mezcla (CM)	59
6.4.7 Patrón espacial de distribución de especies	59
6.4.8 Distribución diamétrica	60
6.5 ESTRUCTURA VERTICAL	61
6.5.1 Método cuantitativo de Ogawa.	61
6.5.2 Método cualitativo – perfil.	62
6.5.3 Distribución del área basal por clase diamétrica.	65
6.5.4 Distribución del volumen comercial por clase diamétrica.	65
6.5.5 Distribución del volumen total por clase diamétrica.	67
6.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES	68
6.6.1 Índice de Margalef (Dmg).	68
6.6.2 Índice de Shannon y Wiener (H).	68
6.6.3 índice de Simpson (D).	69
6.6.4 Índice de Menhinick (Dmn).	69
6.6.5 Estimador de Jackknife	69
6.6.6 Índice de Berger Parker.	69
6.7 LATIZAL	69

6.7.1 Abundancia.	71
6.7.2 Frecuencia.	71
6.8 REGENERACION NATURAL	72
6.8.1 Abundancia.	74
6.8.2 Frecuencia.	74
6.9 FACTORES QUE AFECTAN AL BOSQUE	76
6.10 FACTOR CLIMA	77
6.10.1 Temperatura.	78
6.10.2 Precipitación.	79
6.10.3 Unidades climáticas.	80
6.10.3.1 Unidad frio húmedo.	80
6.10.3.2 Unidad frio semi húmedo.	80
6.10.4 Evapotranspiración (etp).	80
6.11 FACTOR AGUA	81
6.12 FAUNA ASOCIADA AL BOSQUE DE ROBLE	83
6.12.1 Aves asociadas al bosque.	84
6.12.2 Mamíferos asociados al bosque.	85
6.12.3 Reptiles asociados al bosque de Roble.	86
6.13 ESTADO DEL SUELO	87

6.13.1 Perfil.	87
6.13.2 Uso actual.	88
6.13.3 Uso potencial.	90
6.13.4 Conflicto de uso.	91
6.13.5 ANALISIS DE SUELOS.	94
7. CONCLUSIONES	96
8. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXOS	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño metodológico	38
Figura 2. Diseño del inventario	40
Figura 3. Diseño de parcelas	41
Figura 4. Altura de DAP	43
Figura 5. Diseño de los puntos de monitoreo	48
Figura 6. Mapa de ubicación de la finca.	51
Figura 7. Mapa de coberturas.	52
Figura 8. Área de coberturas.	53
Figura 9. Índice de valor de importancia de la finca Pantano Hondo.	55
Figura 10. Abundancia relativa en el bosque de Roble.	56
Figura 11. Frecuencia relativa en el bosque de Roble.	57
Figura 12. Dominancia relativa en el bosque de Roble.	58
Figura 13. Índice de valor de importancia en el bosque de Roble.	59
Figura 14. Histograma de frecuencias.	61
Figura 15. Método de Ogawa	62
Figura 16. Vista frontal del Perfil cualitativo del bosque de Roble	63
Figura 17 Vista superior del perfil	64
Figura 18 Distribución del área basal por clases diamétrica	65
Figura 19. Fuste del roble <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	66

Figura 20. Distribución del volumen comercial por clase diamétrica	66
Figura 21. Distribución del volumen total por clase diamétrica.	67
Figura 22. Distribución de volúmenes por clase diamétrica.	68
Figura 23. Resumen de latizal en el bosque de roble	70
Figura 24. Abundancia relativa para latizal.	71
Figura 25. Frecuencia relativa para latizal.	72
Figura 26. Resumen del brinzal encontrado en el bosque de roble. .	73
Figura 27. Abundancia relativa para brinzal..	74
Figura 28. Frecuencia relativa para brinzal	.75
Figura 29. Especies representativas del brinzal	75
Figura 30. Factores que afectan al bosque. .	77
Figura 31 Mapa de isotermas. ..	78
Figura 32. Mapa de isoyetas...	79
Figura 33. Mapa de evapotranspiración. ...	81
Figura 34. Mapa distribución de la red hídrica dentro de la finca...	82
Figura 35. Clasificación de los afluentes...	83
Figura 36. Número de especies por familia. ..	85
Figura 37 perfiles del suelo..	88
Figura 38. Mapa uso actual. ..	89
Figura 39. Uso actual...	89
Figura 40. Mapa uso potencial...	91
Figura 41. Mapa conflicto de uso..	92
Figura 42. Conflicto de uso. ...	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos de pre- muestreo	39
Tabla 2. Cuadro resumen de estadígrafos.	39
Tabla 3. Área de coberturas..	52
Tabla 4. Familias encontradas.	53
Tabla 5. Distribución diamétrica.	60
Tabla 6. Datos de las estaciones meteorológicas.	77
Tabla 7. Listado de aves.	84
Tabla 8. Listado de mamíferos.	86
Tabla 9 Listado de reptiles .	86
Tabla 10. Resumen análisis de suelo.	94

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A.	100

RESUMEN

TITULO: ANALISIS DE LA COMPOSICION FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DE RELICTOS BOSCOSOS UBICADOS EN LA FINCA PANTANO HONDO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL, SANTANDER, COLOMBIA.*

AUTORES: EDDY JOHANA CALDERON MESA
FRANCY NORELLY CARVAJAL BARRERA**

PALABRAS CLAVES: COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, MUESTREO, BIÓTICO Y ABIÓTICO

DESCRIPCION:

La realización del análisis de la composición florística y estructural de relictos boscosos ubicado en la finca pantano Hondo del municipio del San Miguel, Santander, Colombia tiene como principal objetivo la evaluación del componente biótico y abiótico relacionado con el bosque de roble. Para la evaluación de las características florísticas del bosque se realizó un inventario forestal con un muestreo aleatorio simple recolectando la información de los individuos encontrados en las categorías de fustal, latizal y brinzal.

En cada categoría se tomaron datos como diámetro, altura y especie. Dentro de las parcelas muestreadas se reportaron 15 familias de las cuales la más representativa para las categorías de fustal y latizales es la Fagaceae con la mayoría de individuos de la especie de *Quercus humboldtii Bonpl.* El brinzal está conformado por la mayoría de especies arbustales.

La evaluación del componente abiótico (suelo, agua y clima) se realizó mediante la toma de muestras, análisis de información secundaria y generación de mapas. El componente fauna se evaluó ubicando puntos estratégicos de monitoreo para la observación de aves y el conteo de especies de mamíferos y reptiles. Para el caso de las aves se registraron 10 familias y 13 especies donde la familia más representativa es Trochilidae que comprende las especies de los colibrís y para clase de mamíferos la familia de mayor importancia fue la Sciuridae que representa la especie de ardillas.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal.
Director: Dora Angélica Machuca., Ingeniera Forestal.

SUMMARY

TITLE: ANALYSIS OF THE FLORISTIC AND STRUCTURAL COMPOSITION OF BOSCOSE RELICS LOCATED AT THE "PANTANO HONDO" FARM AT THE SAN MIGUEL TOWN IN SANTANDER, COLOMBIA*

AUTHOR: EDDY JOHANA CALDERON MESA
FRANCY NORELLY CARVAJAL BARRERA**

KEY WORDS: FLORISTIC COMPOSITION, SAMPLING, BIOTIC AND ABIOTIC.

DESCRIPTION:

The analysis done on the floristic and structural composition of forest relics located in the farm: "Pantano Hondo" in the town of San Miguel, Santander, Colombia, has as the main objective the evaluation of the biotic and abiotic component related to the oak forest. For the evaluation of the floristic characteristics of the forest, a forest inventory was carried out with a simple random sampling, collecting the information of the individuals found in the categories of fustal, latizal and brinzal trees.

In each category, data such as diameter, height and species were taken. Within the sampled plots there were 15 families reported of which the most representative for the categories of fustal and latizales is the Fagaceae with the majority of individuals of the species of *Quercus humboldtii* Bonpl. The brinzal tree is conformed by the majority of shrub species.

The evaluation of the abiotic component (soil, water and climate) was done by sampling, analysis of secondary information and generation of maps. The fauna component was evaluated by placing strategic monitoring points for bird watching and counting species of mammals and reptiles. For the case of the birds, 10 families and 13 species were registered, where the most representative family is the Trochilidae, which includes hummingbird species and for mammal types the most important family was the Sciuridae that represents the species of squirrels.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Dora Angélica Machuca., Ingeniera Forestal.

INTRODUCCION

La vegetación de los Andes y su composición florística son el producto de gran variedad de factores que han interactuado a través del tiempo. Particularmente, el levantamiento final de los Andes trajo consigo la aparición de ambientes con características que brindaron oportunidades excepcionales para los procesos de especiación y adaptación. Los ecosistemas andinos son reconocidos como uno de los principales centros de diversidad en el mundo. Esta diversidad se explica por la gran variabilidad geomorfológica y altitudinal que produce una alta complejidad de paisajes y climas, y en consecuencia, diversos tipos de bosque. No obstante, los bosques andinos son los ecosistemas forestales de Colombia más vulnerables a la conversión futura, ya que representan el 51% del área predicha a ser transformada.¹

Asimismo, a pesar que los Andes tropicales son considerados como una de las regiones más diversas del planeta gracias a su alto grado de especiación, producto de la expansión de las áreas de las especies andinas a través de los cambios ocurridos durante el Pleistoceno, actualmente la flora andina cuenta con poco conocimiento sobre los niveles de riqueza y endemismo, y los aspectos fitogeográficos han sido pobremente abordados.²

Entre los bosques andinos más representativos en Colombia están los robledales, los cuales son rodales dominados por *Quercus humboldtii* Bonpl. Un representante florístico de las regiones templadas, que además contienen una alta riqueza florística y gran potencial maderero de extracción. Por otra parte son un gran refugio para especies de fauna silvestre que en su mayoría son endémicas de la región y cuyas poblaciones se han visto reducidas por la degradación de su hábitat natural como consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola, la construcción de vías, la extracción comercial y la demanda de maderas como recurso genético.

Los bosques de roble son uno de los ecosistemas más vulnerables a la modificación por la acción del hombre; sin tener en cuenta su gran potencial ecológico y florístico. En este sentido una aproximación al conocimiento de los robledales se puede dar a partir de sus características florísticas.

¹ ETTER, Andrés; MCALPINE, Clive; WILSON, Kerrie; PHINN, Stuart; POSSINGHAM, Hugh. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. En: Revista Agriculture, ecosystems y environment. Junio, 2006, vol.114, no.2., p.369-386.

² VAN DER HAMMEN, T; CLEEF, A. M. Trigonobalanus and the tropical amphi-pacific element in the north Andean forest. En: Journal of Biogeography. Septiembre, 1983. Vol. 10, no. 5., p. 437-440.

El conocimiento sobre la flora y la vegetación relacionada con los bosques se ha incrementado en los últimos años llegando a convertirse en una herramienta importante para su manejo. Teniendo en cuenta lo anterior para la generación de estrategias de manejo y conservación de dichos ecosistemas se deben realizar estudios basados en el conocimiento de su funcionamiento y estructura, que garanticen la conservación de la biodiversidad, el manejo y la recuperación del ecosistema.

El presente estudio ha tenido como objetivo el análisis de la composición florística de un fragmento de bosque de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. Y su relación con variables ambientales para lo cual han sido determinados diferentes parámetros de su estructura horizontal y diamétrica, así como su riqueza y composición florística. Profundizando en aspectos bióticos y abióticos relacionados con el ecosistema, esto con el fin de proponer alternativa para su conservación y manejo ya que esta área ha sido degradada por consecuencia de la ganadería y la ampliación de la frontera agrícola factores que afectan la estabilidad del ecosistema.

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

³De acuerdo con el informe de la FAO, para el 2010 cerca del 49 por ciento de la superficie de América Latina y el Caribe estaba cubierta por bosques; hecho que prueba que es una de las regiones del mundo con mayores recursos forestales y, por ende, biodiversidad que puede ser aprovechada de manera sustentable.

El porcentaje citado equivale a 891 millones de hectáreas que representan el 22% del área de bosque existente en el mundo; y que se distribuyen mayoritariamente en Brasil, uno de los cinco países con mayor riqueza forestal del mundo, con 519 millones 522 mil hectáreas que representan un 13% del total mundial, y el país con la mayor extensión de bosque tropical. A este país le siguen Perú con 67 millones 992 mil hectáreas; Colombia con 60 millones 499 mil hectáreas; Bolivia que posee 57 millones 196 mil hectáreas; y Venezuela con 46 millones 275 mil hectáreas; que en total suman el 84% del área total de bosque de la región.

La finca Pantano Hondo se localiza sobre la cota 2800 ubicándose así sobre un ecosistema estratégico donde los procesos de desarrollo antrópico presentan una alta intervención en cuanto a los recursos naturales renovables, presentando así un alto nivel de deterioro, generando disturbios en la estabilidad entre oferta y demanda del recurso hídrico.

Tal situación sugiere la inmediata toma de medidas de protección, restauración y recuperación de sistemas boscosos favoreciendo así los procesos ecológicos que se desarrollan al interior de los mismos.

La creación de dichas estrategias deben ser fundamentadas en un concepto técnico desarrollado a partir del conocimiento de la conformación de los bosques, para tal fin es necesario conocer la estructura y composición de las coberturas vegetales así como los componentes que interactúan generando un criterio sólido para la adecuación de actividades que favorezcan la recuperación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se plantea la realización del análisis de la composición florística y estructural del bosque de roble como estrategia para la implementación de prácticas para su conservación y manejo adecuado; reduciendo así las amenazas de extinción de

³ ORGANIZATION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El desafío de la ordenación forestal sostenible: Perspectivas de la silvicultura mundial. Roma: FAO, 1994. P. 11-18.

dichos ecosistemas y generando alternativas para la conservación del recurso hídrico en el área. Tener un panorama claro de los recursos con los que se cuenta y así permitir la formulación e implementación de medidas adecuadas y eficaces para administrarlos de forma sostenible.

2. JUSTIFICACION

En Colombia los ecosistemas de la alta montaña son determinantes y estratégicos por su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuíferos y nacimiento de los principales sistemas hídricos de abastecimiento de la población. De acuerdo con los estimativos realizados a partir del balance hídrico, el ecosistema de alta montaña tiene un área de 4'686.751ha y cuenta con un volumen 66,5 kg³/año, que corresponde a un caudal de 2.109 m³/seg. En la alta montaña y en particular la franja entre los 3000 y 4000 msnm, se encuentran los 34 ecosistemas de páramo del país, que cubren un área total de 1'933.000 Has, y cuya función hidrológica se centra en la captación, recepción, almacenamiento y regulación del agua (Páramos y Ecosistema Alto Andino de Colombia), (IDEAM, 2002)⁴.

El municipio de San Miguel cuenta con 38,06 km² de bosque natural que corresponde al 54.03% del área total del municipio en su mayoría conformado por bosque de Roble *Quercus humboldtii Bomp*. El cual junto con coberturas como abástaes y herbazales conforman un complejo florístico de gran importancia para la zona de recargue hídrico de la microcuenca La Chorrera que abastece al municipio de Capitanejo. Para la zona de estudio no se cuenta con información de tipo técnico que permita conocer la conformación de las coberturas vegetales en la zona, lo cual presenta un precedente para desarrollar investigaciones y estudios sobre componentes biofísicos los cuales faciliten el planteamiento de estrategias participativas de recuperación de bosques. Es importante resaltar que en estos ecosistemas se encuentran especies como Roble *Quercus humboldtii Bomp*, Frailejón *Espeletia sp*, Asteráceas, Pajonales, bosque de galería, Melastomatáceas, las cuales son especies importantes en la conservación y retención de suelos.

El suelo de éste ecosistema es rico en materia orgánica, mull, lo cual hace que sea importantes al momento de la conservación y protección de la flora presente, además el ecosistema presta otras servicios ambientales como captación de Co2, paisaje, zona de recargue hídrico, ofrece un hábitat para la fauna nativa.

El levantamiento de información primaria permitirá obtener una base de datos cuantitativos y cualitativos de los recursos presentes y con ello poder formular estrategias de recuperación y preservación de los mismos, haciendo procesos de diseminación, dispersión, reconexión de parches boscosos rehabilitación de

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestion Integral del Recurso Hidrico [online]. Bogota, Colombia: El Ministeriol, 2010. p. 124 [Consultado julio 2015]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_Gesti%C3%B3n_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf

suelos, conservación de aguas, ofreciendo un hábitat menos perturbado para la fauna presente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de la composición florística y estructural de la cobertura boscosa ubicado en la finca pantano Hondo del municipio del San Miguel, Santander, Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desarrollar el pre muestreo en el área boscosa con el fin de determinar las especies presentes en la zona.

Ejecutar el inventario forestal de acuerdo a lo planteado.

Realizar un análisis de suelos para determinar propiedades físicas y químicas, así como calcular caudales en afloramiento hídrico.

Realizar una revisión de información secundaria como artículos de investigación y trabajos realizados en ecosistemas similares para conocer que fauna se presenta en la zona.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO HISTÓRICO

4.1.1 Bosques en Latino América. De acuerdo con el informe de la FAO, para el 2010 cerca del 49 por ciento de la superficie de América Latina y el Caribe estaba cubierta por bosques; hecho que prueba que es una de las regiones del mundo con mayores recursos forestales y, por ende, biodiversidad que puede ser aprovechada de manera sustentable.

El porcentaje citado equivale a 891 millones de hectáreas que representan el 22% del área de bosque existente en el mundo; y que se distribuyen mayoritariamente en Brasil, uno de los cinco países con mayor riqueza forestal del mundo, con 519 millones 522 mil hectáreas que representan un 13% del total mundial, y el país con la mayor extensión de bosque tropical. A este país le siguen Perú con 67 millones 992 mil hectáreas; Colombia con 60 millones 499 mil hectáreas; Bolivia que posee 57 millones 196 mil hectáreas; y Venezuela con 46 millones 275 mil hectáreas; que en total suman el 84% del área total de bosque de la región.

Aunque esta región también posee un 57% de los bosques primarios del mundo, situados principalmente en zonas inaccesibles, cabe resaltar que durante las últimas dos décadas la superficie forestal ha disminuido en América Central y América del Sur debido a la deforestación causada por la conversión de tierras forestales a la agricultura y la urbanización; siendo América Central la región que registró la mayor pérdida de área de bosque, pasando de las 25.717 hectáreas en 1990 a 19.499 hectáreas en el 2010.

América del Sur, por su parte, poseía en 1990 cerca de 946.454 hectáreas de bosque, 904.322 hectáreas en el año 2000 y 864.351 hectáreas para el año 2010, que representan una variación de -0,45%, frente al último período; no obstante cabe resaltar el crecimiento de las áreas boscosas de algunos países como Chile, Costa Rica o Uruguay, así como la región del Caribe, gracias a la expansión natural de bosque sobre tierras agrícolas abandonadas (FAO, 2012)⁵.

⁵ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Los Bosques del Mundo en Cifras: América Latina y el Caribe, una Región Rica en Materia Forestal. [online] Roma: FAO 2012. [Consultado en Julio 2016.] Disponible en: http://www.revista-mm.com/ediciones/rev72/forestal_bosques.pdf

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Evaluación estructural de ecosistemas boscosos. 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 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, etc., 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).

4.2.2 Estructura Vertical. Los ecosistemas boscosos presentan una estructura vertical medida según patrones de estratificación entre el dosel y el suelo. En los bosques tropicales una de sus características particulares es una gran diversidad de especies que son representadas por pocos individuos por tal razón 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.

Para el análisis de la estructura vertical de los bosques tropicales se tienen en cuenta tres tendencias según el estudio del bosque. La primera de tipo dinámico, la segunda de tipo funcional y la tercera de tipo estructural.

4.2.3 Estructura horizontal. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I). Los histogramas de frecuencia que son una representación gráfica de la proporción en que aparecen las especies, expresan la homogeneidad del bosque. 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.

Índices convencionales. Estos comprenden las abundancias, frecuencias y dominancias, como índices derivados se obtienen el I.V.I. y el cociente de mezcla (C.M.).

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

La **frecuencia** se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una sub parcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las sub parcelas), la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

La **dominancia**, también denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje. Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, sino que también, para determinados géneros, familias, formas de vida, (Lamprecht, 1990).

El **Cociente de mezcla (CM)**, es uno de los índices más sencillos de calcular y expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales.

4.2.4 Inventarios forestales. Los inventarios forestales son importantes para determinar la productividad del bosque, con ellos se determinan edades, rendimientos, cantidad de madera, composición florística y estado actual del bosque (físico y sanitario) dentro de los inventarios encontramos dos tipos que son inventarios al 100% o inventarios sistemáticos, para determinar el tipo de inventario se ve de acuerdo a las características del recurso, y con ello se debe plantear el objetivo, para un inventario forestal general se busca generar información para realizar la planificación del área boscosa a mediano y a largo plazo, estos inventarios se diseñan para obtener entre un 15- 20% del error de muestreo con un 95% de confiabilidad.

Dentro de la dinámica del bosque se estudia la estructura horizontal que 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**). Esto expresa la forma como se distribuyen los individuos de una especie en la superficie del

bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial, dentro de ello se evalúan variables como clasificación taxonómica de la especie, diámetro, altura.

4.2.5 suelos. El suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas que están organizadas y definidas por propiedades que varían “vectorialmente” en la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho, más rápidamente que en la horizontal.⁶

4.2.6 Fauna. La fauna abarca todas las formas de vida animal que hay en el planeta; la gran biodiversidad de animales incluye más de un millón de especies clasificadas y es fuente constante de estudio, junto con la manera en que cada uno de estos organismos interactúa de forma dinámica con su ambiente.

4.2.7 Recurso hídrico. Los ecosistemas de la alta montaña son determinantes y estratégicos por su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuíferos y nacimiento de los principales sistemas hídricos de abastecimiento de la población. De acuerdo con los estimativos realizados a partir del balance hídrico, el ecosistema de alta montaña tiene un área de 4'686.751ha y cuenta con un volumen 66,5 km³/año, que corresponde a un caudal de 2109 m³/seg. En la alta montaña y en particular la franja entre los 3000 y 4000msnm, se encuentran los 34 ecosistemas de páramo del país, que cubren un área total de 1'933.000 Has, y cuya función hidrológica se centra en la captación, recepción, almacenamiento y regulación del agua (Páramos y Ecosistema Alto Andino de Colombia, IDEAM, 2002)⁷.

4.2.8 Características de las especies

Nombre común: Roble

Nombre científico: *Quercus humboldtii* Bonpl.

⁶ JUAREZ BADILLO, R. RODRIGUEZ. Fundamentos de la mecánica de suelos. México D.F: Limusa, 2000. P. 111-123

⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico [online]. Bogotá, D.C.: Colombia: El Ministerio, 2010. p. 124 [Consultado julio 2016]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_Gesti%C3%B3n_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf

Familia: Fagaceae

Botánica: Son árboles monoicos con hojas alternas con bordes aserrados su fruto es en nuez (bellota) redondeada u ovalada y está incluida dentro de una capsula escamosa, la fructificación es anual la viabilidad de la semilla en campo es del 20%, su fuste es recto y cilíndrico. Las hojas son simples alternas, enteras, lanceoladas, coriáceas y delgadas, posee un ápice agudo, base cuneada de 10 a 20 cm de largo. Las flores son de color crema presenta inflorescencias masculinas con estambres numerosos, las flores femeninas tienen el cáliz cuculiforme que una vez formado el fruto lo recubre de forma parcial (Nieto & Rodríguez 2004).

