

**CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ESTADO
ACTUAL DEL BOSQUE DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) DEL
MUNICIPIO DE MÁLAGA DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

**CARLOS ALBERTO FLÓREZ SUÁREZ
LAURA LORENA ABRIL ALVARADO**

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

**CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ESTADO
ACTUAL DEL BOSQUE DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) DEL
MUNICIPIO DE MÁLAGA DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

**CARLOS ALBERTO FLÓREZ SUÁREZ
LAURA LORENA ABRIL ALVARADO**

**Trabajo de grado para optar el título de
INGENIERO FORESTAL**

**Director
HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO
Ingeniero Forestal**

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

MÁLAGA

2017

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander sede Málaga, por habernos brindado la oportunidad de crecer académicamente por medio de la carrera de Ingeniería Forestal.

A cada docente que hizo parte de nuestra formación académica, ética y profesional, por haber compartido sus conocimientos y experiencias en esta profesión. A nuestro directos Herwin Ramiro Roa Caicedo por su dirección y apoyo en el desarrollo de este trabajo, a los ingenieros María Constanza Meza y Andrés Rodríguez Toro por las respectivas correcciones de nuestro trabajo.

A nuestro amigo y compañero Elkin Fabián Bohórquez por toda la ayuda prestada. A nuestras familias por ser siempre un apoyo incondicional en cada paso que damos en la vida.

DEDICATORIA

LAURA LORENA ABRIL ALVARADO

A Dios por ser mi guía.

A mis padres María Gloria Alvarado Caicedo y Inocencio Abril Rodríguez por su apoyo incondicional en cada una de las decisiones que he tomado en mi vida, por su amor y comprensión en los momentos difíciles y por enseñarme que el esfuerzo y dedicación son muy bien recompensados.

A mis hermanos, Franky Rolando Abril Alvarado, Katty Yesenia Abril Alvarado, Jhonnatan Erley Abril Alvarado y Faiber Adrian Abril Alvarado, por su ejemplo de vida, su apoyo y comprensión en cada paso que damos juntos como familia. A mis sobrinas Yeimy Yesenia Abril y Ashly Isabella Roa Abril por ser mi motor de vida.

A Omar Eduardo Lizarazo Gómez por su amor y apoyo incondicional todos estos años.

A mis amigos más cercanos, de quienes he aprendido y recibido ayuda cuando la he necesitado.

CARLOS ALBERTO FLÓREZ SUÁREZ

A Dios por ser mi guía y mi fortaleza.

A mi madre por sus enseñanzas, su ejemplo y su apoyo incondicional en cada decisión que he tomado en mi vida, a mi hermano Danny, a mis hermanas Sandra y Angélica por su comprensión y ternura y por todos los momentos de felicidad que le han dado a mi vida.

A Edward Yesid Sandoval, Ricardo Granados, Oscar Rojas, Bernarda Galvis, Mario Arias y Fanny Sandoval por su valiosa amistad y apoyo incondicional durante el desarrollo de mi carrera.

A Lorena Rodríguez por comprenderme y estar conmigo en las buenas y malas.

A Nancy Andrea Barajas Jurado gran amiga y compañera, que aunque ya no está conmigo, sé que desde el cielo está celebrando este logro que muchas veces imaginábamos alcanzar.

En general a todos mis amigos y personas que de una u otra forma me han apoyado durante el adelanto de mis estudios.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1.PROBLEMA	20
1.1 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA	20
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL	24
4.1 MARCO TEÓRICO	24
4.1.1 Origen del bosque de Roble	24
4.1.2 El Roble en Colombia	24
4.1.3 Descripción botánica del Roble	25
4.1.4 Imágenes satelitales	26
4.1.5 Fotografías aéreas	26
4.2 Marco legal	27
4.3 Marco conceptual	29