Estado de conservación: El estado de amenaza según categorías UICN el *Quercus humboldtii Bonpl.* En Colombia se encuentra en estado vulnerable VU. A pesar de ser una especie de amplia distribución, muy abundante y conformar grandes bosques, la mayoría de las corporaciones autónomas regionales del país la reportan como una especie con un gran grado avanzado de amenaza debido a la extracción de madera.

Nombre común: Palma boba

Nombre científico: *Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*

Familia: Cyateácea

Botánica: Tallo hasta 14 m y 8-15 cm de diámetro; pecíolo de 90-60 cm, café oscuro con espinas cortocircinadas; caspilla de escuámulas pardo oscuras, escamas del pecíolo bicoloras, cafés oscuras, marginadas, disconformes; lámina de 2,5 x 4,0 m; raquis pardo claro; pinnas basales y centrales hasta de 55 x 32 cm, sésiles a cortamente pediculadas; pínulas triangulares, envés escamosas, las escamas planas; nervaduras con tricomas blanquecinos, rígidos.

Estado de conservación: Actualmente no se encuentra en peligro de extinción, se encuentra en el apéndice II del CITES.

Nombre común: Cucharo blanco

Nombre científico: *Myrsine guianensis Kuntze.*

Familia: Myrsinaceae

Botánica: Tiene hojas alternas oblongo- elípticas de aspecto lustroso por el haz y de color claro por el envés. Las flores y frutos de este árbol crecen agrupados en bolitas, las flores son polinizadas por insectos, los frutos son muy apreciados por la fauna silvestre que dispersan las semillas junto con sus excrementos. Sus hojas tienen consistencia dura, característica que constituye una adaptación para

minimizar la transpiración, lo cual le permite superar temporadas de verano. Sus ramas son largas y delgadas flexibles y tienen una orientación casi horizontal. El género *Mirsyne* se caracteriza por crecer en terrenos poco aptos, su tasa de crecimiento es rápida y prospera adecuadamente en suelos de baja humedad y erosionados.

Estado de conservación: No se considera una especie amenazada.

Nombre común: Granizo

Nombre científico: *Hedyosmum luteynii* Todzia

Familia: Chloranthaceae

Botánica: Es un árbol de tallo rojizo presenta inflorescencia espigadas con flores unisexuales de color amarillo a crema, con frutos maduros de color negro, es una planta fragante. Las hojas se usan en infusiones medicinales y la madera en construcción.

Estado de conservación: No se considera una especie amenazada.

Nombre común: Tuno

Nombre científico: *Miconia sp Ruiz y Pav.*

Familia: Melastomataceae

Botánica: Se caracterizan por tener un haz verde y un envés purpura, tiene hojas ovaladas y brillantes sus flores son blancas en grandes ramilletes sus frutos son bayas de color azul- purpura estos frutos son preferidos por los murciélagos fruteros.

Estado de conservación: No se considera una especie amenazada.

Nombre común: Encenillo

Nombre científico: *weinmannia tomentosa* L.f

Familia: Cunoniaceae

Botánica: Es un árbol de tamaño medio, tiene hojas pequeñas opuestas de color verde, posee ramas rectas, delgadas y oscuras que se dividen en los nudos, las flores son pequeñas de 4 a 6 centímetros de color blanco- crema, al convertirse en fruto se tornan de color rojo y al madurar toman un color caramelo, su corteza es rojiza con manchas verdes- amarillentas.

Estado de conservación: En la zona de distribución no se considera una especie amenazada. En la lista Roja de la IUCN, no se halla dentro de las especies del género *Weinmannia*.

Nombre común: Sarno

Nombre científico: *Toxicodendron sp*

Familia: Anacardiaceae

Botánica: Tiene hojas opuestas pinnadas, alternas y fruto en drupa, las hojas pueden ser suaves, aserradas o luvoladas, a veces producen una respuesta alérgica al tacto.

Estado de conservación: No se considera una especie amenazada en la lista de los libros rojos.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Composición florística. Hace referencia al recuento y el detalle de cada una de las especies presentes en una determinada área boscosa.

4.3.2 Inventario forestal. Es el método utilizado para conocer la información florística de los bosques naturales tropicales obteniendo información cualitativa y cuantitativa de acuerdo a los objetivos previstos y a la exactitud requerida, mediante la planificación y conteo de las especies forestales con el propósito de obtener datos para realizar una mejor planificación al bosque.

4.3.3 Ecosistema. Es un Sistema biológico constituido por una unidad de seres vivos y el medio natural en el que viven. Todo ecosistema se caracteriza por la presencia de componentes vivos o bióticos (plantas, animales, bacterias, algas y hongos) y de componentes no vivos o abióticos (luz, sombra, temperatura, agua, humedad, aire, suelo, presión, viento y pH). Estos ecosistemas son estudiados por una ciencia llamada ecología.

4.3.4 Granulometría. Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines

de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas para determinar su tamaño.

4.3.5 Cuenca hídrica Es un sistema de drenaje natural encargado de drenar sus aguas a un afluente mayor dentro de un territorio determinado.

4.3.6 CITES. Por su parte los apéndices I, II y III de la **CITES**, son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

4.3.7 Bosque alto andino. Bosque formado a partir de los 1000 hasta los 4000 msnm es una zona muy húmeda allí se encuentra una gran variedad de flora y fauna, en Colombia solo queda un 4% de esta área boscosa.

4.3.8 Degradación. Disminución persistente de la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios, debido a actividades humanas inadecuadas como deforestación agricultura intensiva, sobrepastoreo entre otras, o por efectos climáticos.

4.3.9 Conservación. Se entiende por conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales el esfuerzo consciente para evitar la degradación excesiva de los ecosistemas, el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas.

4.3.10 Biodiversidad o diversidad biológica. Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad genética dentro de cada especie, entre especies y de los ecosistemas, como resultado de procesos naturales y culturales.

4.3.11 Servicios eco sistémicos. Son procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el ser humano como un beneficio de tipo ecológico, cultural o económico ya sea de forma directa o indirecta; son procesos naturales que

benefician a los seres humanos. Incluye productos como agua potable y procesos tales como la descomposición de desechos.

4.3.12 Factores climáticos. Son factores relacionados con el clima como temperatura del aire, la humedad, la energía radiante, precipitación, velocidad del viento entre otros. Todos estos elementos son los que componen el clima y que hacen que una región pueda ser completamente diferente a otra no sólo en cuanto a temperatura o humedad sino también en cuanto a la flora y la fauna disponible, a los recursos naturales allí existentes y, principalmente, a la posibilidad de que sea un espacio habitable para el ser humano.

4.3.13 Factores edáficos. Estos factores hacen referencia a la influencia que ejerce el suelo sobre la producción. El suelo que aparentemente vemos igual en otras partes, en realidad es muy variado y tiene propiedades físicas y químicas tan diferentes que es posible que en una pequeña finca (1 hectárea) sea tan distinta que su manejo debe hacerse igualmente diferente. Por tanto, su conocimiento actual y potencial es muy útil para programar los cultivos y su uso general.

4.4 Marco legal

En la constitución Colombiana de 1991 en el título 3 “DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE” en su artículo 79 “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 2811 (18 diciembre, 1974). **Por la cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.** Título III. Determina la legislación y parámetros a tener en cuenta respecto a la conservación de bosques y ecosistemas terrestres asociados enfocando el principio de sostenibilidad y conservación de los recursos naturales.

Ley 165 de 1994 “Convenio de las naciones unidas sobre la biodiversidad biológica” Lo que busca es la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos naturales.

La ley 99 de 1993 crea el sistema nacional ambiental por medio del cual se 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.

A su vez establece fijar los cupos globales y determinar las especies para el aprovechamiento de bosques naturales y la obtención de especímenes de flora y fauna silvestres, teniendo en cuenta la oferta y la capacidad de renovación de dichos recursos, con base en los cuales las Corporaciones Autónomas Regionales otorgarán los correspondientes permisos, concesiones y autorizaciones de aprovechamiento.

En la ley 1333 de 2009 “por el cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones” esta ley se convierte en una herramienta que poseen las autoridades ambientales para sancionar a las personas que incumplan las normas que protegen el ambiente como lo dictado en el código 2811 de 1974, ley 99 de 1993, y en la ley 165 de 1994 y en las demás disposiciones ambientales vigentes en que las sustituyan o las modifiquen las autoridades ambientales vigentes.

Decreto 1608 de 1978. “Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre, donde la ley busca preservar, proteger, conservar, restaurar la fauna silvestre.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Para realizar el proceso de investigación, el énfasis se centró en estudiar aspectos importantes respecto al bosque de roble y su relación con variables ambientales por lo cual la investigación que se desarrollo es de tipo descriptiva.

5.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO

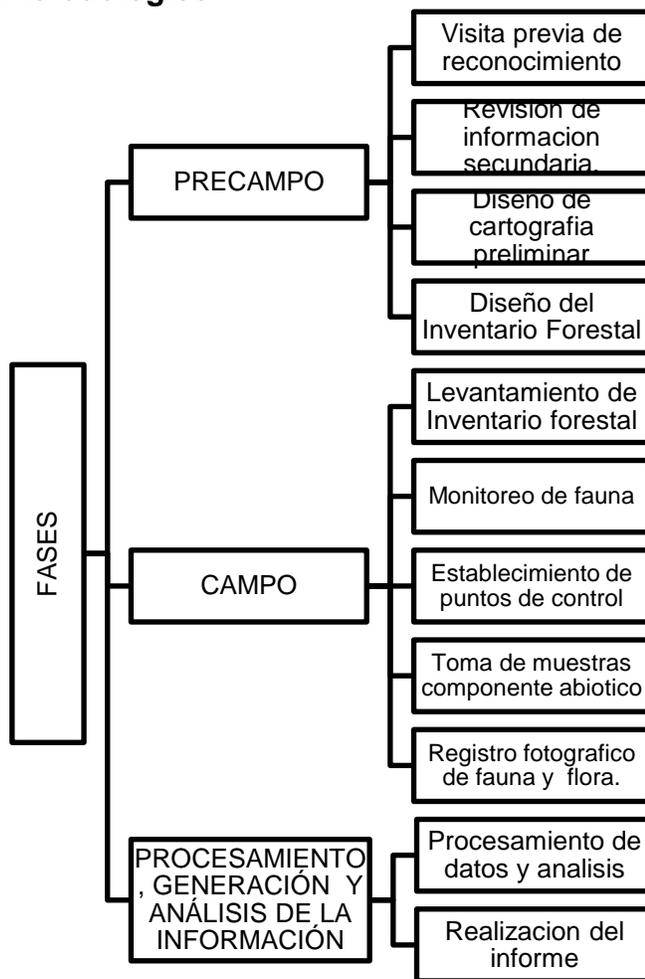
La ejecución del proyecto tuvo una duración de 6 meses consecutivos donde se desarrollaron las actividades programadas.

5.3 MÉTODO

Durante la ejecución del proyecto se desarrollaran actividades como visita de reconocimiento del sitio, revisión secundaria de información, recolección de información primaria mediante levantamiento de inventario forestal y la ubicación de puntos de monitoreo de fauna; así como la toma de muestras y análisis de los componentes abióticos las cuales se realizaran en tres fases que son: fase de pre campo, fase de campo y fase de procesamiento, generación y análisis de la información.

5.4 FASES DEL DISEÑO METODOLÓGICO

Figura 1. Diseño metodológico



5.4.1 Fase de pre campo. Se desarrollarán una serie de actividades previas a la etapa de campo con las cuales se pretende entre otros cuantificar el área de influencia del proyecto así como la planeación de actividades posteriores.

Pre- muestreo

Para la realización del pre muestreo se hizo el levantamiento de tres parcelas con dimensiones de 50*10 metros con un tipo de muestreo simple al azar, en las cuales se tomaron datos como diámetros, alturas totales y comerciales, ubicación

en el plano de referencia, con los datos tomados en campo se procedió a calcular los estadígrafos los cuales arrojaron los siguientes resultados.⁸

Fórmula utilizada para la estabilización

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2 + \frac{t^2 \times CV^2}{N}}$$

Pre-muestreo

Tabla 1. Datos de pre- muestreo

E	15%
X	4, 4733
M	3,45
φ	1,94
Cv	0,4362
N	615
t 2	2,92
N	65

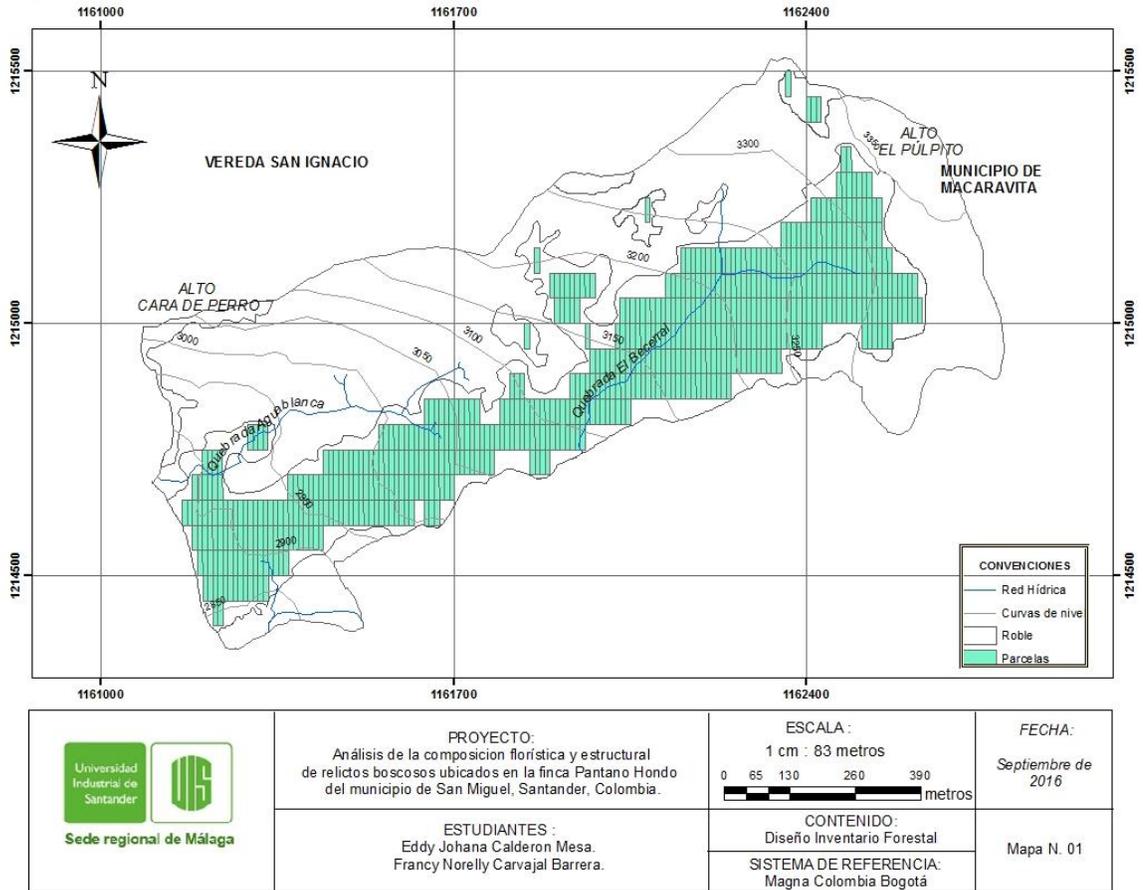
Tabla 2. Cuadro resumen de estadígrafos

Abreviatura	Descripción	Valor
E	Error del 15 %	15%
X	Media	4, 4733
M	Mediana	3,45
φ	Desviación estándar	1,94
Cv	Coefficiente de variación	0,4362
N	Total de unidades muestréales en el campo	615
T	Valor de la t “student” en 0,05	2,92
N	Número de unidades muestréales	65

Utilizando la fórmula para hallar el total de parcelas a muestrear se obtuvo un **n** de 65 parcelas comprendidas en 13 transectos, conociendo estos datos se procedió a realizar el diseño de las parcelas dando un total de 615 sub- parcelas de 10*10 ubicadas en 123 transectos; en la siguiente figura se muestra en detalle el diseño del muestreo.

⁸ MELO CRUZ, Omar A; VARGAS RIOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, 2003. 222p.

Figura 2. Diseño del inventario



Visita previa de reconocimiento

Se hará una visita de campo para establecer la existencia de coberturas boscosas y algunas características generales, haciendo un dimensionamiento del área para luego sobre ponerla en una imagen tomada de Google Earth y poder determinar los tipos de coberturas existentes.

Revisión de información secundaria

Con la colaboración de la alcaldía municipal de San Miguel se serán adquiridos los cinco tomos del esquema de ordenamiento territorial con su respectiva cartografía que incluye aspectos biofísicos del municipio por medio de los cuales será posible establecer un diagnóstico previo que incluye aspectos como:

- Total de área boscosa presente en el municipio
- Especies de fauna y flora presentes
- Aspectos bioclimáticos

- Edafología
- Hidrología

Diseño de cartografía preliminar

Los insumos a utilizar para el desarrollo de esta fase son:

- Imágenes Google Earth.
- Carta preliminar de la finca expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Archivos de tipo vectorial para la localización y delimitación del proyecto.

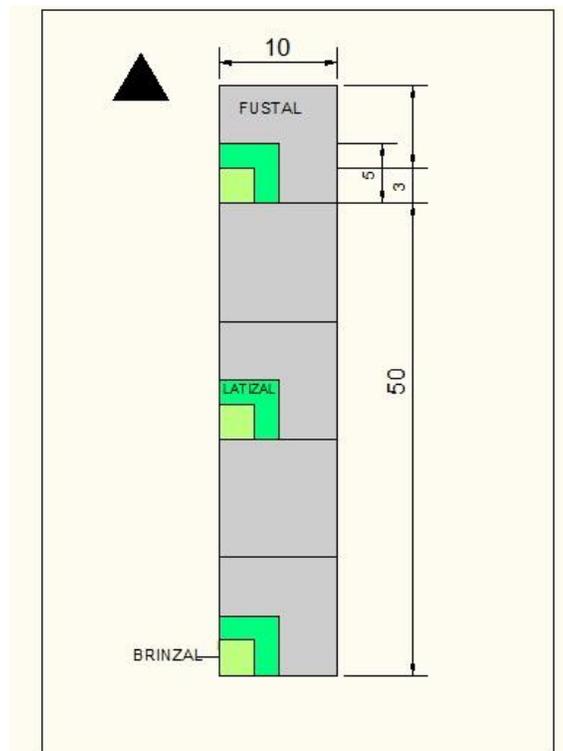
Tales insumos permitirán un estudio detallado de las características boscosas del área y su correspondiente delimitación en relictos para el diseño de un mapa de parcelas por medio del cual se desarrollara el pre muestreo y muestreo del Inventario Forestal.

Diseño de Inventario forestal

Tipo de parcela. Se delimitaran parcelas de tipo temporal, por la naturaleza del estudio solo se establecerán para la toma información en la fase de campo.

Tamaño y forma de la parcela. Se emplearan parcelas rectangulares de dimensiones 50*10 metros conformadas por cinco sub parcelas de 10*10 metros, tres sub parcelas de 5*5 metros para latizales y tres parcelas de 3*3 metros para brinzales como se ilustra a continuación.

Figura 3. Diseño de parcelas



El diseño se realizara en ArcGIS 10.3, teniendo en cuenta la orientación de las parcelas concuerde con la norte. Se desarrollara una grilla la cual se sobrepondrá a los polígonos de los relictos boscosos consiguiendo así un número de posibles parcelas a levantar. Se escogerán una parcela buena, mala, y una regular donde serán registrados los atributos para el cálculo de volumen con el cual se realizara la estabilización de los estadígrafos para el cálculo de una **n** muestral.

5.4.2 Fase de campo. Incluye todas las actividades realizadas en campo como inventario forestal y toma de muestras de los componentes abióticos para su posterior análisis.

Inventario forestal

Tipo de muestreo: El muestreo a desarrollar corresponde al **Muestreo simple al azar** el cual se define como un procedimiento de selección de muestras, adecuado para realizar diseños experimentales,⁹ Este esquema constituye la base de la mayoría de los tipos de muestreo. En este caso la población se divide en **N** unidades de muestreo, de las cuales se toman al azar **n** muestras, de tal forma, que cada combinación de las **n** muestras, tengan la misma probabilidad de ser escogidas.

Las formas de tomar las muestras puede ser al azar, por observación empírica o por tablas de números aleatorios (Gómez, 1989). El tamaño de la muestra se calcula de acuerdo con dos casos: En el primero, se conoce el error de muestreo (**E**) y el nivel de confianza (**1- α**). El número de parcelas para la muestra está definido por:

$$n = \frac{S^2 t^2}{E^2}$$

Muestra: El número de parcelas para la muestra se define por:

Cálculo de las parcelas requeridas.

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2 + \frac{t^2 \times CV^2}{N}}$$

N= Número de unidades muestrales.

E= Error del 15%

⁹ Ibíd., p. 17-21

t= Valor de la "t" student en 0.05

N= Total de unidades muestrales en el campo.

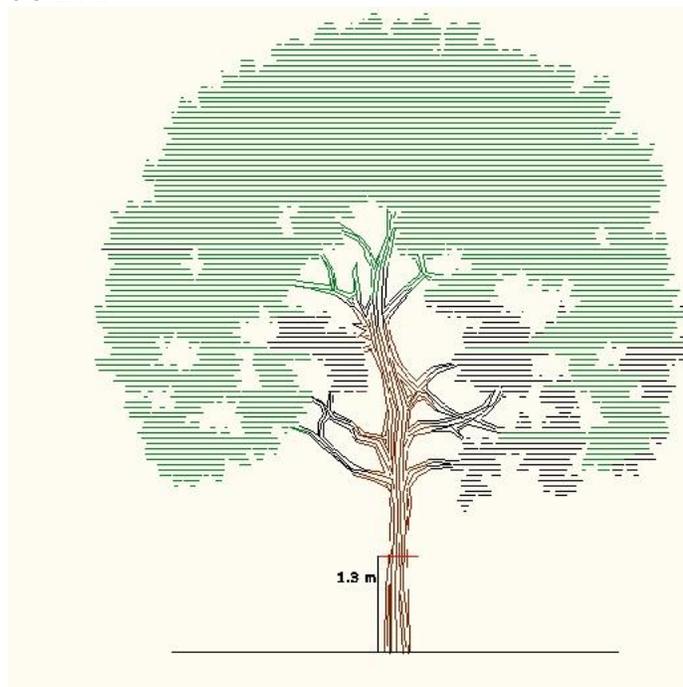
CV= Coeficiente de variación.

Toma de datos:

Diámetro. Según ¹⁰Lema (1995), el grosor de un árbol tiene como base un diámetro de referencia localizado a 1.3 m de altura sobre la parte del fuste más cercana al suelo. Se hacía referencia a él con la sigla **DAP**.

La siguiente imagen ilustra el punto exacto para la toma de DAP.

Figura 4. Altura de DAP



Ubicación de individuos. Todos y cada uno de los individuos que cumplan con las condiciones establecidas para su medición, deberán ubicarse dentro de la unidad de monitoreo permanente, con base en coordenadas relativas, para lo cual se toma como base los ejes principales de la parcela. De esta manera se cuenta con dos ejes de referencia, que para efectos de captura de la información son definidos como ejes **X** y **Y**.

Parámetros a evaluar en el inventario

¹⁰ Ibíd., P. 42

Estructura horizontal. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia

Para la caracterización de los criterios florísticos del bosque se tendrán en cuenta los siguientes ítems:

Abundancia. Es el número de árboles por especie cuantificados en el inventario.

$A_a =$ No de individuos por especie

Abundancia relativa. Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.

$A\% = (\text{No de individuos por especie} / \text{No de individuos en el área muestreada}) \times 100.$

Frecuencia absoluta: Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.

$F_a = (\text{No de unidades de muestreo en que ocurre una especie} / \text{No total de unidades de muestreo}) \times 100$

I $F_a=1-20$ Muy poco frecuentes

II $F_a=20.1-40$ Poco frecuentes

III $F_a=40.1-60$ Frecuentes

IV $F_a=60.1-80$ Bastante frecuentes

V $F_a=80.1-100$ Muy frecuentes

Frecuencia relativa. Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies.

$F\% = (F_a \text{ de una especie} / \Sigma \text{ de todas las } F_a) \times 100$

Dominancia absoluta Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.

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

Dominancia relativa Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.

$D\% = (\text{Área basal total de cada especie} / \Sigma \text{ Áreas basales en el área muestreada}) \times 100$

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

Densidad. Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema:

$$D = \text{No de árboles} / \text{Área total del muestreo en ha.}$$

Coefficiente de mezcla. Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.

$$C.M. = \frac{\text{Nº de especies}}{\text{Nº de individuos}}$$

Grado de agregación: Determina la distribución espacial de las especies.

$$Ga = D / d$$

D: Densidad observada = Número total de árboles por especie / Número total de parcelas muestreadas.

d: Densidad esperada = $-\text{Log}(1-F/100)$

Donde F: frecuencia absoluta de la especie.

Conforme a este sistema los valores de D/d significan:

D/d mayor a 1 indica una tendencia al agrupamiento

D/d es mayor a 2 significa que la especie está agregada

D/d es igual a 1 significa que la especie tiene una distribución al azar

D/d es menor a 1 es indicación de que la especie se halla dispersa.

Estructura vertical – método cuantitativo – Ogawa

Se detecta 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, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior.

Consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los arboles así como su especie correspondiente.

Volumen. Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.

$$\text{VOL} = \text{AB} \cdot \text{hc} \cdot \text{ff}$$

AB = $0.65 \cdot (\text{DAP})^2$ Donde:

AB = Área basal (m^2)

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

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

Índices de diversidad: La organización de las Naciones unidas, (1992), adopta en la conferencia de Rio la siguiente definición “por diversidad biológica se entiende la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente incluidas entre otras cosas 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 de los ecosistemas”¹¹

Se distinguen 3 niveles de diversidad, genética (dentro de especies), taxonómicos (en número de especies), ecológicos (en hábitat, comunidades y ecosistemas), para esta última se hacen evaluación de riqueza de especies donde se utilizan el número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como índices de densidad de especies.

Índice de Simpson. Determina la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie.

$$\lambda = \sum \pi_i^2$$

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

Índice de Margalef. Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.

$$\text{DMg} = (\text{S} - 1) / \text{Ln} (\text{N})$$

¹¹ *Ibíd.*, p. 83- 88.

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

Índice de diversidad de Shannon & Wiener. Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada.

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

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.

Índice de Menhinick (D_{mn}). Con este índice lo que busca es calcular la densidad de las especies.

$$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Dónde:

S= Número de especies, N= número de individuos.

Estimador de Jacknifer. Con este estimador de riqueza se busca hallar los estimadores de rareza de especies.

$$S_{jack} = S_{obs} + Q\left(\frac{m-1}{m}\right)$$

Donde:

S_{obs}= Número total de especies observadas, Q= Número de parcelas con especies únicas, m= número total de parcelas muestreadas.

Índice de Berger Parker. Es una medida de abundancia.

$$d = \frac{Nm_{\max}}{N}$$

Donde:

N_{máx}: mayor abundancia de la especie a evaluar

N= número de individuos totales

Regeneración natural. Con el fin de conocer la dinámica sucesional, se determinan los parámetros de abundancia y frecuencia.

Monitoreo de fauna. Para el monitoreo de fauna se seguirá la siguiente metodología, propuesta por los autores del proyecto.

Delimitación del área de estudio con la ayuda de herramientas como el GPS.

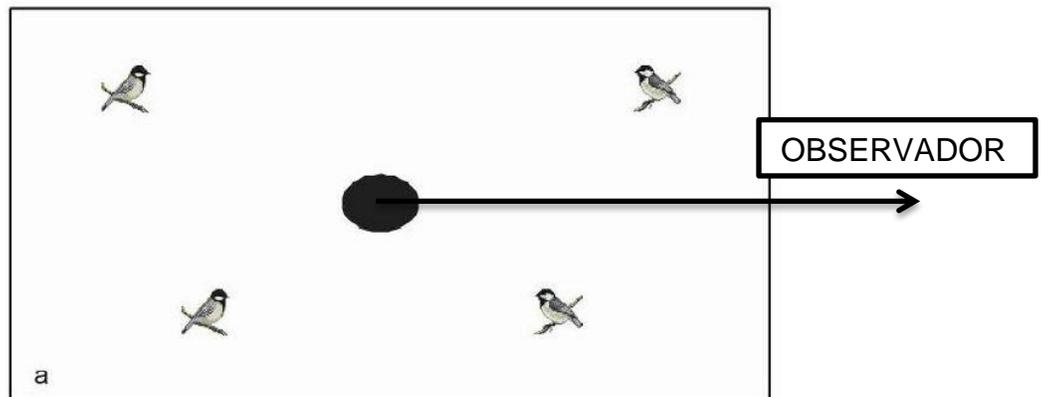
Ubicación de los puntos del monitoreo, para el reconocimiento de las especies.

Se establecen los siguientes horarios para el monitoreo: En las horas de la mañana de 6 a 8 a.m. y en las horas de la tarde de 4 a 6 p.m. Teniendo en cuenta que en estos horarios las aves salen en busca de alimento.

Establecimiento de puntos de control. Se ubicaran puntos estratégicos para el seguimiento y control de la fauna.

Recuentos en punto sin estimación de la distancia. Consiste en contar las aves a una distancia indeterminada desde un punto fijo donde se ubicó el observador. Básicamente el observador se localiza en un punto de la finca y desde allí observa a su alrededor las especies que pueda y toma fotografías y grava sonidos de las especies que se encuentran en el sitio. Esta información será clasificada de acuerdo a las categorías de amenaza de establecidas en la colección de Libros Rojos, CITES y Resolución 0912 de 2014.

Figura 5. Diseño de los puntos de monitoreo



MAMÍFEROS

Métodos directos. Los métodos directos son los conteos de los animales observados en un determinado recorrido. Para esto se deben seleccionar varios transectos de una misma distancia. Los transectos deben estar distribuidos idealmente en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo.

REPTILES

Parcelas de hojarasca. Buscar de manera intensiva especies de reptiles en parcelas de 5 x 3m, evaluándose una vez durante el día; esta es una técnica muy útil para muestrear especies de anfibios, mamíferos, lagartijas pequeñas y

serpientes, que viven sobre o dentro de la hojarasca en un área relativamente homogénea.

TOMA DE MUESTRAS COMPONENTE ABIÓTICO

SUELOS. Se realizará un análisis de suelos como complemento al estudio, donde se evaluarán los siguientes parámetros.

Propiedades físicas que se evaluarán son. Densidad, Estructura, La profundidad efectiva, Permeabilidad, Estructura y color del suelo.

Propiedades químicas. Ph, capacidad de intercambio catiónico, elementos menores y mayores.

Como actividades complementarias se evaluará el componente agua y clima de la siguiente forma:

Agua: La medición de caudales consiste en la realización de aforos en el afloramiento hídrico, es posible la realización de un perfil del punto, con los datos tomados. La velocidad se determina hallando una sección recta con una longitud determinada. Con una bola de lycopodium de peso despreciable y asumiendo una velocidad inicial de 0 m/s y dejando que la corriente arrastre el elemento durante un tiempo determinado y repitiendo el proceso en diez ocasiones será posible determinar la velocidad del flujo del agua.}

Clima: Se verificará la existencia de monitoreo de precipitación y temperatura y los registros correspondientes para generar mapas de isoyetas e isotermas del área. Adicionalmente se desarrollará el análisis climatológico correspondiente con la ayuda del Software Inner Soft- ISBH v0.1 Beta con el cual es posible el cálculo de una estimación de Evapotranspiración. Estos datos permitirán hacer un acercamiento a la oferta del recurso agua en el área.

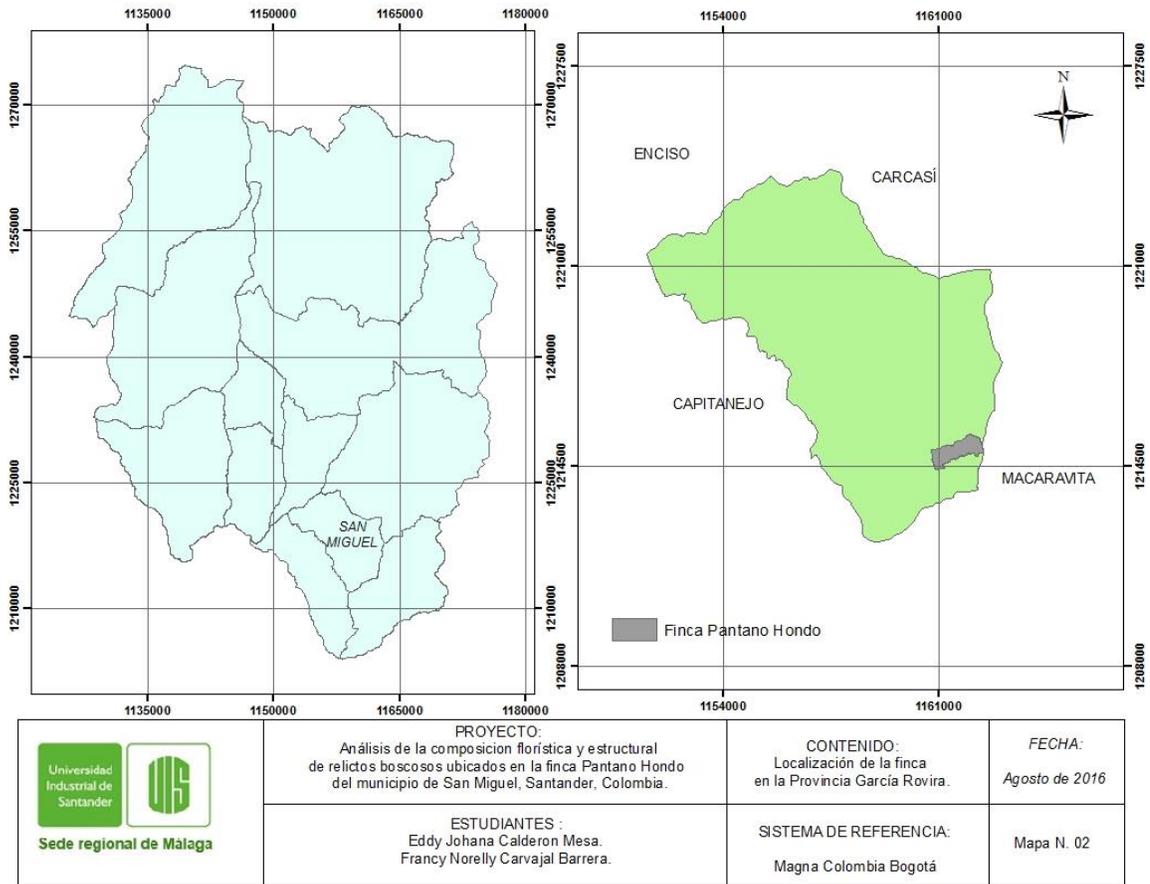
5.4.3 Fase de procesamiento, generación y análisis de la información. Esta última fase comprende el procesamiento de datos, el análisis de los resultados obtenidos y la realización del informe final.

6. RESULTADOS

6.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se realizó en el Municipio de San Miguel, Santander ubicado a 6° 34' 34" N 72° 38' 45" O, se encuentra a una altitud de 2.220 msnm, con una superficie de 71 Km²-. La finca Pantano Hondo se encuentra ubicada en la vereda San Pedro del respectivo municipio con alturas comprendidas entre los 2.800 a 3.400 msnm con una precipitación promedio de 1.050 mm y una temperatura promedio de 12,2°C, de acuerdo con la clasificación de Holdridge corresponde a una zona de vida de bosque muy húmedo montano (bmh- M), cuenta con una extensión de 92 Has. Algo más de la mitad del área está constituido por un ecosistema de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. El cual es un ecosistema estratégico donde la interacción de factores como precipitación, altitud hacen que este tipo de bosques tengan una inmensa riqueza natural encontrándose especies como Frailejón *Espeletia* sp que ayudan a la conservación y a procesos ecológicos como almacenamiento y regulación hídrica, recargue de acuíferos y nacimientos de los principales abastecimientos de la población entre otros procesos que se desarrollan al interior del mismo.

Figura 6. Mapa de ubicación de la finca.



6.2 COBERTURAS

Según la leyenda nacional de coberturas de la tierra metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia se identificaron 4 coberturas en la finca Pantano Hondo: pastos limpios con 2,7881 Has que corresponden a un 3,02%, bosque denso alto de tierra firme con 44,5467 Has que corresponde a un 48,26%, Herbazales con 40,0411 Has que corresponden a 43,37%, Afloramientos rocosos con 5,35%. El bosque denso alto de tierra firme se distribuye por toda la finca en el cual la especie dominante es el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* La cual se encuentra asociada con especies como el encenillo, *Weinmannia tomentosa L.f.*, palma boba, *Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin* tuno, *Miconia sp Ruiz y Pav.* Granizo, *Hedyosmum luteynii Todzia* entre otras especies, siendo ésta la cobertura con mayor área.

Figura 7. Mapa de coberturas.

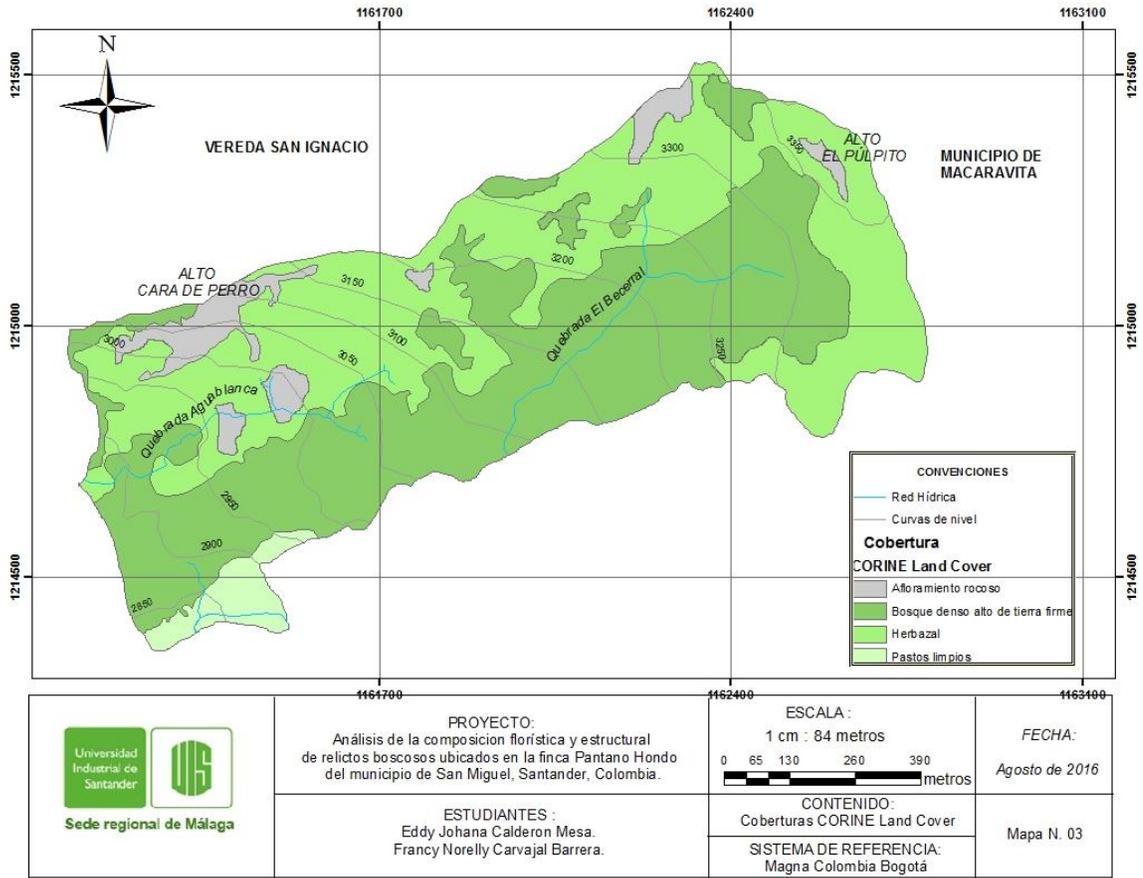
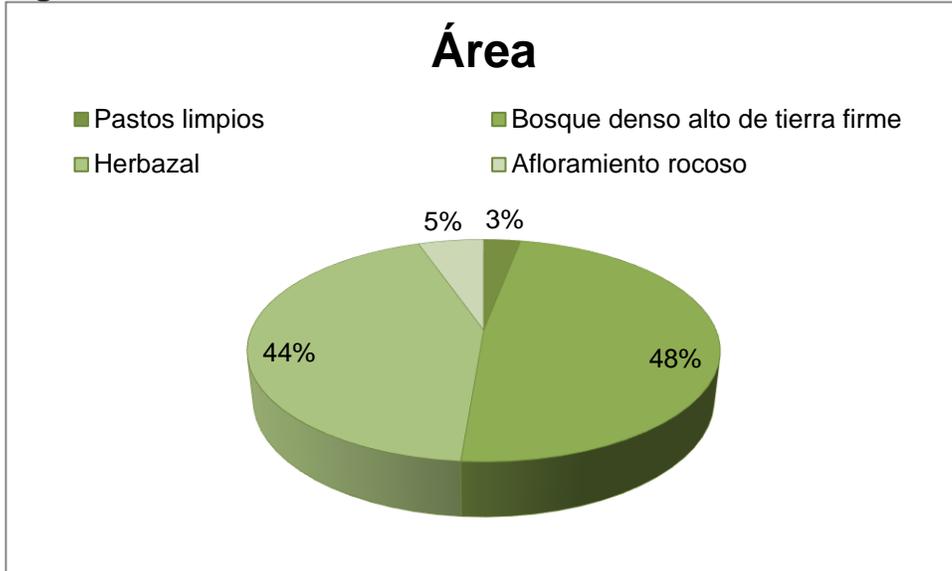


Tabla 3. Área de coberturas.

Cobertura	Área (has)
Pastos limpios	3
Afloramiento rocoso	4,9
Herbazal	40
B. denso alto de tierra firme	44,54
Total	92

Figura 8. Área de coberturas.



6.3 PARÁMETROS A EVALUAR.

La finca Pantano Hondo tiene una extensión de 92 Has de las cuales el 44,54% corresponde a una asociación de roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* En el inventario que se realizó en 65 sub parcelas de 10 *10 mt se encontraron 561 individuos repartidos en 16 familias, La familia con mayor número de individuos es la Fagaceae con 319 individuos seguida de Primulaceae con 44 individuos y en un tercer lugar la familia Chloranthaceae con 35 individuos

Tabla 4. Familias encontradas.

Familia	Número de individuos
Fagaceae	319
Primulaceae	44
Chloranthaceae	35
Tiliaceae	33
Cunoniaceae	32
Melastomataceae	31
Clethraceae	21
Clusiaceae	20
N5	11
Adoxaceae	5

Tabla 4. (Continuación)

Meliaceae	4
Cyatheaceae	3
Araliaceae	2
Anacardiaceae	1
TOTAL	561

6.4 ESTRUCTURA HORIZONTAL

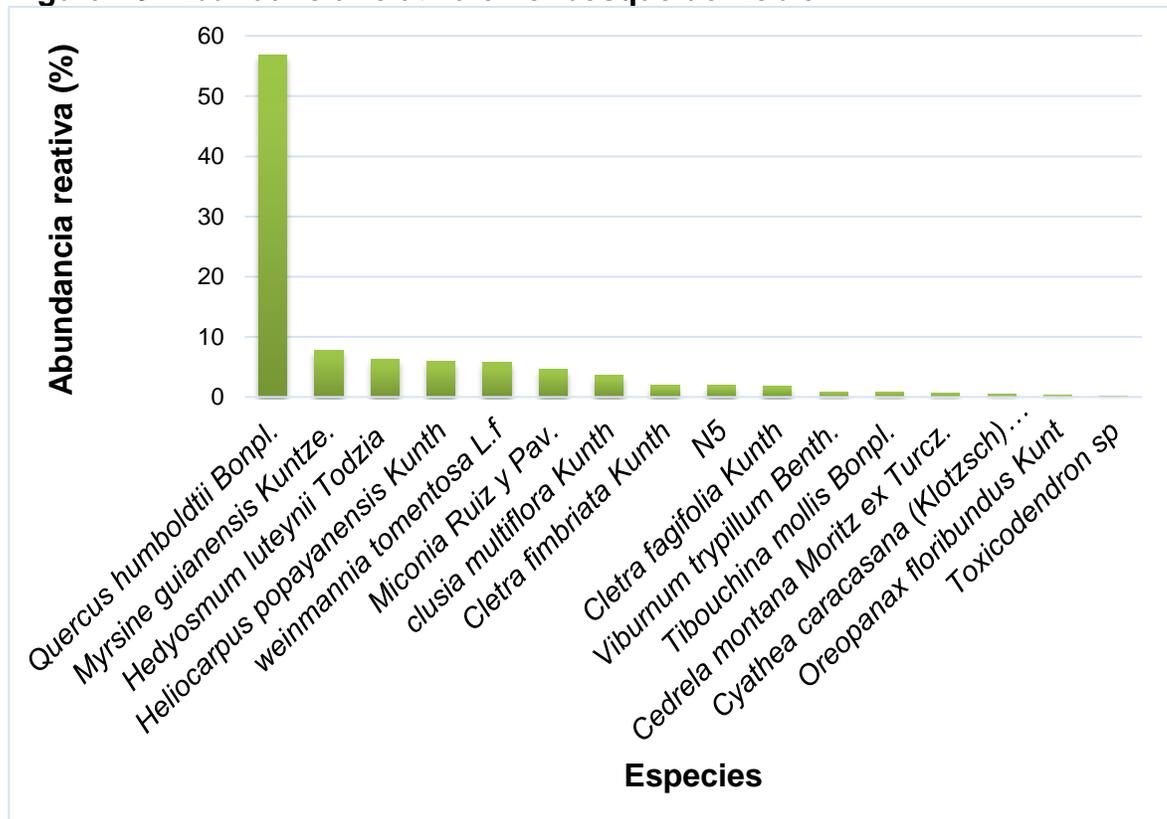
Con este análisis lo que se busca es evaluar el comportamiento de los árboles individualmente y las especies en la superficie del bosque.

Figura 9. Índice de valor de importancia de la finca Pantano Hondo.