5. PROCESOS METODOLOGICOS	32
5.1 LOCALIZACIÓN	32
5.2 DELIMITACIÓN	32
5.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS	33
5.3.1 Zona de vida	33
5.3.2 Clima	34
5.4 MUESTREO	34
5.5 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE	36
5.5.1 Composición Florística	36
5.5.2 Estructura vertical	39
5.6 DIVERSIDAD DE ESPECIES	41
5.6.1 Alfa diversidad	41
5.6 ANÁLISIS DE CAMBIO Y DEFORESTACIÓN	44
5.6.1 Adquisición y Pre procesamiento de fotografías aéreas.	45
5.6.2 Corrección geométrica (Ortorectificación)	46
5.6.3 Tasa de deforestación y cambio	46
5.7 SOCIALIZACIÓN	47
6. RESULTADOS	47
6.1 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN ZONA DE ESTUDIO	47
6.2 CLIMA	51
6.3 MUESTREO	56

6.4 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE	58
6.6 ANÁLISIS DE PERDIDA DE VEGETACIÓN	68
6.7 TASA DE DEFORESTACIÓN Y CAMBIO	73
6.8 SOCIALIZACIÓN	73
7.DISCUCIÓN	75
8. CONCLUSIONES	76
9. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Rango del índice de Margalef y características	43
Tabla 2. Rangos del Índice de Menhinick y características	43
Tabla 3. Listado fotografías aéreas años de 1955 y 1976.	46
Tabla 4. Aves asociadas al bosque de Roble	53
Tabla 5. Mamíferos asociados al bosque de Roble.	55

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Localización Zona de estudio	32
Figuras 2. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge.	34
Figuras 3. Diseño de parcelas de muestreo.	35
Figuras 4 Métodos para evaluar Alfa diversidad	42
Figuras 5. Localización zona de estudio	48
Figuras 6. Mapa delimitación manual del bosque de Roble	49
Figuras 7. Mapa comparación métodos delimitación bosque de Roble	50
Figuras 8. Fotografía reforestación de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	51
Figuras 9. Variación de la precipitación media mensual en la estación Málaga No 2.	52
Figuras 10. Temperatura media mensual	52
Figuras 11. Mapa ubicación de parcelas	57
Figuras 12. Índice de valor de importancia IVI para fustales	59
Figuras 13. Perfil de vegetación Parcela 1.	63
Figuras 14. Perfil de copas parcela 1	64
Figuras 15. Perfil de vegetación Parcela 2.	65
Figuras 16. Perfil de copas parcela 2.	66
Figuras 17. Áreas de bosque de roble en el año 1955	69
Figuras 18. áreas de bosque de roble en el año 1955	70

Figuras 19. Comparación de fotografías aéreas entre los años 1955 y 1976	71
Figuras 20. Comparación de fotografías aéreas entre los años 1976 y 2017	72
Figuras 21. Folleto para la socialización de resultados	74

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A. Establecimiento de parcelas	85
Anexo B. Toma de DAP (Diámetro a la altura del pecho)	86
Anexo C. Reforestación de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	88
Anexo D. Toma de puntos con GPS	89
Anexo E. Bosque de Roble municipio de Málaga	90
Anexo F. Fumagina negra encontrada en el Roble, vereda San Luis.	91
Anexo G. Socialización con la comunidad.	92

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL ESTADO ACTUAL DEL BOSQUE DE ROBLE (*Quercus humboldtii Bonpl.*) DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

AUTORES: LAURA LORENA ABRIL ALVARADO,
CARLOS ALBERTO FLÓREZ SUÁREZ.

PALABRAS CLAVE: INVENTARIO, FOTOGRAFÍAS AÉREAS, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, POSICIÓN SOCIOLÓGICA, ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA.

DESCRIPCIÓN:

Se presenta la caracterización y composición florística del bosque de roble (*Quercus humboldtii Bonpl.*) en el municipio de Málaga Santander, delimitando el área del bosque de roble por medio del uso de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica (SIG), la cual se verifica en campo por medio de un GPS, obteniendo como resultado un área de 217 ha, siendo las veredas Alisal y Pescaderito las de mayor presencia de bosque. Se realizó un pre-muestreo en tres parcelas de 20x50 metros (1000m²), que fueron divididas en subparcelas de 10x10 metros, para definir el tamaño de la muestra. En el inventario se evaluaron 9 parcelas en categorías de fustal (DAP>10cm), latizal medidas en las subparcelas 1 y 10 con medidas de 5x5 metros (2,5cm >Dap<10cm), y la categoría brinzal, observada en parcelas de 2x2 metros en las subparcelas 1 y 10. Obteniéndose al *Quercus humboldtii Bonpl* con mayor índice de valor de importancia IVI con un 229.9%, la posición sociológica dominada por el roble con un valor de 99,1%, la siguiente especie que predomina es el *Phyllanthus salviifolius* con un 0.753% para fustal. Para el análisis de pérdida de vegetación se utilizaron fotografías aéreas de los años 1955 y 1976, que fueron obtenidas en forma digital en la oficina del IGAC en la ciudad de Bogotá. Por medio de digitalización de polígonos con ayuda de los SIG, se pudo determinar el área de bosque de roble para cada año comparado con el área actual, los resultados muestran que para el año 1955 el área era de 207,13 ha, en 1976 se tenían 206,21 ha y actualmente 217 ha, demostrando un leve crecimiento del bosque de roble.

*Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro. Ingeniero Forestal

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION AND FLORISTIC COMPOSITION OF THE CURRENT STATE OF OAK FOREST (*QUERCUS HUMBOLDTII BONPL*) IN MÁLAGA SANTANDER.

AUTHORS: LAURA LORENA ABRIL ALVARADO
CARLOS ALBERTO FLÓREZ SUÁREZ

KEY WORDS: GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, OAK TREE, STOCKTAKING, AERIAL PHOTOGRAPHY, IMPORTANCE VALUE INDEX AND SOCIOLOGICAL POSITION.

DESCRIPTION

The characterization and floristic composition of the oak forest (*Quercus Humboldtii Bonpl*) is presented in Malaga Santander, delimiting the Oak forest are through the use of satellite image and geographic information system (GIS), which is verified in the field by mean of the GPS, obtaining as a result an area of 217 being the Alisal and Pescaderito village the ones with the highest forest presence. A pre-sampling was carried out in three plots of 20x50 meters (1000m²), with south-north direction, which were divided into subplots of 10x10 meters, to define the sample size. In the stocktaking, 9 plots were evaluated in fustal categories (DAP>10cm), latizal measured in subplots 1 and 10 with measures of 5x5 meters (2,5cm> Dap <10cm), and the brinzal category, observed in plots of 2x2 meters in subplots 1 and 10. Obtaining the *Quercus humboldtii Bonp* with the highest IVI value index with 229.9%, the sociological position dominated by oak with a value of 99.1%, the following the predominant species is *Phyllanthus Salviifolius* with 0.753% for fustal.

For the analysis of vegetation loss, were used aerial photographs of the years 1955 and 1976, which were obtained in digital form at the IGAC office in the Bogotá city. Through digitization of polygons with the help of GIS, it was possible to determine the Oak forest area for each year compared to the current area, the results show that for 1955 the area was of 207.13 in 1976 it had 206.21 and currently 217 showing a slight growth of the oak forest.

*Bachelor Thesis

** Institute Regional Outreach and Distance Education. Forest engineering program. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro. Forest engineer.

INTRODUCCIÓN

“El bosque de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) es un recurso muy característico de la cordillera de los andes, el cual genera múltiples beneficios a los seres vivos que lo habitan y lo rodean”¹ En los últimos años su extensión a disminuido considerablemente a causa de factores como la ganadería, la agricultura, y el aprovechamiento desmesurado de la especie sin tener ningún tipo de manejo sostenible con el bosque que garantice su perdurabilidad a través del tiempo, según Ardila² se ha perdido más del 70% de cobertura boscosa Andina, y el bosque de roble representa un componente florístico muy importante para la cobertura vegetal Andina y alto Andina de Colombia, lo que lo vuelve vulnerable ante la fragmentación causada por factores antrópicos. Actualmente la cordillera oriental presenta la mayor cobertura de bosque de roble alcanzando las 128.000 ha, siendo Santander y Boyacá los departamentos ´con mayor extensión de relictos de robledal en el país.³

En la provincia de García Rovira son múltiples los estudios realizados a los robledales ubicados principalmente en los municipios de San Andrés, Molagavita, Concepción, San José de Miranda y Málaga, pero para este último municipio son pocas las investigaciones y actualmente no se conoce el estado del bosque y mucho menos su extensión a nivel del territorio. El presente trabajo consistió en realizar una delimitación del bosque denso por medio del uso de los sistemas de información geográfica, dicha información fue corroborada con salidas de campo con el fin de obtener un dato real, con lo cual se hizo un pre muestreo y un muestreo para analizar parámetros como composición florística, estructura y estado actual del

¹ MUÑOZ, Andrés Avella; CAMACHO, Luis Mario Cárdenas. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En : *Colombia forestal*, 2010, vol. 13, no 1, p. 5-25.