Nombre común	Nombre científico	Familia	A.a	A.r	F.a	F.r	D.a	D.r	IVI
Roble	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	Fagaceae	319	56,862745	95,384615	28,571429	67,862453	82,04565	167,47982
Cucharo blanco	<i>Myrsine guianensis Kuntze.</i>	Primulaceae	44	7,8431373	40	11,981567	1,403695	1,6970661	21,52177
Granizo	<i>Hedyosmum luteynii Todzia</i>	Chloranthaceae	35	6,2388592	41,538462	12,442396	0,8858645	1,0710095	19,752265
Falso balso	<i>Heliocarpus popayanensis Kunth</i>	Tiliaceae	33	5,8823529	21,538462	6,4516129	3,5553149	4,2983729	16,632339
Encenillo	<i>weinmannia tomentosa L.f</i>	Cunoniaceae	32	5,7040998	33,846154	10,138249	2,977824	3,6001868	19,442535
Tuno	<i>Miconia Ruiz y Pav.</i>	Melastomataceae	26	4,6345811	27,692308	8,2949309	1,7511659	2,1171582	15,04667
Gaque	<i>clusia multiflora Kunth</i>	Clusiaceae	20	3,5650624	23,076923	6,9124424	0,8251154	0,9975638	11,475069
Manzano	<i>Cletra fimbriata Kunth</i>	Clethraceae	11	1,9607843	6,1538462	1,843318	1,4754459	1,7838129	5,5879152
N5	N5	N5	11	1,9607843	7,6923077	2,3041475	0,2499528	0,3021928	4,5671246
Amarillo	<i>Cletra fagifolia Kunth</i>	Clethraceae	10	1,7825312	10,769231	3,2258065	1,015804	1,2281062	6,2364439
Garrocho	<i>Viburnum trypillum Benth.</i>	Adoxaceae	5	0,8912656	6,1538462	1,843318	0,135558	0,1638895	2,8984731
Siete cueros	<i>Tibouchina mollis Bonpl.</i>	Melastomataceae	5	0,8912656	7,6923077	2,3041475	0,2172465	0,2626508	3,4580639
Cedro	<i>Cedrela montana Moritz ex Turcz.</i>	Meliaceae	4	0,7130125	6,1538462	1,843318	0,315482	0,3814175	2,9377479
Palma boba	<i>Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin</i>	Cyatheaceae	3	0,5347594	3,0769231	0,921659	0	0	1,4564183
Mano de oso	<i>Oreopanax floribundus Kunt</i>	Araliaceae	2	0,3565062	1,5384615	0,4608295	0,0237857	0,0287569	0,8460926
Sarno	<i>Toxicodendron sp</i>	Anacardiaceae	1	0,1782531	1,5384615	0,4608295	0,018334	0,0221658	0,6612484
			561	100	333,84615	100	82,713041	100	300

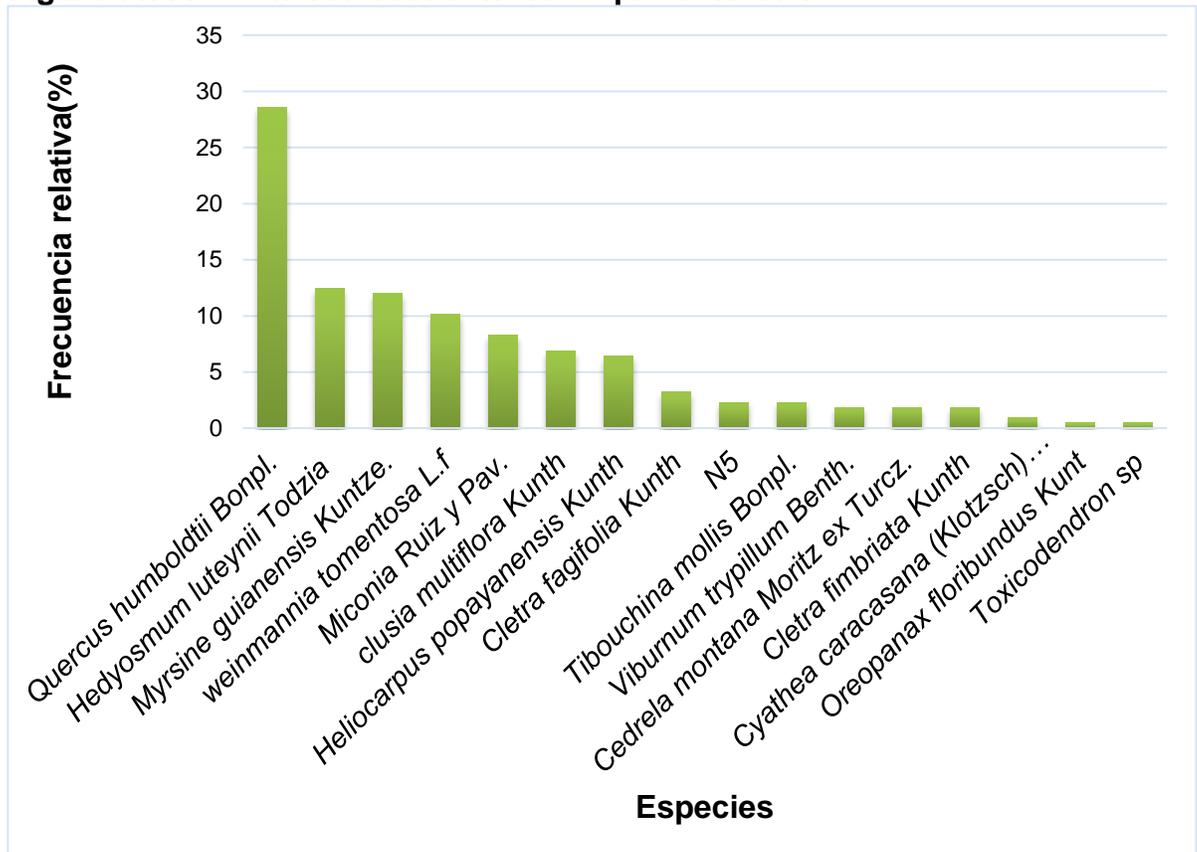
6.4.1 Abundancia. Según el índice de valor de importancia realizado en la finca, la proporción de los individuos de cada una de las especies en el total de los individuos del ecosistema la especie con mayor abundancia es el *Quercus humboldtii Bonpl.* Con 56,86% (319 individuos), seguido por *Myrsine guianensis Kuntze.* Con 7,84% (44 individuos) a continuación *Hedyosmum luteynii Todzia* con 6,23% (35 individuos).

Figura 10. Abundancia relativa en el bosque de Roble.



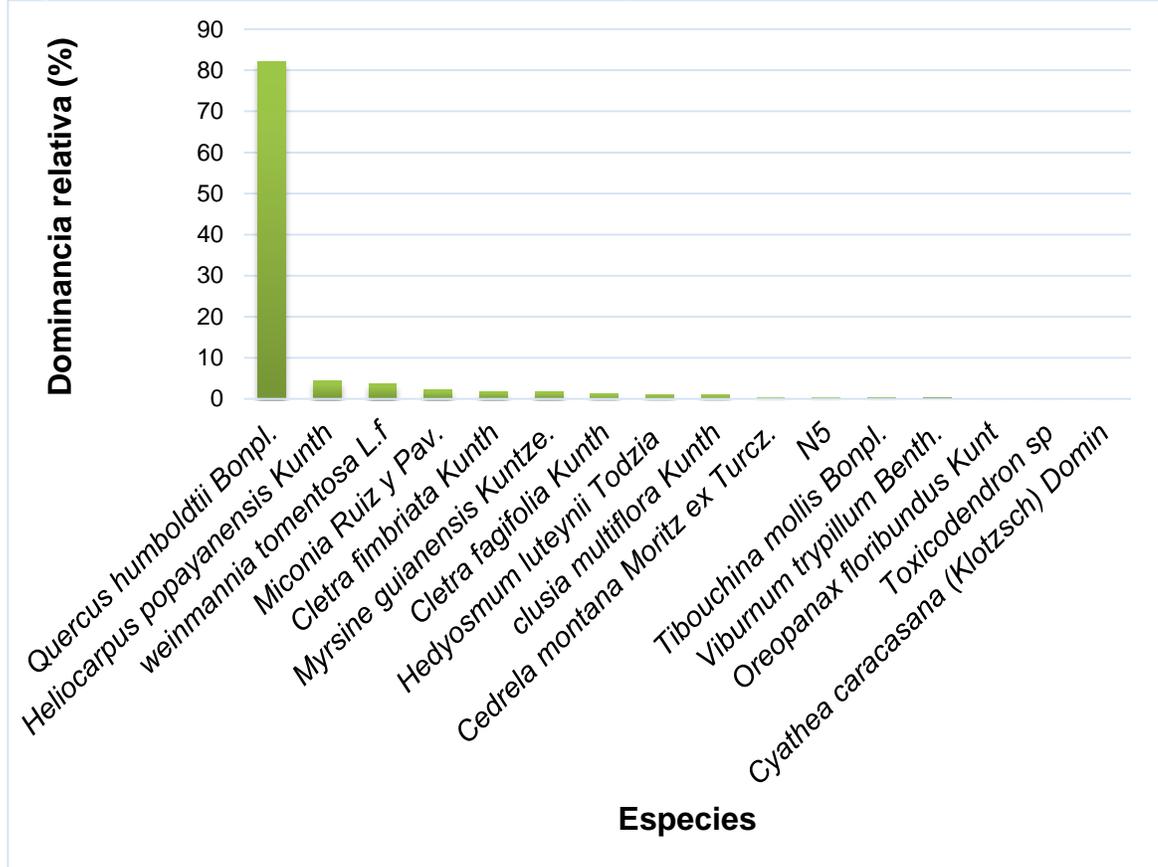
6.4.2 Frecuencia. La especie con mayor frecuencia en el bosque es el roble *Quercus humboldtii Bonpl.* Con 28,57%, seguido del granizo *Hedyosmum luteynii Todzia* con 12,44% y a continuación el cucharo blanco *Myrsine guianensis Kuntze.* Con el 11,98%, la frecuencia del roble se debe a que se encuentra en todas las parcelas inventariadas.

Figura 11. Frecuencia relativa en el bosque de Roble.



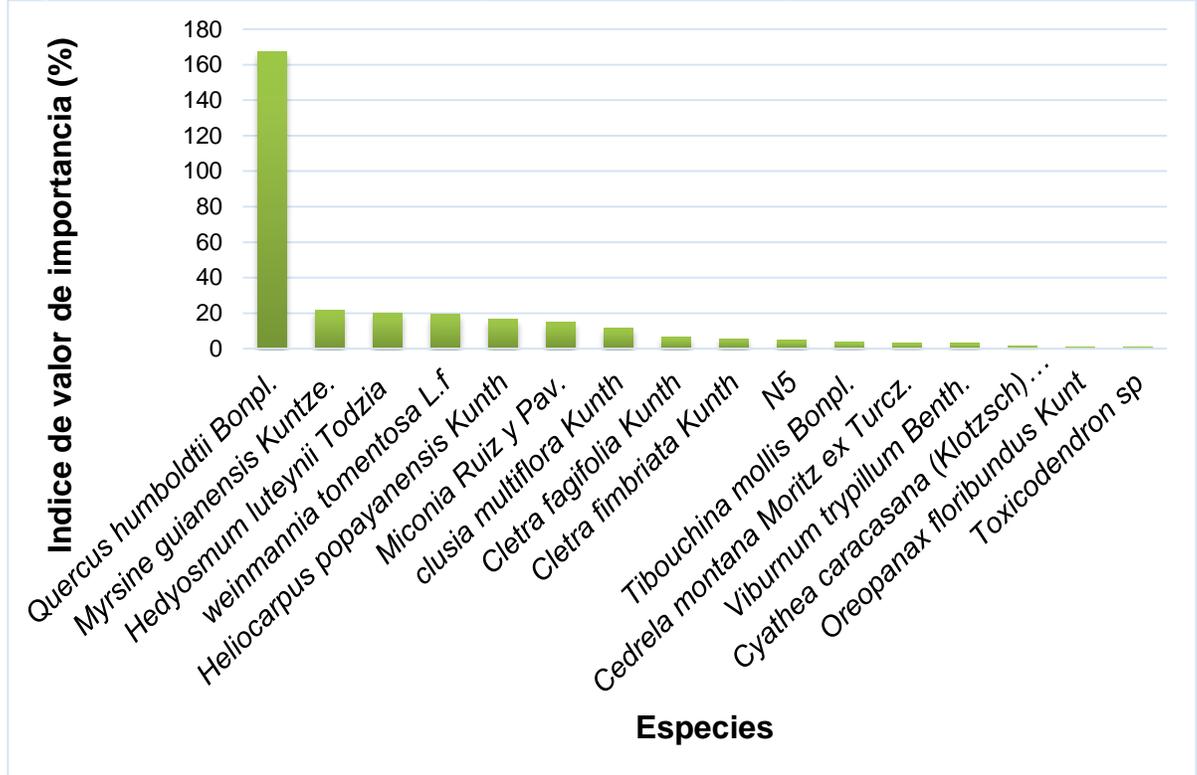
6.4.3 Dominancia. Con el análisis de los datos se comprobó que la especie con mayor espacio ocupado dentro del bosque es el roble *Quercus humboldtii* Bonpl.; esto debido que la sumatoria de las áreas basales de cada uno de los individuos de la misma especie da como resultado un 82,04%, seguida del falso balso, *Heliocarpus popayanensis* Kunth con 4,29% y a continuación el Encenillo, *weinmannia tomentosa* L.f con 3,60%. Es evidente la diferencia entre los porcentajes.

Figura 12. Dominancia relativa en el bosque de Roble.



6.4.4 Índice de valor de importancia (IVI). Sumando la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa la especie con un IVI mayor es el roble *Quercus humboldtii* Bonpl. Con 167,47% seguido del cucharo *Myrsine guianensis* Kuntze. Con 21,52% y a continuación el granizo *Hedyosmum luteynii* Todzia con 19,75%, con estos valores podemos comparar el peso ecológico del roble *Quercus humboldtii* Bonpl. Con el resto de especies dentro del ecosistema, la similitud en los datos del cucharo, *Myrsine guianensis* Kuntze. Y el granizo *Hedyosmum luteynii* Todzia así como con el resto de especies propone una semejanza de las sub parcelas con el respecto a la composición, con ello estamos obteniendo una aproximación del valor de la diversidad del bosque.

Figura 13. Índice de valor de importancia en el bosque de Roble.



6.4.5 Densidad. Haciendo la relación del número de árboles registrados sobre el área total se determinó una densidad de 610 árboles por hectárea con un diámetro mayor a 10cm.

6.4.6 Coeficiente de mezcla (CM). Este valor está expresado en la relación entre el número de especies y el número de individuos totales, se registraron individuos con un diámetro mayor a 10 cm y como resultado tenemos un valor de 0,028, este valor nos está indicando que tenemos una gran homogeneidad en el bosque.

6.4.7 Patrón espacial de distribución de especies. Describe la forma en que se reparten en clases de tamaño los posibles valores de una determinada variable, o como se organizan u ordenan espacialmente los individuos, ya que estos pueden hallarse ubicados al azar, a intervalos regulares o en grupos formando manchas, para hallar el patrón de distribución de la especie se utilizó la fórmula de grado de agregación que consiste en la diferencia de la densidad observada y la densidad esperada de cada especie dando como resultado que las especies *Quercus humboldtii* Bonpl. *Myrsine guianensis* Kuntze. *Hedyosmum luteynii* Todzia, *Heliocarpus popayanensis* Kunth, *weinmannia tomentosa* L.f, *Miconia Ruiz y Pav.*

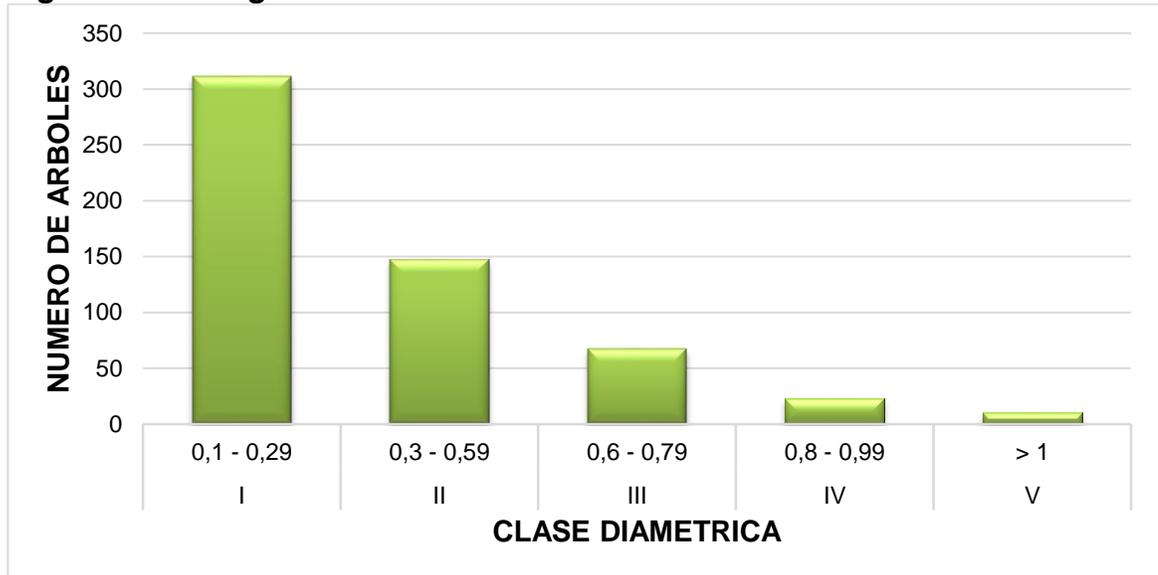
clusia multiflora Kunth, *Leptocarpha rivularis* DC, N5, *Cletra fagifolia* Kunth, *Viburnum trypillum* Benth. *Tibouchina mollis* Bonpl. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin, *Oreopanax floribundus* Kunt, tienen un grado de agregación mayor a 2, lo que significa que las especies tienden a estar agregadas o a formar manchas esto es debido a que se encuentran considerables cantidades de individuos de la misma especie en pequeñas áreas. La especie *Toxicodendron sp*, tiene un grado de agregación de 1,49 lo que hace que los individuos de esta especie estén a intervalos regulares es decir la varianza del número de individuos por unidad de muestreo excede la media.

6.4.8 Distribución diamétrica

Tabla 5. Distribución diamétrica.

CLASE DIAMETRICA	RANGO	N. DE ARBOLES
I	0,1 - 0,29	311
II	0,3 - 0,59	147
III	0,6 - 0,79	67
IV	0,8 - 0,99	23
V	> 1	10
	TOTAL	558

Figura 14. Histograma de frecuencias.



De acuerdo al anterior histograma la tendencia de la distribución diamétrica, para el bosque anteriormente evaluado se observa la forma de J invertida, lo cual indica que es un bosque con una heterogeneidad florística o una tendencia a la heterogeneidad (Melo 2000).

La situación descrita permite afirmar que se trata de un bosque irregular. Entiéndase por bosque irregular una mezcla de pequeñas parcelas de árboles coetáneos.

6.5 ESTRUCTURA VERTICAL

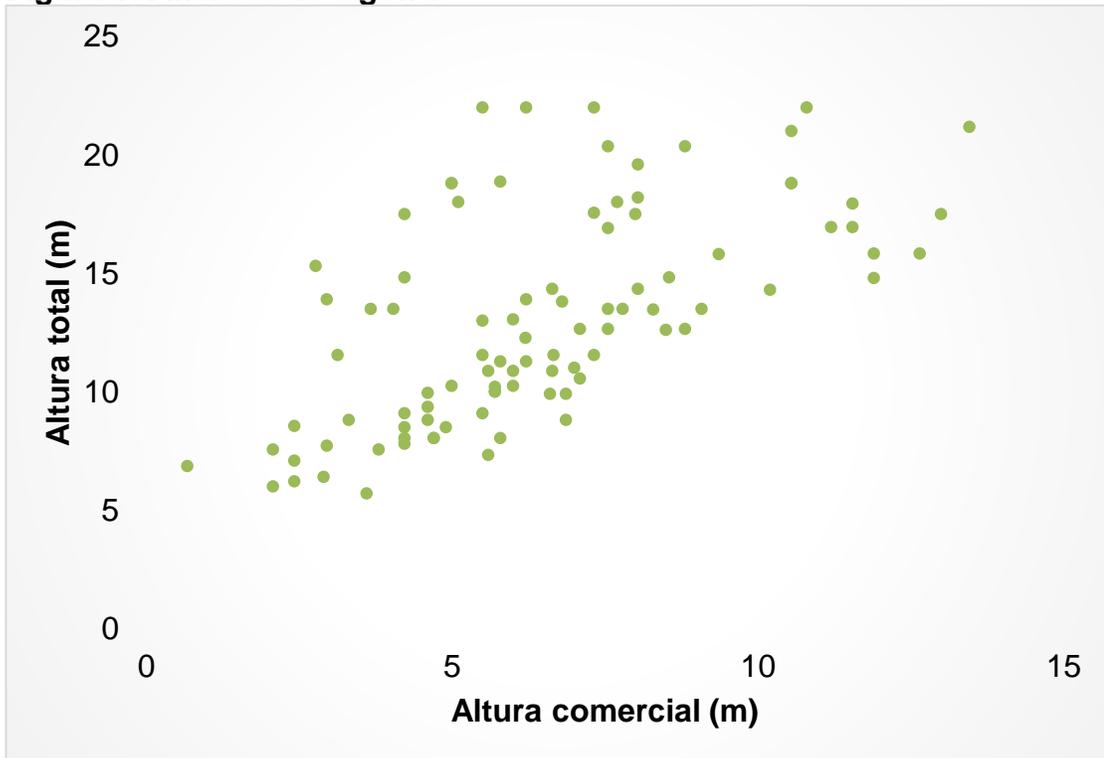
La descripción de la estructura vertical del bosque indica que el análisis de especies arbóreas se debe realizar mediante el estudio de los estratos de las copas de los mismos y con ello describir el estado sucesional en el que se encuentra cada especie, con este análisis surge una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para formar la estructura forestal en términos dinámicos y para ello se utilizan los siguientes parámetros:

6.5.1 Método cuantitativo de Ogawa. Con este método lo que quiere analizar es el agrupamiento de las copas para diferenciar los estratos, esto con la elaboración de graficas de dispersión de puntos.

De acuerdo con la gráfica donde se comparan las alturas totales con respecto a las comerciales se distinguen dos estratos; un estrato se ubica por encima de los 6 m hasta los 12 m y un segundo estrato que va de los 13 m a los 20 m, este

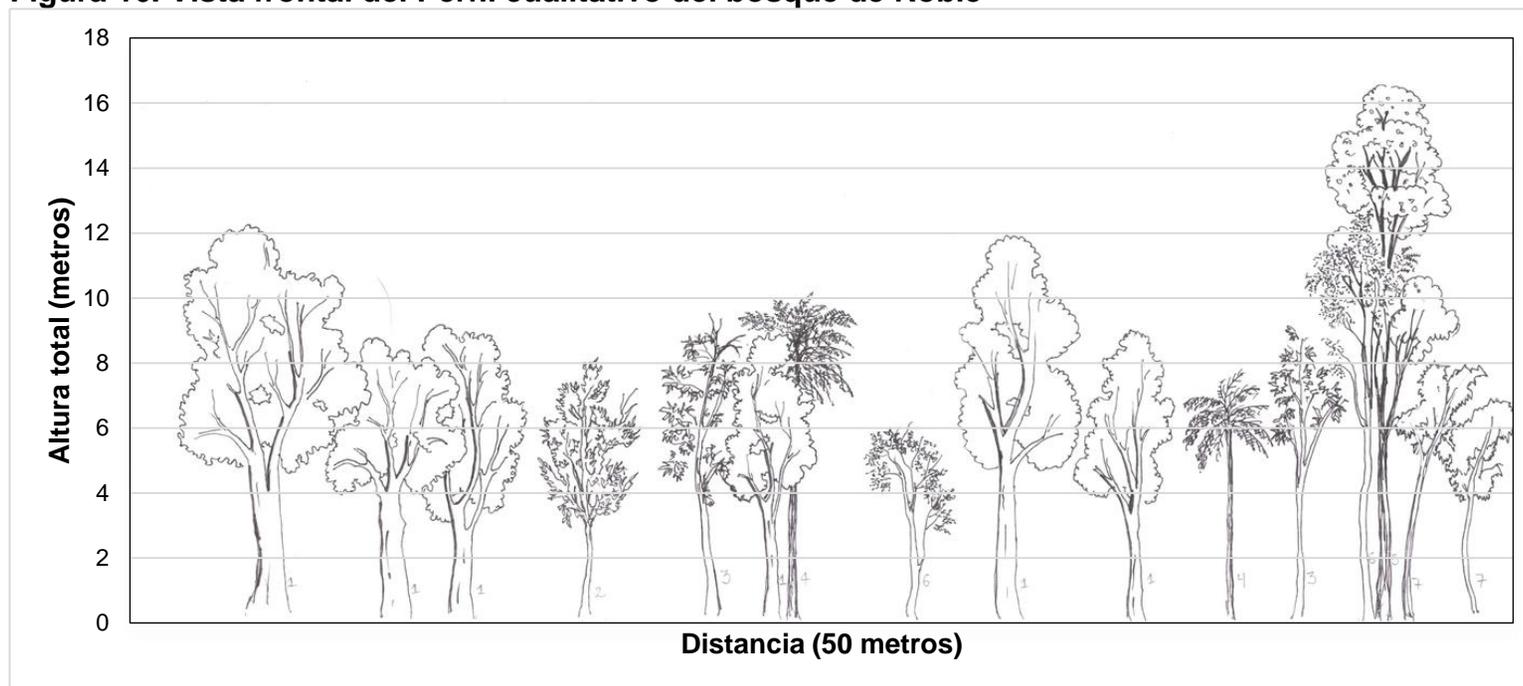
ubicándose por encima del anterior, así mismo se observa que hay árboles que se encuentran aislados los cuales alcanzan alturas de hasta 23 m.

Figura 15. Método de Ogawa



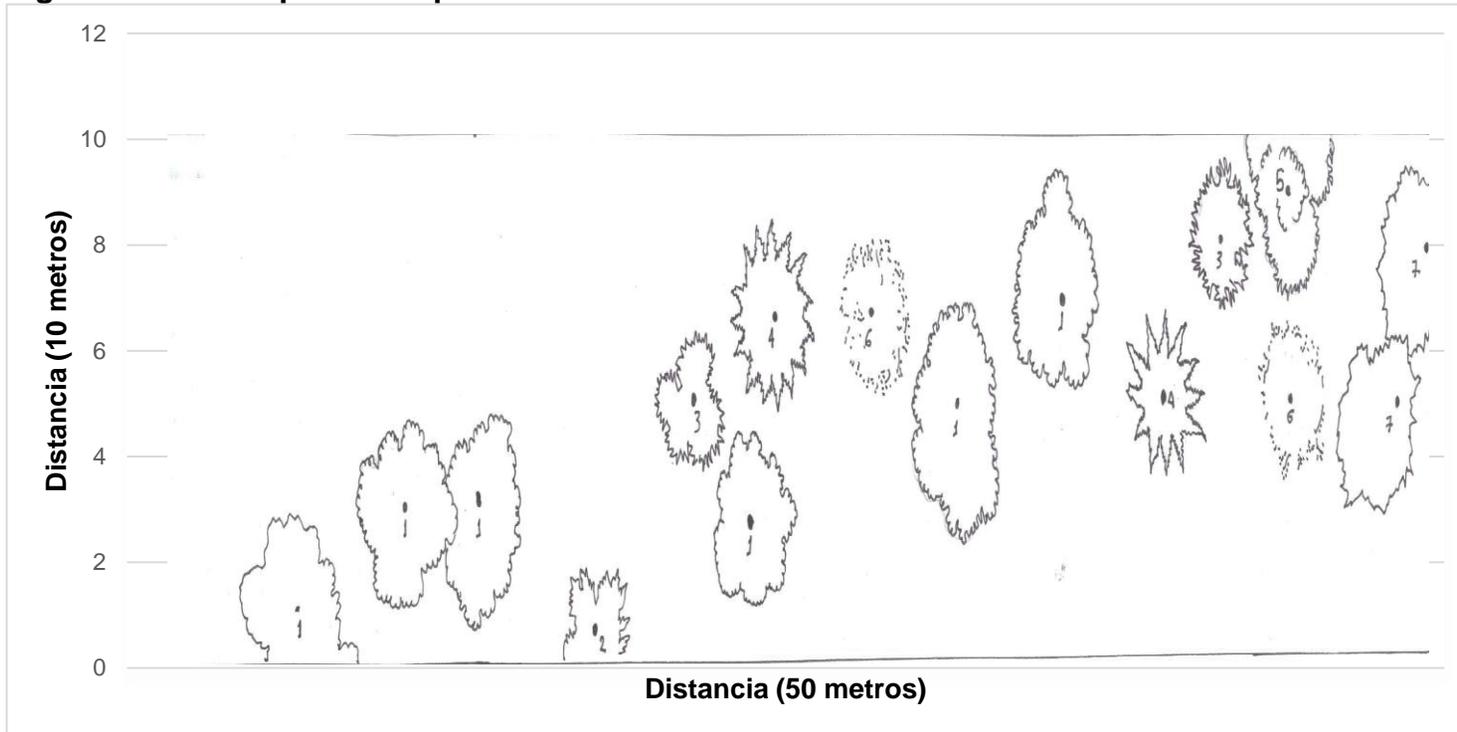
6.5.2 Método cualitativo – perfil. Para la realización del perfil se tomó una línea de 50 por 10 metros donde se ubican los arboles presentes, para este proyecto se encontraron siete especies arbóreas siendo la más abundante el roble *Quercus humboldtii* Bonpl.

Figura 16. Vista frontal del Perfil cualitativo del bosque de Roble



1- *Quercus humboldtii* Bonpl. 2- *Myrcia popayanensis* H. 3- *Toxicodendron* sp 4- *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin 5- *Tibouchina mollis* Bonpl. 6- *Weinmannia tomentosa* L.f 7- *Hedyosmum luteynii* Todzia

Figura 17 Vista superior del perfil

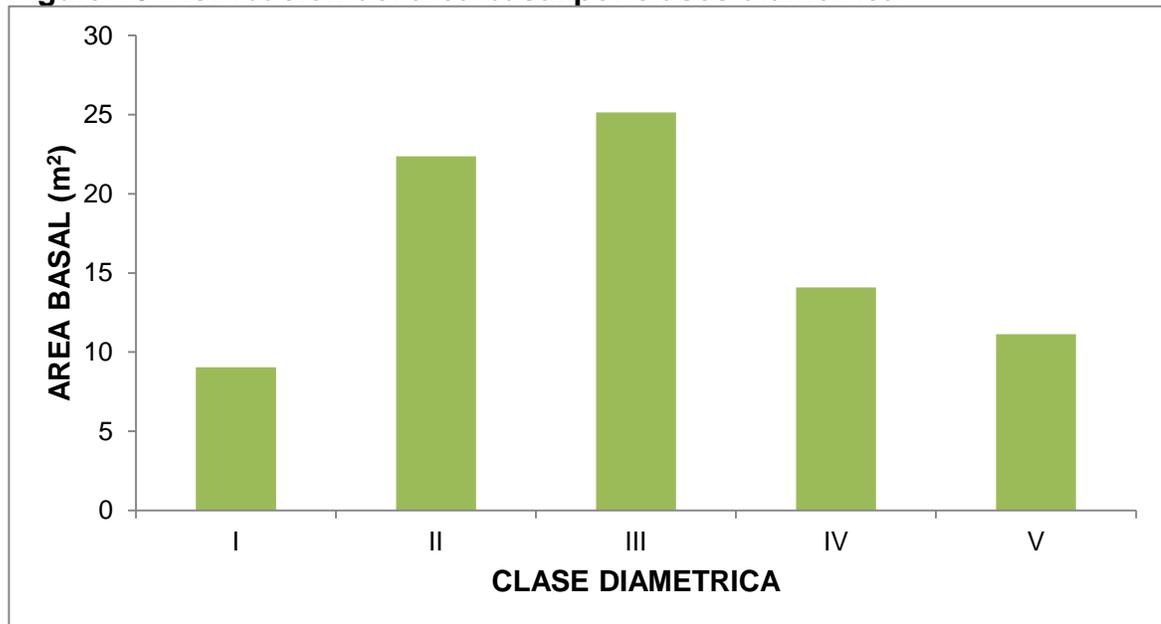


1- *Quercus humboldtii* Bonpl. 2- *Myrcia popayanensis* H. 3- *Toxicodendron* sp 4- *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin 5- *Tibouchina mollis* Bonpl. 6- *Weinmannia tomentosa* L.f 7- *Hedyosmum luteynii* Todz

6.5.3 Distribución del área basal por clase diamétrica. De acuerdo con la figura se encontró un total de 81 m² de área basal donde la primera clase diamétrica aporta 9m² que corresponden al 11,11%, en la segunda clase diamétrica se encuentran 22m² que corresponden al 27,16%, en la tercera clase diamétrica se encuentran 25m² que corresponden al 30,86%, en la cuarta clase diamétrica se encontraron 14 m² que corresponden al 17,28% y por ultimo para la quinta clase diamétrica se encontraron 11m² que corresponden al 13,58%.

A pesar de que en la primera clase diamétrica se encuentran el 56% de los fustales totales la categoría que más aporta área basal es la tercera clase diamétrica la cual contiene un 12% de los fustales registrados.

Figura 18 Distribución del área basal por clases diamétrica

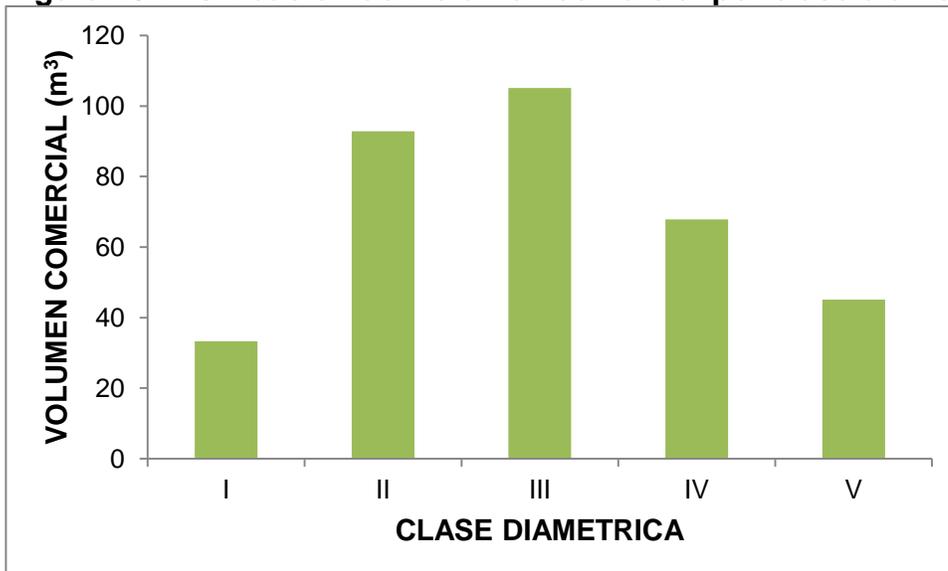


6.5.4 Distribución del volumen comercial por clase diamétrica: Con los datos obtenidos en campo se destaca que la clase diamétrica con mayor volumen comercial es la clase tres la cual aporta 105 m³ los cual corresponde al 30,5 % del volumen total seguido de la clase dos la cual aporta 93 m³ el cual corresponde al 27% del volumen, posteriormente sigue la clase cuatro con 68 m³ los cuales corresponden a un 19,7% del volumen, seguido de la clase cinco con 45 m³ los cuales corresponden al 13% del volumen y en un último lugar se encuentra la primera clase con 33 m³ que corresponden al 9,5%.

Figura 19. Fuste del roble *Quercus humboldtii* Bonpl.



Figura 20. Distribución del volumen comercial por clase diamétrica



6.5.5 Distribución del volumen total por clase diamétrica. Con los resultados obtenidos la clase diamétrica con mayor volumen total es la clase dos con 278 m³ que corresponden al 31,3% del volumen total.

Figura 21. Distribución del volumen total por clase diamétrica.

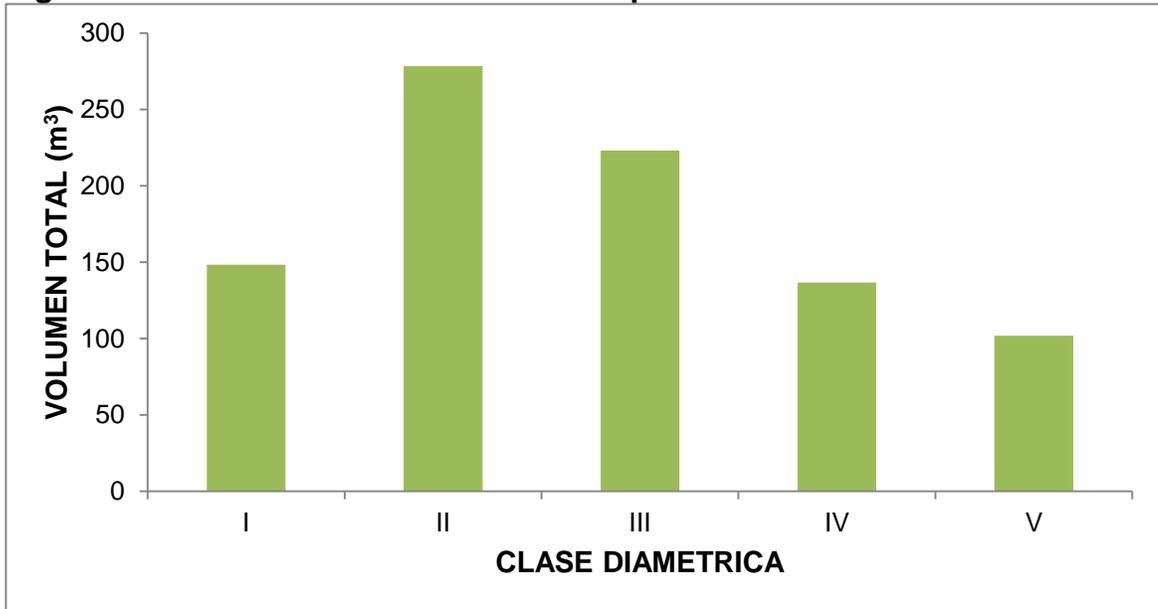
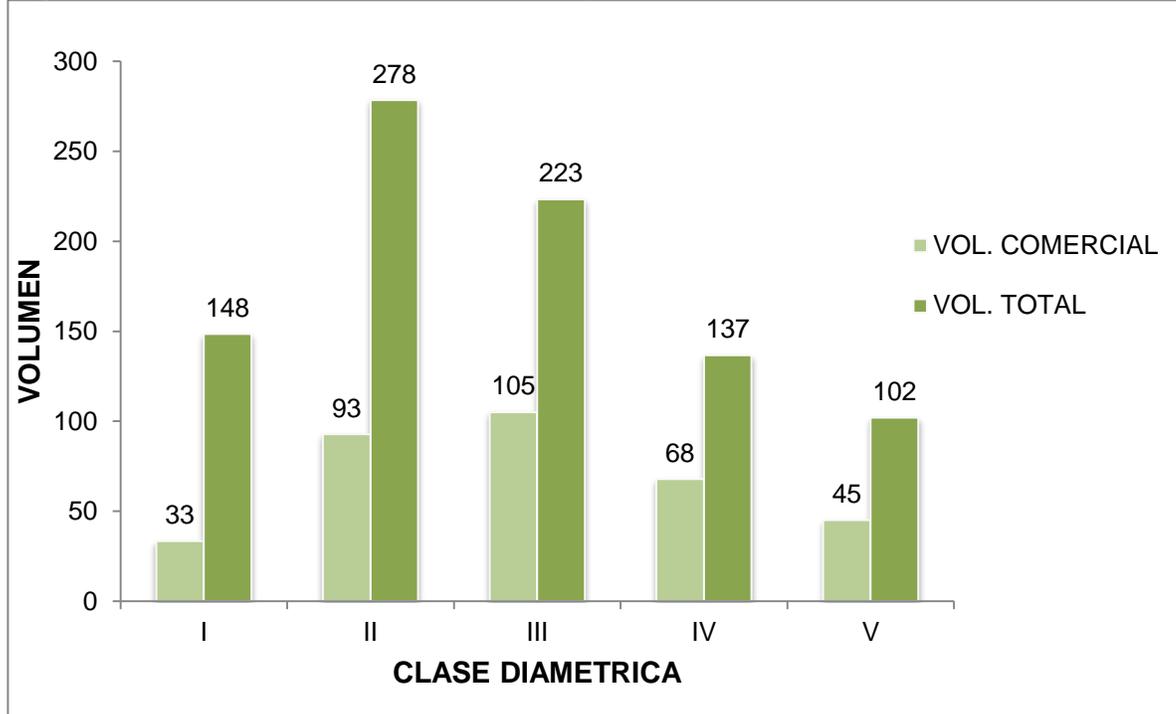


Figura 22. Distribución de volúmenes por clase diamétrica.



6.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES.

Es la variabilidad de los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos participan.

6.6.1 Índice de Margalef (Dmg). La diversidad se compone de 2 elementos: variedad o riqueza y abundancia relativa de las especies, para la evaluación de la misma dentro de un ecosistema se utiliza el número de especies de una muestra definida relacionadas con el número de individuos en una comunidad dada, dando como resultado **2,37** lo que significa que hay una baja diversidad en el bosque debido a la asociación de especies.

6.6.2 Índice de Shannon y Wiener (H). Este índice se deriva de la teoría informativa y representa un tipo de formulación ampliamente utilizado para evaluar la complejidad y contenido de información de todos tipos de ecosistemas. Para el ecosistema de Bosque de roble *Quercus humboldti Bonpl.* Se encontró un índice de **0,32** lo que representa alta dominación y baja diversidad de especies.

6.6.3 Índice de Simpson (D). Este es una medida de dominancia que se enfatiza en la especie más común y refleja más la riqueza de especies. Con este índice se busca la probabilidad de que dos individuos de una comunidad tomados al azar pertenezcan a la misma especie. Teniendo en cuenta que la especie dominante es el roble, *Quercus humboldti Bonpl.* Con un índice de **0,56** indicando para la especie tiene una alta dominación y baja diversidad en el ecosistema.

6.6.4 Índice de Menhinick (Dmn). Es la relación entre el número de especies y el número de individuos dando como resultado **0,675** lo que indica una baja diversidad en el bosque.

6.6.5 Estimador de Jackknife. Este estimador determina el número de especies fragmentadas dentro de la muestra dando como resultado **16,98**, lo que indica que se ha originado una transformación del paisaje con la creación de pastizales para el ganado ocasionando modificaciones en los procesos ecológicos impactando la comunidad de flora.

6.6.6 Índice de Berger Parker. Esta es una medida de dominancia que expresa la abundancia relativa de la especies más abundante para nuestro estudio se trabajó con el **Quercus humboldti Bonpl.** Dando como resultado 0,101 lo que indica que es un ecosistema poco diverso.

6.7 LATIZAL

En la siguiente figura se hace un resumen del latizal los cuales se midieron en parcelas de 5x5 m, individuos mayores a 1.5 m de altura y diámetros menores a 10cm.

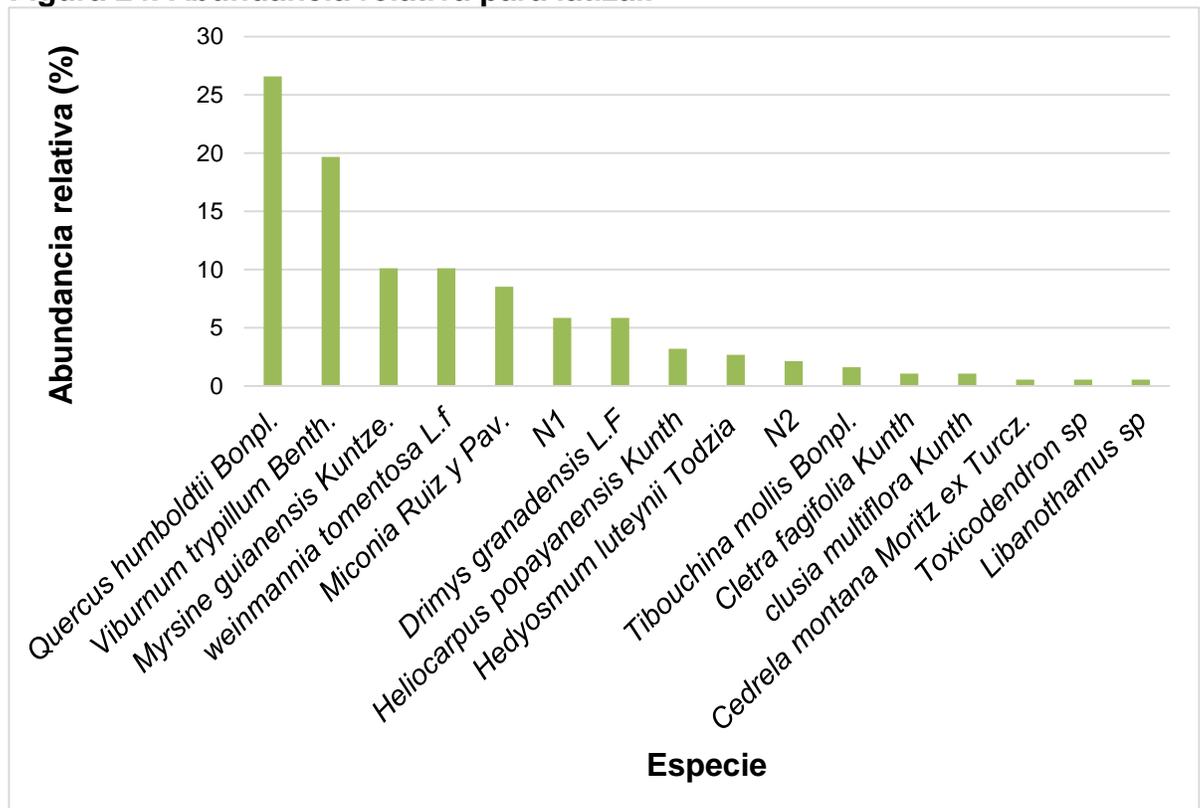
El total de especies registradas fueron 16, la mayoría de estas especies están presentes en la categoría de fustal y el total de individuos fue de 188, donde la especie con mayor número de individuos fue el roble, *Quercus humboldti Bonpl.* Con 50 representantes.