²ARDILA, Aída Otálora. Mamíferos de los bosques de roble. *Acta Biológica Colombiana*, 2003, vol. 8, no 2, p. 57-71.

³ Fundación Natura et al. 2000, citado por ARDILA, Aída Otálora 2003 vol.8, no 2, p. 57-71.

roble, todo esto con el fin de analizar como los factores antrópicos han afectado al bosque de roble en el municipio de Málaga y así contribuir al aporte de información que será de vital utilidad a la hora de pensar en futuros proyectos para la conservación de este importante ecosistema.

1. PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

Las actividades realizadas por el ser humano como la agricultura y la ganadería intensiva, además del abastecimiento del recurso maderero del bosque de roble (*Quercus humboldtii Bonpl.*) con fines de construcción, cercamientos de fincas y usos energéticos para preparar sus alimentos, han provocado una degradación continua del ecosistema de bosque alto Andino y un peligro de extinción de la especie, lo que genera que actualmente no se tenga información sobre el estado del bosque de roble en el municipio de Málaga.

Frente a esta problemática se hace indispensable realizar actividades de zonificación, estructura y composición florística del bosque de roble, para poder conocer parámetros como la extensión a nivel de territorio, índices de diversidad, estructura vertical y horizontal que tiene esta especie frente a otras especies con las cuales se asocia, y el comportamiento que ha tenido el bosque de roble respecto a los problemas antrópicos planteados. Con estas actividades se obtendrán datos reales que contribuyan a la conservación y manejo ecológico la especie.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo el análisis estructural y composición florística del bosque de roble (*Quercus humboldtii Bonpl.*) permite conocer su estado actual e identificar las principales estrategias de conservación y manejo ecológico de esta especie en el municipio de Málaga Santander?

2. JUSTIFICACIÓN

El roble es una especie que se ha adaptado muy bien en las cordilleras andinas colombianas desde hace millones años, más que tener un uso potencial maderero, los robledales almacenan una gran diversidad de especies, lo que hace a cada árbol un hospedador de una gran variedad de invertebrados, aves, roedores, mamíferos entre otros, esto da a entender que los robledales son grandes depósitos de biodiversidad, que además también contribuyen con la captación de carbono, moderación de microclimas y la conservación del paisaje entre otros.

El presente trabajo busca conocer el estado actual del bosque de roble en el municipio de Málaga departamento de Santander, ya que aunque se han realizado diversos estudios sobre este bosque, actualmente no se conoce con exactitud en qué condiciones se encuentran los robledales en el municipio. El roble es una especie categorizada como vulnerable según el libro rojo de especies maderables amenazadas parte 1 del 15 de febrero de 2006⁴, y vedada actualmente por la resolución 096 de 2006 por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.), lo que sugiere una búsqueda inmediata de métodos de conservación que eviten que esta especie desaparezca como ha sucedido con muchas especies en nuestro país, para esto la Universidad Industrial de Santander debe trabajar en conjunto con la administración municipal, departamental, nacional y la comunidad, dando a conocer la importancia del bosque de roble a las comunidades del área de influencia directa del mismo. También es muy importante socializar los resultados de la investigación con la comunidad, para poder buscar herramientas que nos lleven a garantizar la conservación de los robledales en el municipio.

⁴ CÁRDENAS, Dairon; SALINAS, N. Libro rojo de plantas de Colombia. *Especies maderables amenazadas, primera parte*. Bogotá : SINCHI, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, p. 234.