Figura 23. Resumen de latizal en el bosque de roble

Nombre científico	Familia	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Fagaceae	50	26,59574468	33,84615385	23,15789474
<i>Viburnum trypillum</i> Benth.	Adoxaceae	37	19,68085106	24,61538462	16,84210526
<i>Myrsine guianensis</i> Kuntze.	Primulaceae	19	10,10638298	13,84615385	9,473684211
<i>weinmannia tomentosa</i> L.f	Cunoniaceae	19	10,10638298	15,38461538	10,52631579
<i>Miconia Ruiz y Pav.</i>	Melastomataceae	16	8,510638298	21,53846154	14,73684211
N1	N1	11	5,85106383	9,230769231	6,315789474
<i>Drimys granadensis</i> L.F	Winteraceae	11	5,85106383	6,153846154	4,210526316
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Tiliaceae	6	3,191489362	3,076923077	2,105263158
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	Chloranthaceae	5	2,659574468	4,615384615	3,157894737
N2	N2	4	2,127659574	1,538461538	1,052631579
<i>Tibouchina mollis</i> Bonpl.	Melastomataceae	3	1,595744681	1,538461538	1,052631579
<i>Cletra fagifolia</i> Kunth	Clethraceae	2	1,063829787	3,076923077	2,105263158
<i>clusia multiflora</i> Kunth	Clusiaceae	2	1,063829787	3,076923077	2,105263158
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
<i>Toxicodendron</i> sp	Anacardiaceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
<i>Libanothamus</i> sp	Asteraceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
		188	100	146,1538462	100

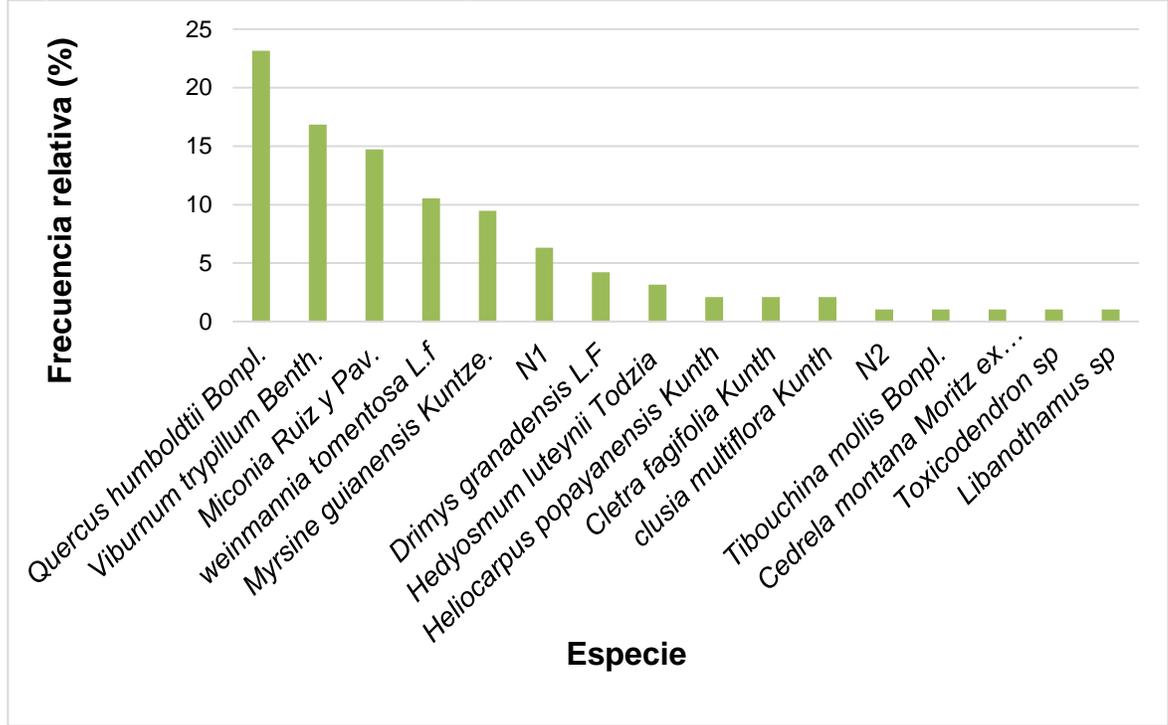
6.7.1 Abundancia. En términos generales se observa que la abundancia es muy baja para todas las especies registradas aun así la especie que registro una mayor abundancia fue el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* Con una abundancia relativa de 26,59% seguida del garrocho, *Viburnum trypillum Benth* con un 19,68% y se encontraron abundancias muy bajas correspondientes al cedro, *Cedrela montana Moritz ex Turcz.* sarno, *Toxicodendron sp* y tabaquillo *Libanothamus sp* estos datos tan bajos se debe a que solo se registraron un individuo para cada especie mencionada.

Figura 24. Abundancia relativa para latizal.



6.7.2 Frecuencia. La especie con mayor frecuencia es el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* Con 23,5 % seguido del garrocho, *Viburnum trypillum Benth* con un 16,84%. Estos resultados se deben a que el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* Se encontró en todas las parcelas muestreadas.

Figura 25. Frecuencia relativa para latizal.



6.8 REGENERACIÓN NATURAL

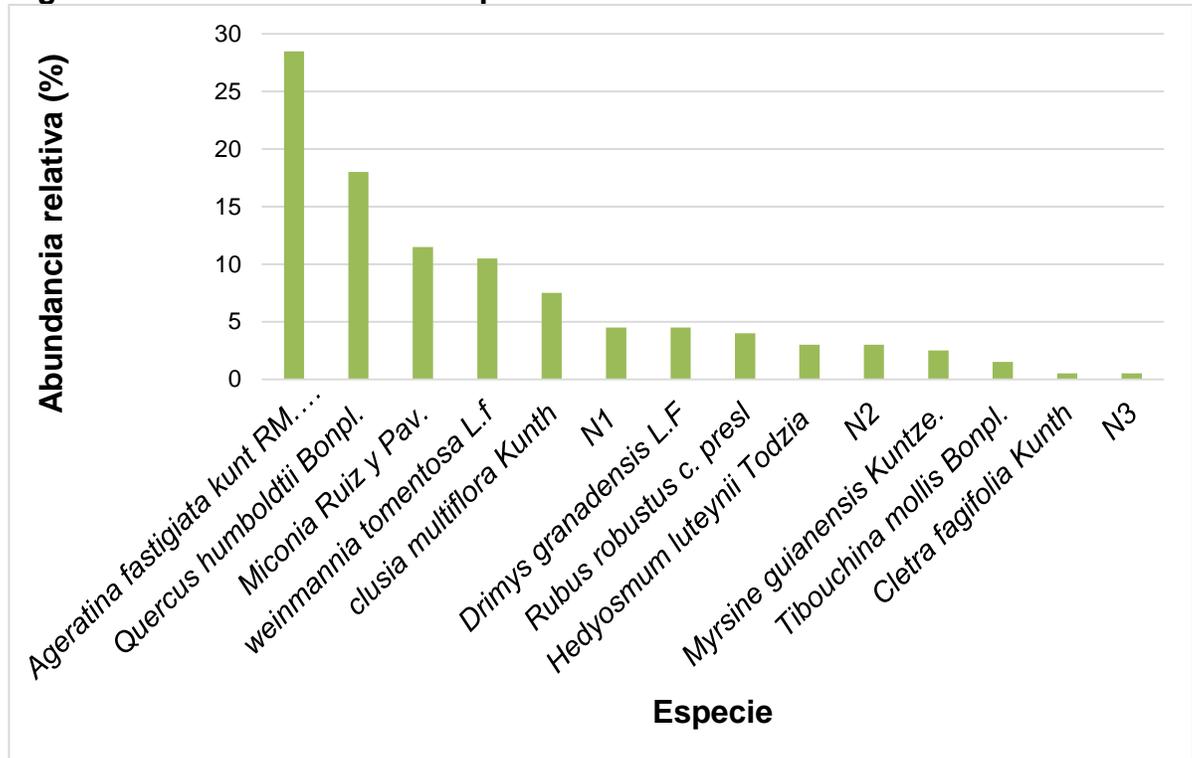
En el siguiente cuadro se hace un resumen del brinzal encontrado, éste se midió en parcelas de 2x2 m donde se registraron individuos de alturas entre 0,3 y 1,5 m de altura, para ello se encontraron 14 especies y 200 individuos.

Figura 26. Resumen del brinjal encontrado en el bosque de roble.

Nombre común	Familia	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Fagaceae	50	26,59574468	33,84615385	23,15789474
<i>Viburnum trypillum</i> Benth.	Adoxaceae	37	19,68085106	24,61538462	16,84210526
<i>Myrsine guianensis</i> Kuntze.	Primulaceae	19	10,10638298	13,84615385	9,473684211
<i>weinmannia tomentosa</i> L.f	Cunoniaceae	19	10,10638298	15,38461538	10,52631579
<i>Miconia Ruiz y Pav.</i>	Melastomataceae	16	8,510638298	21,53846154	14,73684211
N1	N1	11	5,85106383	9,230769231	6,315789474
<i>Drimys granadensis</i> L.F	Winteraceae	11	5,85106383	6,153846154	4,210526316
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Tiliaceae	6	3,191489362	3,076923077	2,105263158
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	Chloranthaceae	5	2,659574468	4,615384615	3,157894737
N2	N2	4	2,127659574	1,538461538	1,052631579
<i>Tibouchina mollis</i> Bonpl.	Melastomataceae	3	1,595744681	1,538461538	1,052631579
<i>Cletra fagifolia</i> Kunth	Clethraceae	2	1,063829787	3,076923077	2,105263158
<i>clusia multiflora</i> Kunth	Clusiaceae	2	1,063829787	3,076923077	2,105263158
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
<i>Toxicodendron</i> sp	Anacardiaceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
<i>Libanothamus</i> sp	Astteraceae	1	0,531914894	1,538461538	1,052631579
		188	100	146,1538462	100

6.8.1 Abundancia. La especie más abundante fue la chilca, *Ageratina fastigiata kunt RM. King y H.Rdo* con una abundancia absoluta de 57 individuos y una abundancia relativa de 28,5% y en un segundo lugar está el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* Con una abundancia absoluta de 36 individuos y una abundancia relativa de 18%.

Figura 27. Abundancia relativa para brinzal.



6.8.2 Frecuencia. La especie con más frecuencia dentro de la regeneración natural es el roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* Con 18,88% este porcentaje no es tan representativo con respecto al 100%, en un segundo lugar la especie más abundante es la chilca, *Ageratina fastigiata kunt RM. King y H.Rdo* con un 15,55% y en un tercer lugar está el tuno *Miconia Ruiz y Pav.* Con un 14,44%.

Figura 28. Frecuencia relativa para brinzal

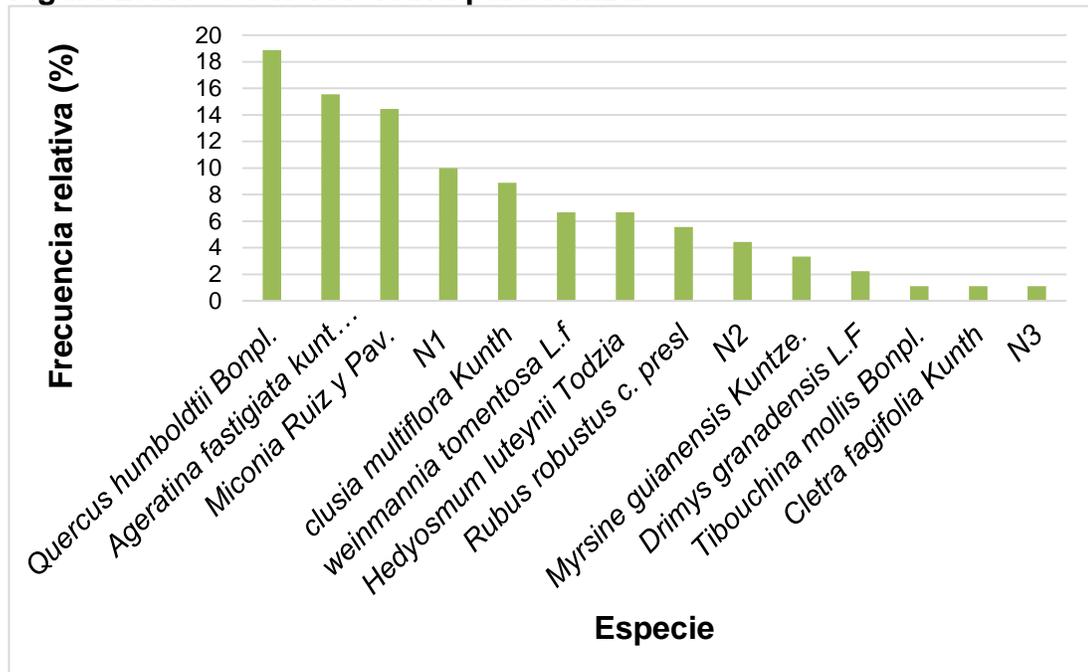


Figura 29. Especies representativas del brinzal



Clusia multiflora Kunth



Hedyosmum luteynii Todzia

6.9 FACTORES QUE AFECTAN AL BOSQUE.

El factor que más ha deteriorado el bosque de roble, *Quercus humboldtii Bonpl.* ha sido la deforestación ya que se han talado árboles para la implementación de pastos limpios e introducción de ganado el cual tiene acceso al bosque natural alimentándose de retoños siendo esta la causa de la baja densidad de árboles en latizal y brinzal ya que la entrada de ganado va haciendo que disminuya continuamente la extensión del bosque.

Si se incluyen las emisiones por el uso de la tierra y el cambio del uso de la tierra, el sector ganadero es responsable del 9 por ciento del CO₂ procedente de las actividades humanas, pero produce un porcentaje mucho más elevado de los gases de efecto invernadero más perjudiciales, genera el 65 por ciento del óxido nítrico de origen humano, que tiene 296 veces el Potencial de Calentamiento Global del CO₂. La mayor parte de este gas procede del estiércol.¹²

La actividad ganadera figura dentro de los sectores más perjudiciales para los recursos suelo y agua causando una degradación a gran escala a causa del sobre pastoreo, la compactación y la erosión, para el recurso hídrico contribuye a la contaminación, el sobre pastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos. La producción de forraje obliga a desviar importantes cantidades de agua, además otras consecuencias que trae es disminución en la productividad de los suelos. Estas prácticas se deben a que hay más incentivos para las actividades agropecuarias que los existentes para conservar, o simplemente es más rentable producir que conservar.

¹² FAO. Op. Cit., p. 115.

Figura 30. Factores que afectan al bosque.



6.10 FACTOR CLIMA

El clima es importante desde el punto de vista biótico por su directa interacción con el paisaje, suelo, flora, fauna y desde el punto de vista socioeconómico por su influencia en el uso de la tierra; Es un conjunto de condiciones atmosféricas como temperatura, precipitación, brillo solar, humedad, vientos, evapotranspiración, entre otros, siendo las dos primeras variables más importantes, junto con la altitud podemos clasificar las zonas climáticas de un determinado lugar, además de ser uno de los insumos importantes para definir las coberturas boscosas.

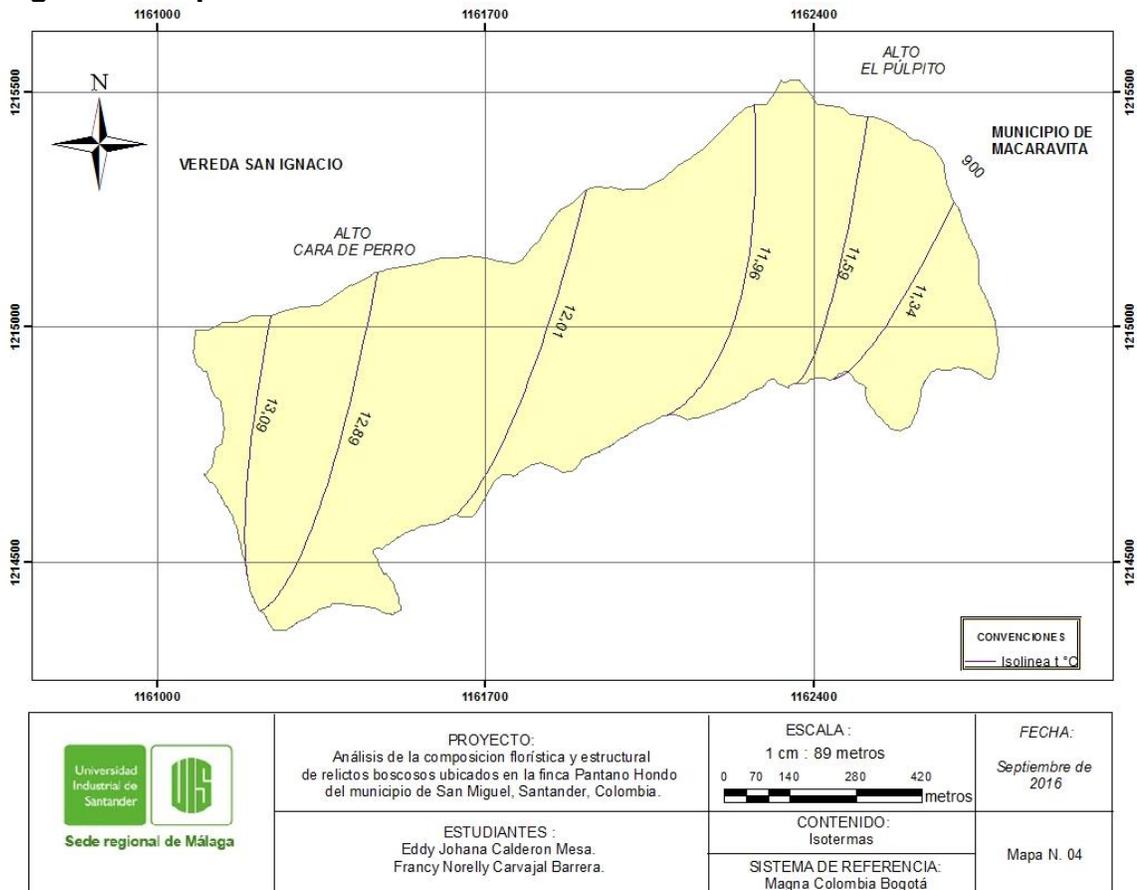
Para el análisis climático de la finca Pantano Hondo se contó con información suministrada por el IDEAM proporcionándonos datos de las estaciones meteorológicas de los municipios de Cerrito, Capitanejo y Chiscas, esto debido a que el municipio no cuenta con su propia estación meteorológica datos que fueron procesados por el método de interpolación de polígonos en el programa ArcGIS 10.2.

Tabla 6. Datos de las estaciones meteorológicas.

Estación	Longitud	Latitud	Temperatura media	Precipitación media
Cerrito	72°42'27.0"W	6°50'27.0"N	13,6°	1212,3 mm
Capitanejo	72°41'35.6"W	6°31'3.8"N	25,6°	771,2 mm
Chiscas	72°30'17.0"W	6°32'58.3"N	16,9°	1316,7 mm

6.10.1 Temperatura. La temperatura en el municipio de San Miguel oscila entre los 8°C y los 24°C, se enmarca dentro de un clima medio siendo los meses más calurosos Enero, febrero, Diciembre, y registrándose las temperaturas más bajas en los meses de Abril, Agosto, Octubre, la temperatura media anual es de 16°C, en la vereda San Pedro la temperatura oscila entre 8°C y 12°C¹³, siendo una de las veredas más frías del municipio.

Figura 31 Mapa de isotermas.



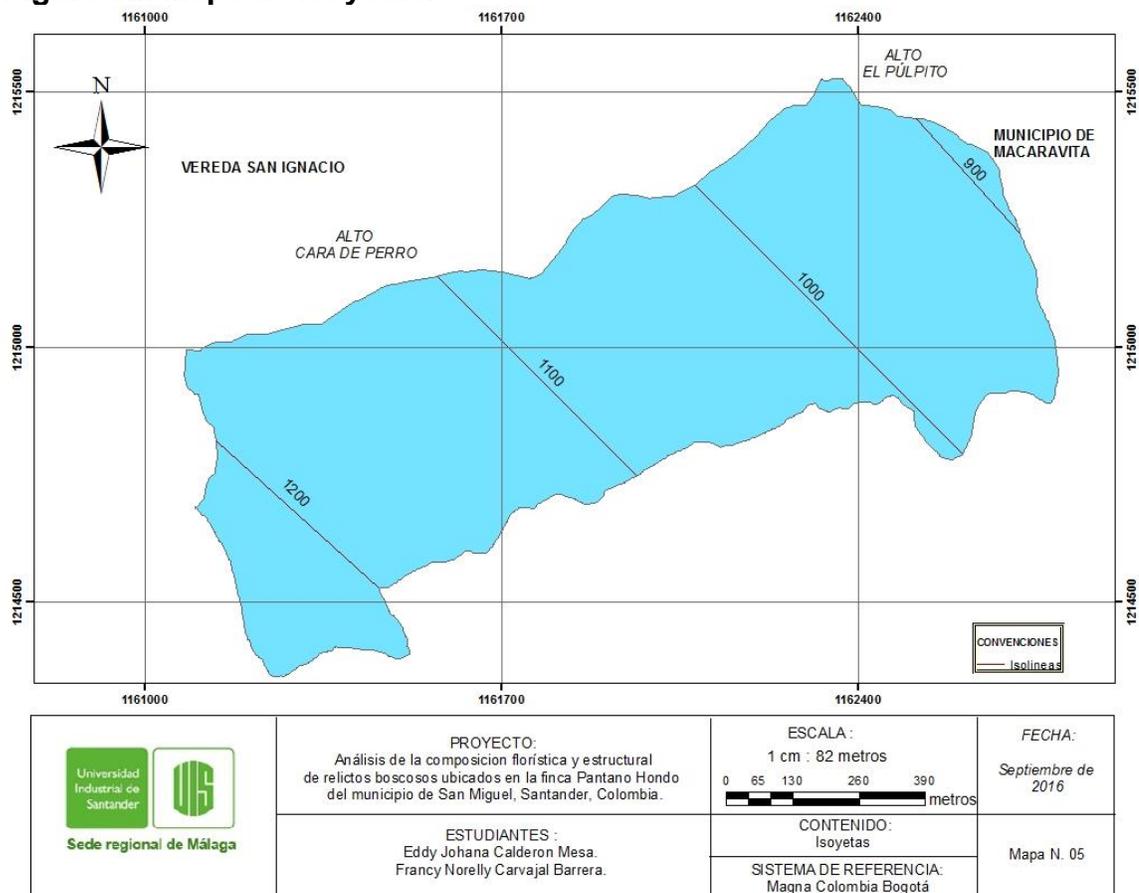
La temperatura promedio de la finca pantano Hondo es de 12.2°C la cual indica que es un sitio de baja temperatura (frio) donde este rango de temperatura se mantiene constante en periodos largos de tiempo. La temperatura más baja se registra en la parte alta de la finca con 11.3°C.

¹³ ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL SAN MIGUEL SANTANDER. Plan de desarrollo municipal “San Miguel en equidad y paz” 2.16- 2019. [online] San Miguel, Colombia: La Administración, 2016. p.17-19 [consultado en Agosto de 2016] Disponible en: http://sanmiguel-santander.gov.co/apcailes/37376139666336366136656137383131/San_Miguel_manual_de_contro_l_interno.pdf

6.10.2 Precipitación. De acuerdo con los datos de las estaciones utilizadas, se presentan de manera general dos periodos de alta pluviosidad intercalados con periodos de baja pluviosidad; el periodo lluvioso en el primer semestre del año se presenta en los meses de Abril, Mayo y Junio para la mayor parte del área municipal; el segundo periodo lluvioso ocurre entre los meses de Octubre y Noviembre con máximos de precipitación en el mes de Octubre. Los periodos con tendencia seca se presentan en el primer semestre del año, entre los meses de Enero y Febrero y en el segundo semestre entre Julio, Agosto y Diciembre siendo críticos durante todo el periodo.¹⁴

En la vereda San Pedro hay un promedio de lluvias de 1000 mm.

Figura 32. Mapa de isoyetas.



En la finca Pantano Hondo la precipitación promedio de lluvia es de 1050 mm/anales, donde los sitios con mayor pluviosidad están ubicados en la parte

¹⁴ Ibís., p. 21

baja de la finca con una precipitación de 1200 mm/anuales y los sitios con menor pluviosidad en la parte alta de la finca con una precipitación de 900 mm/anuales.

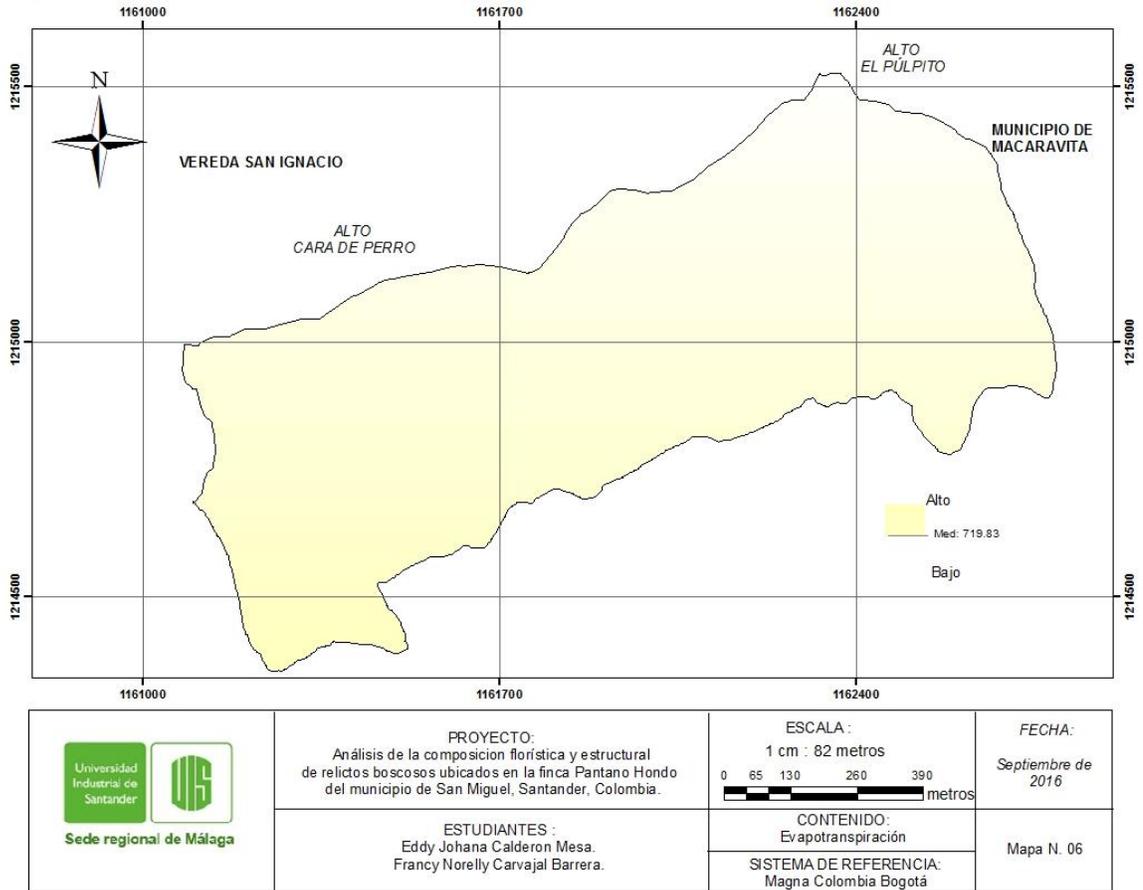
6.10.3 Unidades climáticas. La zonificación climática para la finca Pantano Hondo se basa en la metodología propuesta por Holdridge encontrándose las siguientes unidades climáticas.

6.10.3.1 Unidad frío húmedo. Esta unidad se caracteriza por presentar temperaturas bajas, vientos fuertes, alta insolación diurna, baja presión atmosférica, constantes cambios de humedad, esta unidad se presenta por encima de los 3200 msnm ocupa un área de 30 Has que equivale al 32.6% de la finca, la temperatura media es de 11°C, y una precipitación media de 1100 mm. En condiciones naturales esta unidad presenta vegetación de pajonales, abástales y bosques bajos. La importancia principal del páramo está en la reserva del recurso hídrico.

6.10.3.2 Unidad frío semi húmedo. Esta unidad se presenta entre los 2000 y 3000 msnm, la temperatura promedio es de 12°C, con una precipitación media de 1000 mm, ocupa un área de 62 Has que equivale al 67.39% de la finca. En esta unidad climática se desarrolla vegetación donde predominan especies como el roble *Quercus humboldtii Bonpl.* Y algunos árboles y arbustos, en tanto que en la parte baja se presentan especies como el loqueto, *Escallonia péndula*, entre otras especies.

6.10.4 Evapotranspiración (etp). Utilizando la fórmula de Holdridge da como resultado una evapotranspiración de 0.68 este valor indica la cantidad de agua que se evapora en el ecosistema, la relación entre la temperatura promedio y la precipitación promedio a mayor calor mayor evapotranspiración, pero si aumenta la humedad esta se reduce con el valor anteriormente dado se concluye que el área de estudio se encuentra en una provincia de humedad húmedo.

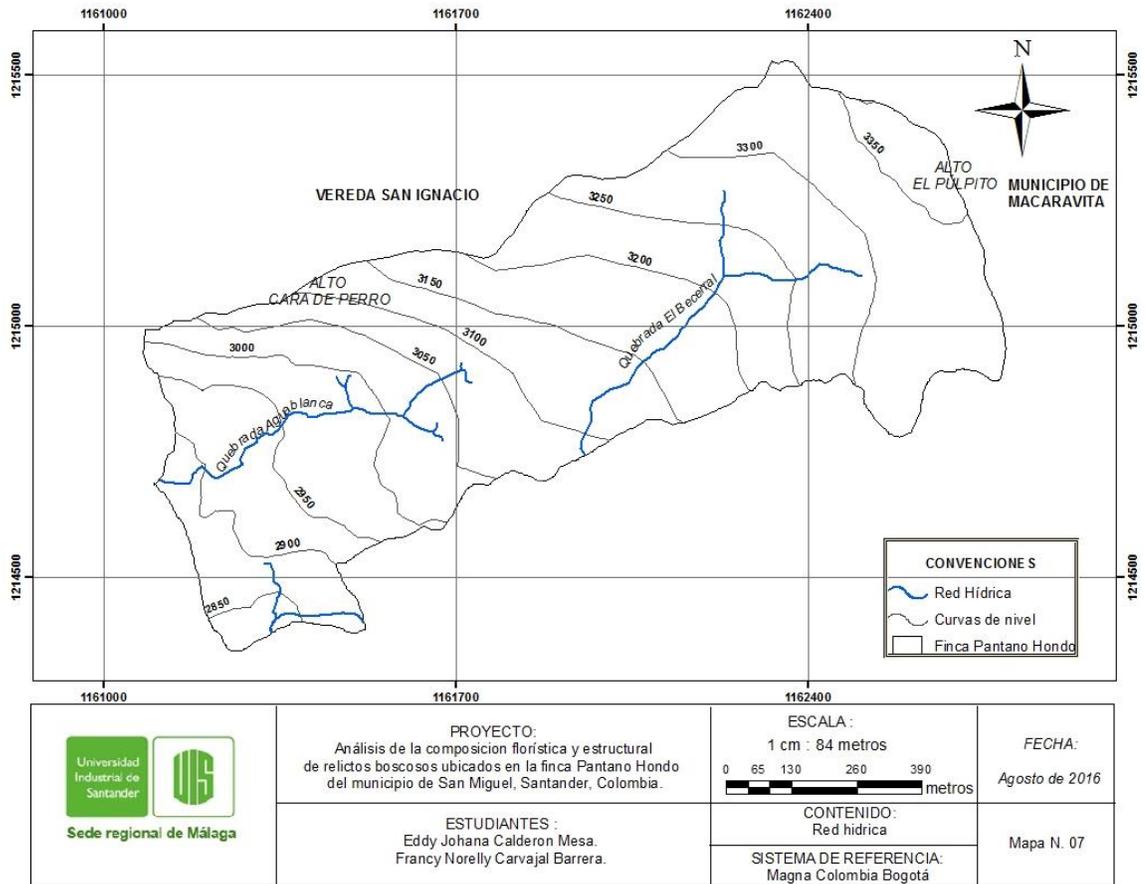
Figura 33. Mapa de evapotranspiración.



6.11 FACTOR AGUA

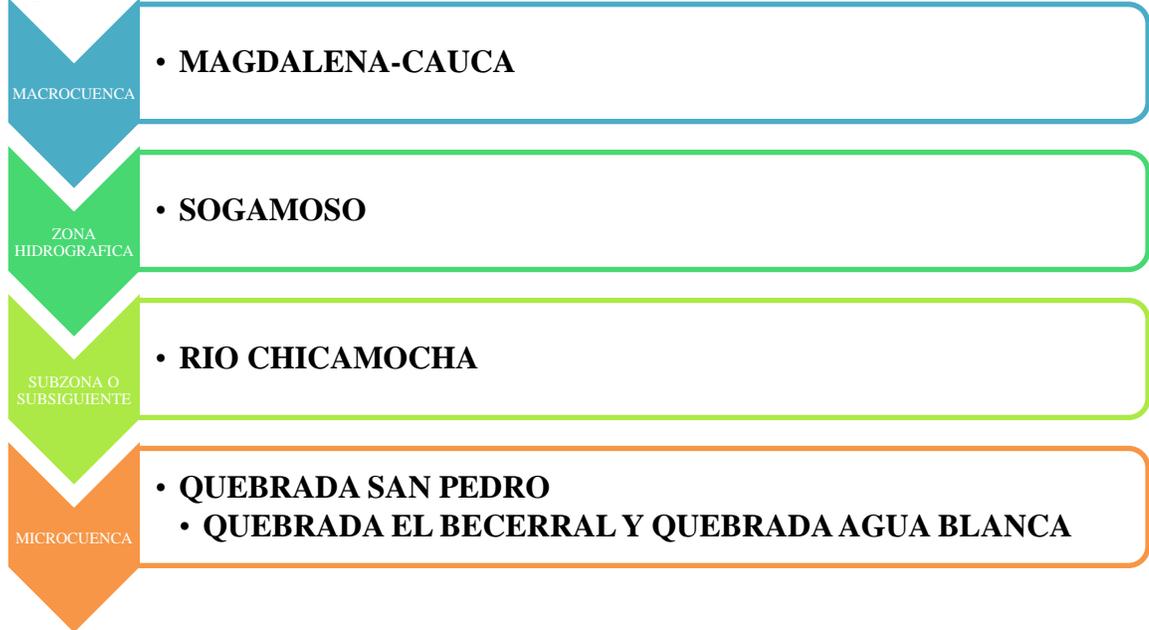
La finca Pantano Hondo cuenta con dos quebradas importantes que son la quebrada el Becerral y la quebrada Agua Blanca los cuales nacen dentro del bosque y recorren gran parte de la finca lo que le da un mayor nivel de importancia ecológico y de conservación teniendo en cuenta que el bosque de roble, *Quercus humboldtii Bonpl* posee gran capacidad para capturar, almacenar y filtrar el agua.

Figura 34. Mapa distribución de la red hídrica dentro de la finca.



La quebrada el Becerral tiene dos subafluentes que nacen en la parte alta de la finca entre los 3250 y 3300 m.s.n.m. recorriendo la parte suroriental de la misma; este afluente presenta un caudal de 1.75 Lt/seg medidos en el mes de noviembre. Por otro lado la quebrada Agua Blanca nace entre los 3050 y 3100 msnm. Y recorre la parte baja de la finca; los dos afluentes son de tercer orden pertenecientes a la microcuenca quebrada San Pedro.

Figura 35. Clasificación de los afluentes



La quebrada el Becerral y la quebrada Agua Blanca son los principales afluentes que surten la microcuenca quebrada San Pedro la cual recorre las veredas de San Pedro y San Ignacio del municipio de San Miguel y luego de recorrer una parte del municipio de Capitanejo desemboca en la Cuenca del Río Chícamocho.

6.12 FAUNA ASOCIADA A BOSQUE DE ROBLE

Para la identificación de fauna asociada al bosque de roble *Quercus humboldtii Bonpl.* Se realizaron avistamientos y se tuvo en cuenta información secundaria como el EOT del municipio y artículos de investigación en bosques similares.

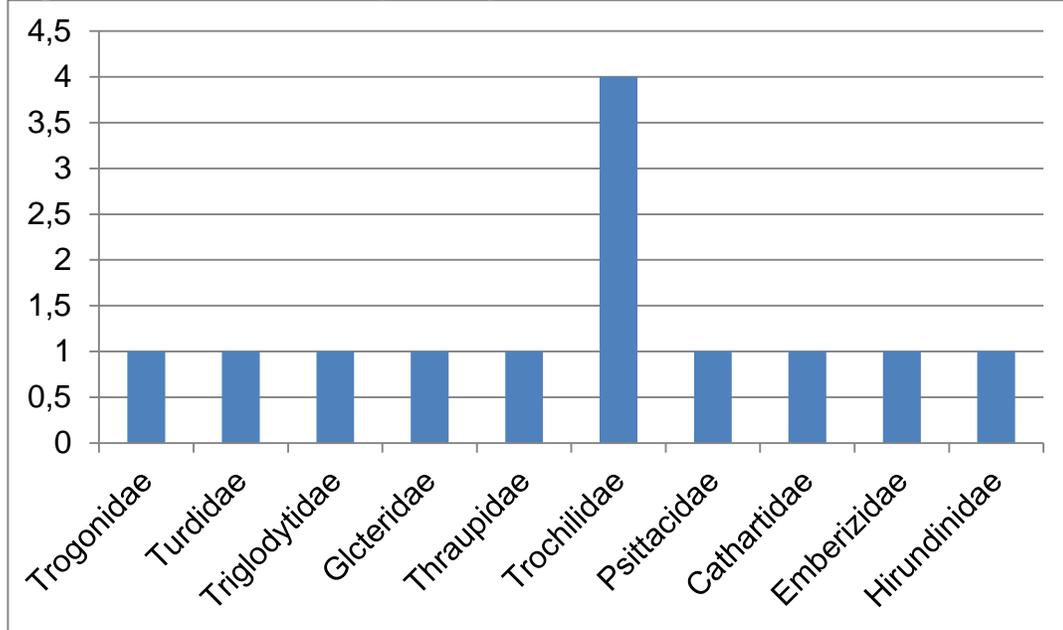
6.12.1 Aves asociadas al bosque.

Tabla 7. Listado de aves.

Nombre Vulgar	Nombre científico	Familia	Alimentación	UICN
Trogón	Trogon elegans	Trogonidae	Insectos	
Mirra patinaranja	Turdus sp	Turdidae	Insectos	
Cucaracho común	Troglodytes aedon	Triglodytidae	Insectos	
Troche	Icterus chrysater	Icteridae	Frutos	
Gorrion	Phrygilus unicolor	Thraupidae	Insectos y semillas	
colibrí	Lesbia victoriae	Trochilidae	Néctar	LC
Cotorra montañera	Hapalopsittaca amazonina	Psittacidae	Frutos	VU
Chulo	Coragyps atratus	Cathartidae	Carroña	LC
Colibrí cola verde	Metallura tyrianthina	Trochilidae	Néctar	LC
Copetón común	Zonotrichia capensis	Emberizidae	Semillas	
Golondrina	Notiochelidon murina	Hirundinidae	Insectos	LC
Colibri	Oxypogon guerinii	Trochilidae	Nectar	LC
Colibri	Aglaeactis cupripennis	Trochilidae	Nectar	LC

En el avistamiento de fauna realizado en la finca Pantano Hondo se registraron 10 familias y 13 especies donde la familia más representativa es **Trochilidae**, esta familia la representan los colibrís.

Figura 36. Número de especies por familia.



Colombia es uno de los países con mayor diversidad de fauna entre ellas se encuentran los colibrís representantes de la familia **Trochilidae**, todas las especies de este grupo son pequeñas y nectarívoras, es decir su principal fuente de energía es el néctar aunque también se alimentan de invertebrados pequeños, estas especies se distinguen por su capacidad de vuelo pueden alcanzar hasta 80 aleteos por segundo y alcanzan velocidades de hasta 50 km/H, tienen unos de los metabolismos más altos y una de las temperaturas corporales más altas registradas entre los animales endodermos temperatura cercana a los 40°, para mantener el ritmo de vida ellos deben consumir la mitad de su peso en alimento diario.

Los colibrís polinizan la gran mayoría de flores que visitan en busca del néctar, ayudando así a la reproducción sexual de las plantas, esto a la vez posibilita la producción de frutos y semillas que dará lugar a la nueva generación de plantas.

6.12.2 Mamíferos asociados al bosque. Muchas de las especies de mamíferos cumplen funciones ecológicas importantes en cuanto a recuperación, equilibrio y mantenimiento de coberturas boscosas, tal es el caso de los murciélagos y algunas especies de roedores como las ardillas quienes consumen los frutos de plantas boscosas y dispersan por medio el excremento las semillas. Los bosques de roble ofrecen diversidad de recursos alimenticios y de refugio para mamíferos, como el caso de las epifitas, la capa de hojarasca, las cuevas en las raíces de árboles y troncos, que son aprovechadas principalmente por especies de

pequeños mamíferos (roedores, marsupiales y armadillos) los cuales suelen ser abundantes en el estrato rasante de estos bosques.

Tabla 8. Listado de mamíferos.

Nombre Vulgar	Nombre científico	Familia	CITES	UICN
Faras	Didelphi morphia			
Ardilla enana	microsciurus santanderensis	Sciuridae	Apen II	DD
Conejo	Sylvilagus brasiliensis	Leporidae		LC
Ardilla	sciurus aureogaster	Sciuridae	Apen II	
Tinajo	Agouti taczanowskii	Cuniculidae		NT
Murciélago	Platyrrhinus dorsalis	Phyllostomidae		

La mayoría de estas especies se distribuyen por todo centro América y América del sur, se alimentan de frutas y semillas se refugian en agujeros entre los árboles o la vegetación densa.

El hábitat de esas especies se encuentra al interior de bosques primarios, secundario y bosques de galería, ocasionalmente se observan en sitios de cultivos, estas especies cumplen un papel principal en la dispersión de semillas.

6.12.3 Reptiles asociados al bosque de Roble. Debido a que la mayoría de las especies de reptiles son difíciles de observar por su comportamiento críptico, para este estudio se realizó la búsqueda de reptiles en parcelas de hojarasca de 3 x 5 metros obteniendo las siguientes especies principales.

Tabla 9 Listado de reptiles

Nombre Vulgar	Nombre científico	Familia
Lagarto	Phenacosaurus heterodermus	Polychrotidae
Serpiente timana	Bothriechis schleguelii	Viperidae
Lagarto	Anolis tolimensis	Polychrotidae
Lagarto	Polychrus marmoratus	Polychrotidae
Lagartos	Stenocercus trachycephalus	Tropiduridae
Serpiente	Micrurus mipartitus	Elapidae

Tabla 9. (continuación)

Serpiente	<i>Atractus</i> sp.	Colubridae
Serpiente	<i>Liophis epinephelus</i>	Colubridae

Las familias más representativas dentro de la clase de los reptiles son la Polychrotidae a la que pertenecen tres especies de lagartos y la Colubridae en la que se destacan serpientes como *Atractus* sp. y *Liophis epinephelus*.

6.13 ESTADO DEL SUELO

Para el análisis de este componente se realizaron tres mapas usando la LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia y publicada en el año 2010 de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

6.13.1 Perfil. Se realizaron 8 calicatas en todas la finca con medidas de un (1*1*1) metro y en ninguna de estas muestras se pudo identificar los diferentes horizontes, a esta profundidad todos los perfiles presentaban las mismas capas: horizonte O, formado por materia orgánica gruesa, hojarasca, ramas, seguido del horizonte A en el cual abundan las raíces y se pueden encontrar microorganismos, animales y vegetales es de color oscuro debido a la presencia de humus.

Figura 37 perfiles del suelo.



6.13.2 USO ACTUAL. Dentro del uso actual del suelo se relacionan tres categorías:

Uso forestal regular que hace referencia a las áreas donde encontramos bosques naturales, bosques secundarios.

Uso forestal restringido dentro de esta categoría se relacionan los bosques de alto valor de conservación, áreas de alta pendiente y áreas con especies susceptibles.

Uso no forestal encontramos los pastos y ganadería.

Figura 38. Mapa uso actual.

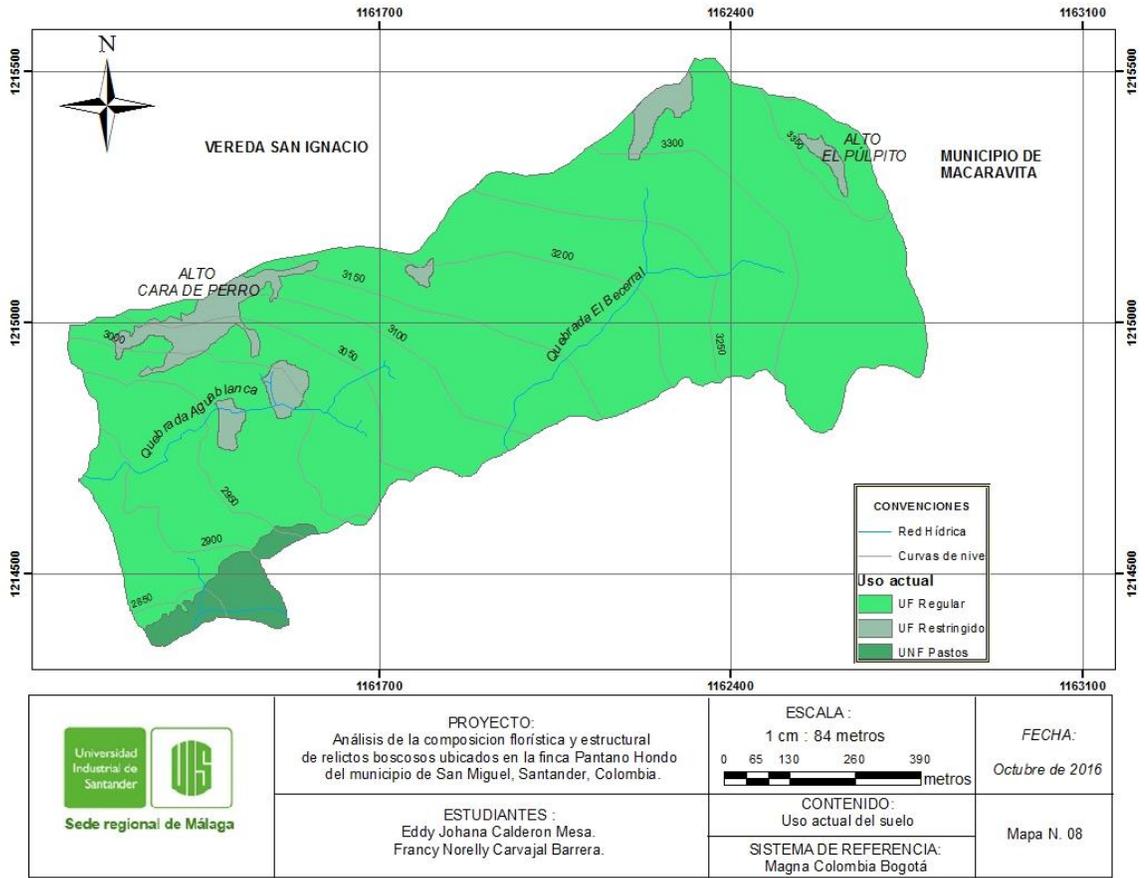
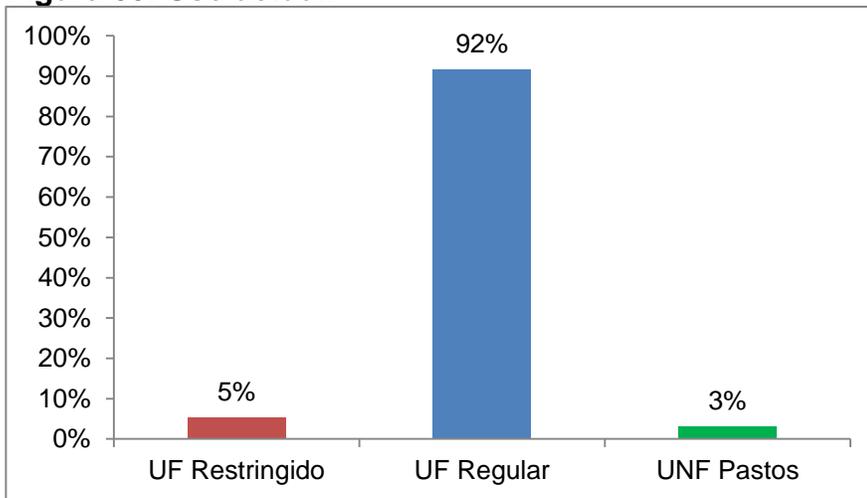


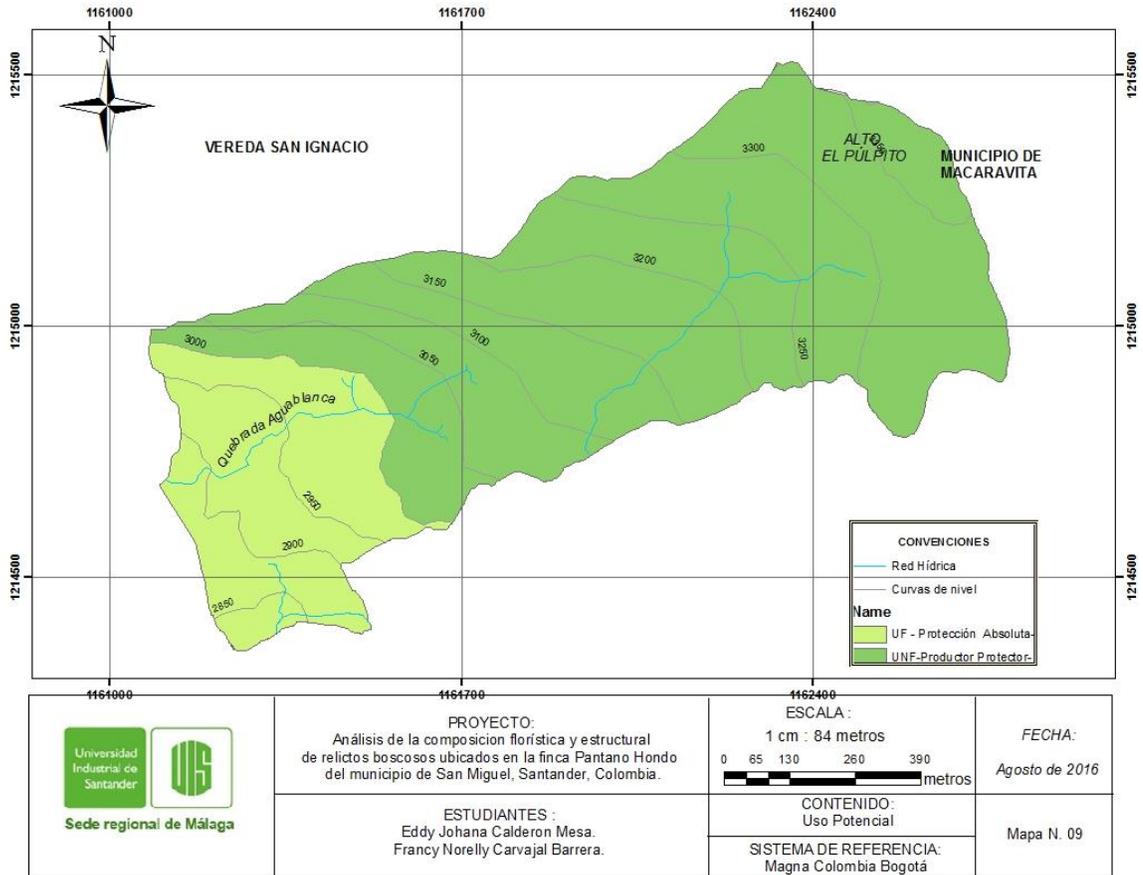
Figura 39. Uso actual.



La unidad de uso forestal regular es la unidad con mayor área dentro de la finca representada por el 92% de la misma esto debido a que se ha tenido un uso adecuado del bosque dentro del área. La unidad de uso no forestal pastos es la unidad con menor porcentaje de área ya que se presenta solo en la parte baja de la finca donde se han realizado tala de árboles y siembra de cultivos agrícolas dejándolo luego para el uso pecuario.

6.13.3 Uso potencial. Para el uso potencial del suelo se obtuvieron dos categorías uso forestal de protección absoluta que son áreas que no permiten ningún tipo de intervención y por lo tanto deben conservarse tal como están, estas son áreas que deben mantenerse con la cobertura boscosa protegida debido a sus condiciones como paisaje especiales, en estas áreas lo que se busca es mantener los procesos naturales y la diversidad biológica del sistema, este uso se restringe a actividades que no generen gran impacto como por ejemplo investigaciones. La otra son zonas de uso no forestal productor – protector que es el área que debe ser manejada priorizando la conservación de los recursos naturales renovables, puede ser objeto de actividades de producción estableciendo prácticas adecuadas de conservación del suelo, privilegiando dentro de cada actividad el efecto protector, esta área está destinada al manejo forestal sostenido y donde se permiten el uso de algunos productos forestales.

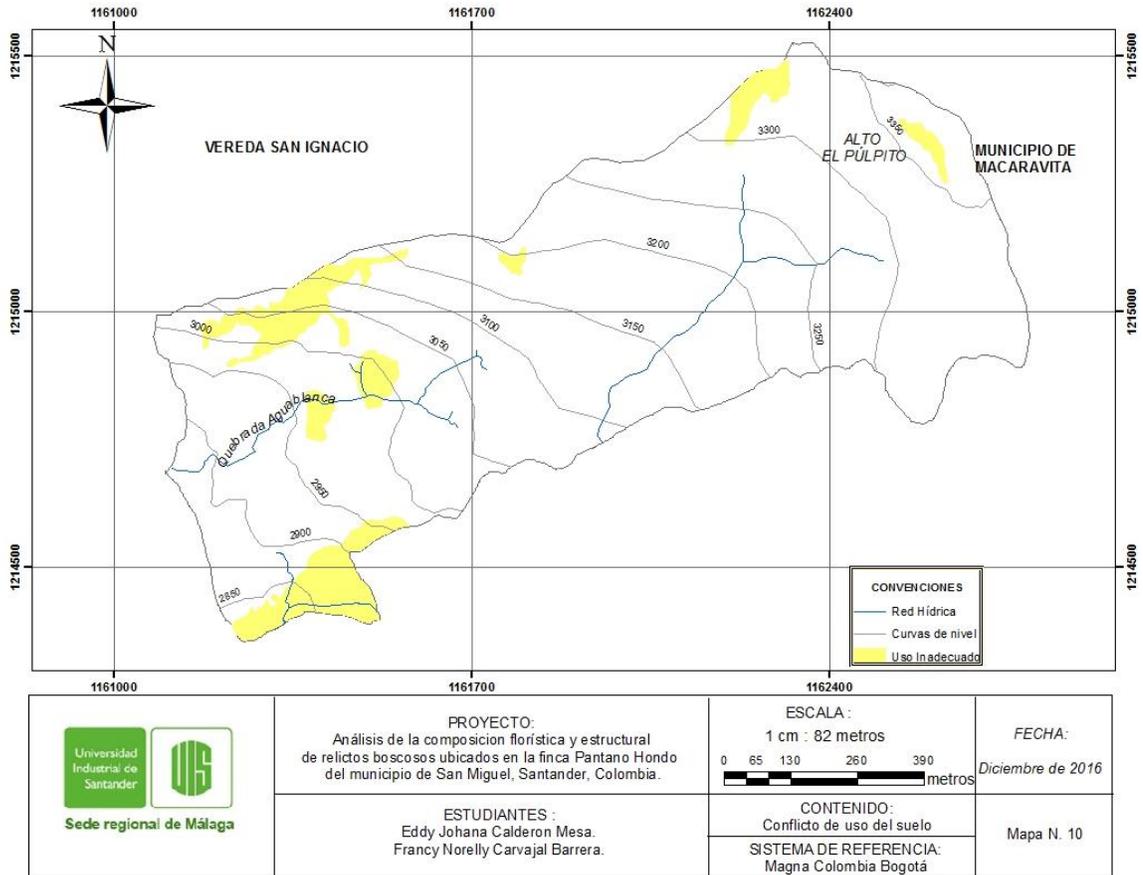
Figura 40. Mapa uso potencial.



6.13.4 Conflicto de uso. El conflicto de uso es el resultado de comparar el Uso actual con el Uso potencial. Esta labor se realizó, superponiendo el mapa de uso potencial sobre el mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo y permitió identificar la necesidad de ejecutar cambios en el uso de las tierras en intensidad, tipo y extensión. Los conflictos se clasificaron como: uso inadecuado y zona sin conflicto de uso.

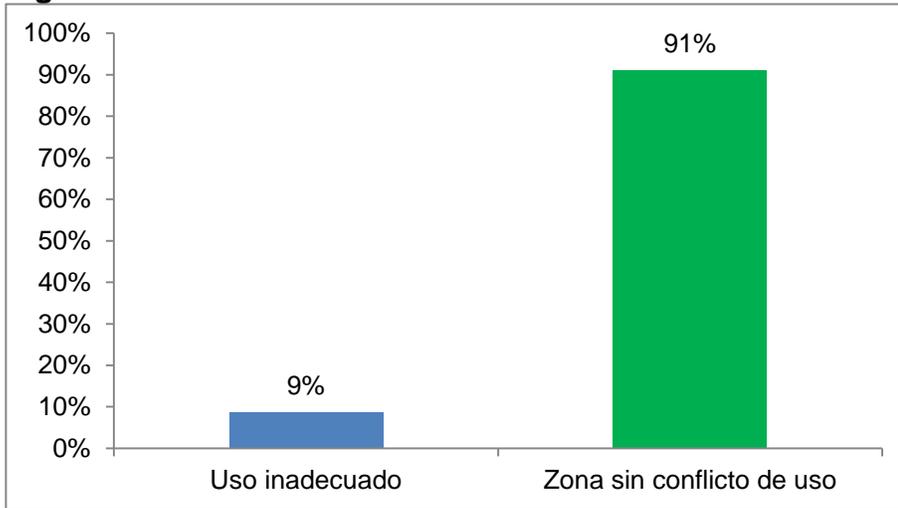
Los usos inadecuados corresponden a los utilizados para la ganadería.

Figura 41. Mapa conflicto de uso.



El 9% del área que se encuentra como uso inadecuado es un área desprovista de vegetación a causa de la tala de árboles o del sobrepastoreo en estas zonas que afectan los niveles de productividad del terreno medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, si se evidencian factores de uso inadecuado del recurso y se desaprovechan las propiedades potenciales de producción del suelo. El 91% del área que corresponde a zona sin conflicto de uso hace referencia a la zona donde no se ha intervenido el bosque de manera severa y el área ha sido utilizada acorde a su capacidad de uso.

Figura 42. Conflicto de uso.



6.13.5 ANALISIS DE SUELOS. La muestra de suelo analizada en el laboratorio químico de suelos de la Universidad Industrial De Santander donde se evaluaron 17 parámetros se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 10. Resumen análisis de suelo.

PARAMETRO	VALOR	OBSERVACION
PH	3,9	Suelo muy ácido lo que dificulta la retención de nutrientes por parte de la planta.
CE mmhos/cm	0,07	Ideal.
CIC meq/ 100g	39,0	Alto: suelo con alta capacidad para retener los elementos necesarios para la nutrición de las planta.
P (ppm)	128	Alto.
Ca meq/100g suelo	0.67	Bajo.
Mg meq/100g suelo	0.05	Bajo.
Na meq/100g suelo	0.09	Adecuado.
K meq/100g suelo	0.13	Bajo.
Al meq/100g suelo	7.4	Alto
%C	3.73	
B (ppm)	0.16	Bajo.
Fe (ppm)	195	Alto.
Mn (ppm)	1.33	Bajo.
Cu (ppm)	0.32	Bajo.
Zn (ppm)	1.10	Bajo.
S (ppm)	5.93	Adecuado.
Textura	Franco- arenosa	

El análisis de suelo dio como resultado un suelo altamente ácido con concentraciones altas de nitrógeno, aluminio, hierro y fosforo. Niveles bajos en elementos menores como Calcio, Magnesio, Potasio, Boro, Manganeso, Cobre y Zinc; Niveles adecuados en Sodio y Azufre. Por otra parte la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) y Conductividad Eléctrica (C.E) es ideal lo que le permite tener una alta capacidad para la retención de los nutrientes necesarios para la nutrición de las plantas.

Un PH de 3,9 que indica un suelo altamente ácido lo que dificulta la disponibilidad de nutrientes para la planta.

La Textura (Franco-Arenoso) hace referencia a Suelos con buenas propiedades físicas, hay buena infiltración de agua y las plantas pueden desarrollar un buen sistema radicular.

7. CONCLUSIONES

El bosque de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. De la finca Pantano Hondo se comporta de una manera homogénea debido a la baja densidad de especies y a la formación de parches de las mismas, siendo esta especie la más abundante tanto en fustal como en latizal, presenta los mayores índices de frecuencia y dominancia del total de individuos registrados.

El roble *Quercus humboldtii* Bonpl. Representa el 56,86% del total, con un Índice de valor de importancia de 167,47 seguido del cucharo blanco *Myrsine guianensis* Kuntze. Con un valor de 21,52, la densidad registrada por hectárea es de 610 árboles lo que significa que se encuentran un alto número de árboles con diámetros mayores de 10 cm DAP.

El latizal y brinzal se han visto afectados por la intervención de ganado ya que no permiten que se desarrollen las especies, esto también es un factor para que los arboles de fustal tengan un gran desarrollo y se puedan encontrar arboles con diámetros a la altura del pecho considerables mayores a 1,5 metros, para ello se encontraron dos estratos arbóreos uno comprendido entre los 6 y 12 metros de altura y otro estrato que comprende alturas entre los 13 y los 20 metros así como también se encuentran arboles aislados que superan los 23 metros.

La finca Pantano Hondo cuenta con dos afluentes de tercer orden que son: la quebrada el Becerral y la quebrada Agua Blanca las cuales nacen dentro del bosque y recorren gran parte de ella; dichos afluentes presentan caudales de 1.75 Lt/seg medidos en el mes de noviembre notándose una disminución del recurso en época de verano. Los afluentes representan el mayor valor ecológico y paisajístico de la finca convirtiéndola en un objetivo importante de conservación. Dentro de la fauna asociada al bosque de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. Se encontró gran diversidad de aves donde se destaca la familia **Trochilidae** representada por 4 especies de colibrís que cumplen la función de polinizar las flores que visitan en busca del néctar, ayudando así a la reproducción sexual de las plantas; en el caso de los mamíferos la familia de mayor importancia es **Sciuridae** a la que pertenecen las ardillas y por último los reptiles están representados por la familia **Polychrotidae** con tres especies de lagartos.

8. RECOMENDACIONES

El bosque de roble en su función de capturar, almacenar y filtrar el agua se ha convertido en el principal objetivo de estudio y conservación por parte de los beneficiarios del recurso; teniendo en cuenta lo anterior se recomienda colocar una cerca para impedir el paso de animales a los nacimientos evitando la contaminación del agua y favoreciendo la restauración del ecosistema.

El monitoreo de los caudales debe hacerse en época de verano y de invierno para verificar la disminución del caudal y su capacidad para abastecer la comunidad conservando el caudal mínimo exigido por las autoridades ambientales.

Se hace necesaria la participación de la administración municipal en la búsqueda de apoyos financieros para garantizar el cuidado del recurso hídrico ya que en la finca hay afloramiento importante, que son utilizados para las actividades cotidianas de los habitantes.

Registrar la finca para poder adquirir incentivos forestales incentivando al cuidado y preservación del bosque

BIBLIOGRAFIA

ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL SAN MIGUEL SANTANDER. Plan de desarrollo municipal "San Miguel en equidad y paz" 2.016- 2019. [Online] San Miguel, Colombia: La Administración, 2016. 19p. [consultado en Agosto de 2016] Disponible en: [http://sanmiguel-santander.gov.co/apcfiles/37376139666336366136656137383131/San Miguel m anual de control interno.pdf](http://sanmiguel-santander.gov.co/apcfiles/37376139666336366136656137383131/San_Miguel_m_anual_de_control_interno.pdf)

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico [online]. Bogotá, D.C.: Colombia: El Ministerio, 2010. 130p. [Consultado julio 2016]. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentaci%C3%B3n Pol%C3%ADtica Nacional Gesti%C3%B3n /libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presentaci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_Gesti%C3%B3n_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf)

ETTER, Andrés; MCALPINE, Clive; WILSON, Kerrie; PHINN, Stuart; POSSINGHAM, Hugh. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. En: Revista Agriculture, ecosystems y environment. Junio, 2006, vol.114, no.2., 400p

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El desafío de la ordenación forestal sostenible: Perspectivas de la silvicultura mundial. Roma: FAO, 1994. 198p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Los Bosques del Mundo en Cifras: América Latina y el Caribe, una Región Rica en Materia Forestal. [Online]. Roma: FAO, 2012. [Consultado en Julio 2016.] Disponible en: http://www.revista-mm.com/ediciones/rev72/forestal_bosques.pdf

HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Biblioteca del campo. Granja integral autosuficiente. Bogotá: Hogares juveniles, 1999, 4 edic. 56p.

JUAREZ BADILLO, R. RODRIGUEZ. Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limusa, 2000. 580p.

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

PAZ, Juan Pablo. Características florísticas de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán (Cauca). [En línea]. En: Revista Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad del Cauca. 2012. vol. 10. no. 2., 50p. (Recuperado en 18 marzo 2017). Disponible en: <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/253>

VAN DER HAMMEN, T; CLEEF, A. M. Trigonobalanus and the tropical amphipacific element in the north Andean forest. En: Journal of Biogeography. Septiembre, 1983. Vol. 10, no. 5. 480p.

VILLARREAL, Hector... [et al.] Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. [En línea]. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006.41p.(Recuperado en 13 marzo 2017). Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/humboldt analisisdatos.pdf>

ANEXO

ANEXO A. ANÁLISIS DE SUELO DE LA FINCA PANTANO HONDO.

		LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS CONVENIO UIS-GOVERNACIÓN DE SANTANDER. RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS	
			Código: F-LQ5-24
			Versión: 02
			Página 1 de 2

Cliente:	Jesús León	Fecha de Ingreso de la muestra:	Noviembre 28 de 2016	Departamento:	Santander	Municipio:	San Miguel
Entidad:	N.S	Fecha de Análisis:	Enero 18 de 2017	Vereda:	San Pedro	Cultivo:	Bosque de Roble
Dirección:	N.S	Fecha de Emisión de Resultado:	Enero 18 de 2017			Finca:	Pantano Hondo
Análisis solicitado:	Caracterización	Elementos Menores	Azufr e	C.I.C.	C.E.		

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

Cód. Muestra	pH Unid	%C	P (ppm)	Ca	Mg	Na	K	Al	%Arena	%Limo	%Arcilla	Textura	B	Fe	Mn	Cu	Zn	S	CIC meq/100g	CE mmhos/cm
				meq/100g suelo				(ppm)												
17-0005	3.9	3.73	128	0.67	0.05	0.09	0.13	7.4	66	18	16	Franco - Arenoso	0.16	195	1.33	0.32	1.10	5.93	39.0	0.07

PARÁMETROS	MÉTODO ANALÍTICO	NOTAS	ABREVIATURAS
pH: Potencial de Hidrógeno C: Carbono P: Fósforo disponible Ca, Mg, Na, K % Textura B: Boro Fe, Mn, Cu, Zn S: Azufre	Electrométrico: Relación 1:1 Agua destilada Colorimétrico: <u>Walkley</u> Black K ₂ Cr ₂ O ₇ -H ₂ SO ₄ Colorimétrico: <u>Bray II</u> . HCl 0,1 N-NH ₄ F 0,03 N Absorción Atómica; Extracción: Acetato de Amonio <u>Bouyouccous</u> : Agua destilada	Nota 1: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por fax o e-mail se conservarán durante tres meses a partir de la entrega de los mismos. Nota 2: Prohibida la reproducción total o parcial de este documento. Nota 3: Estos resultados son válidos únicamente para las muestras suministradas por el cliente. Nota 4: Los métodos analíticos aplicados en el laboratorio son válidos únicamente para muestras de suelos, y no a otros materiales de características físicas similares.	N.D: No Detectable a la mínima concentración establecida por el método. N.S: No Suministrado por el Cliente. N.A: No Aplica. N.S.C: No Solicitado por el Cliente.
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico CE: Conductividad Eléctrica	Colorimétrico: Extracción Fosfato <u>Monocálcico</u> Absorción Atómica: Extracción con DTPA <u>Turbidimétrico</u> : Extracción Fosfato <u>Monocálcico</u> Extracción: Acetato de Amonio Electrométrico: Agua destilada	Nota 5: La <u>contramuestra</u> de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 2 meses a partir de la fecha de emisión del resultado. Nota 6: Información y muestra suministrada por el cliente. Nota 7: Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 6324861 ó al correo electrónico: laboratorioquimicodesuelos_uis@yahoo.com	VoBo <hr/> ROSA CLAUDIA LÓPEZ QUIROGA Química Mat. Prof. 0591
OBSERVACIONES:			