A través del tiempo el estado colombiano ha tomado medidas como las vedas para evitar el deterioro de los bosques de roble, pero estas medidas se limitan a prohibir y no a compensar al campesino por cuidar el robledal y aunque actualmente existen programas de pagos por servicios ambientales como el BanCO2, el certificado de incentivo forestal a la reforestación y familias guarda bosques en nuestro país, ninguno de estos programas se ha aplicado en nuestro municipio, siendo momento de ir más allá de investigar y empezar a buscar la forma de motivar a nuestros campesinos para que se apropien de la conservación del bosque de roble.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la caracterización y composición florística del bosque de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en el municipio de Málaga Santander, con el fin de conocer su estado actual y así aportar información básica que contribuya al desarrollo de futuros proyectos de conservación de este ecosistema.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar la zonificación del bosque roble existente en el municipio de Málaga Santander, por medio del uso de imágenes satelitales.

Elaborar el inventario forestal y la composición florística de las zonas de roble identificadas en la fase de localización y delimitación.

Evaluar el comportamiento que ha tenido el bosque de roble a través del tiempo en cuanto a su extensión en el territorio, utilizando herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG).

Poner en conocimiento los resultados obtenidos con la comunidad presente en el área de estudio, en busca de crear conciencia sobre la importancia del bosque de roble.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Origen del bosque de Roble. La alta biodiversidad de los Andes es el resultado de la variación de múltiples factores que han interactuado a lo largo del tiempo. Con el levantamiento final de los Andes se originaron ambientes característicos que consagraron oportunidades de especiación y adaptación⁵. Cambios climáticos ocurridos durante el periodo cuaternario tuvieron una gran influencia en la composición y estructura de la selva Andina, causando el desplazamiento de especies de otros continentes de origen templado⁶.

4.1.2 El Roble en Colombia. Según Muñoz y Camacho⁷ en América del sur las formaciones boscosas de roble solo existen en Colombia en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Quindío, Risaralda, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Cesar y Córdoba. La información sobre los bosques de roble en la cordillera oriental es un poco escasa, aunque se cuentan con estudios realizados por Galindo, et al. (2003), Marín-Corba y Betancur, J (1997) en el Santuario de Fauna y Flora Guantentá-Alto Río Fonce (Santander-Boyacá) y el Santuario de fauna en flora de Iguaque (Boyacá). Los bosques de roble presentes en la cordillera oriental presentan altas riquezas florísticas y un alto potencial maderero que es extraído continuamente en los Andes Colombianos Lozano y Torres (1974)⁸, actualmente

⁵Van der Hammen & Hooghiemstra 2001 citado por GALINDO, ROBINSON; BETANCUR, JULIO; CADENA, JOSÉ J. *Caldas*, 2003, vol. 25, no 2, p. 313-335

⁶(Henderson et al. 1991,) citado por BROWN, Alejandro Diego; KAPPELLE, Maarten. 2001, p. 27-40.

⁷MUÑOZ, Andrés Avella; CAMACHO, Luis Mario Cárdenas. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En : Colombia forestal, 2010, vol. 13, no 1, p. 5-25.

⁸Lozano y Torres 1974 citado por JIMÉNEZ, Fausto Alexis Sáenz. Colombia forestal, 2010, vol. 13, no 2, p. 299-334.

existen 128000 hectáreas de las cuales solo el 13% (17000 ha) se encuentran en protección en calidad de Santuarios, Reservas y Parques naturales.

4.1.3 Descripción botánica del Roble. Es una especie arbórea de crecimiento tardío, que alcanza alturas de hasta 40 m. Su fuste es recto y posee forma cilíndrica, con un DAP (diámetro a la altura del pecho) que varía entre los 40 a 70 cm, la corteza de color oscuro, en estado de desarrollo es lisa y en su estado de madures es exfoliable.

La madera tiene una gran dureza y peso, el duramen puede ser amarillo oscuro o gris. (Galindo et. al 2003)⁹. Su copa es frondosa de alta densidad, y presenta yemas vegetativas posicionadas lateralmente, hojas simples, alternas, enteras, lanceoladas, coriáceas y delgadas, ápice agudo, base cuneada 10 a 20 cm de largo. Las flores son de un característico color crema con inflorescencias masculinas. El cáliz de Las flores femeninas es cuculiforme, una vez formado el fruto este lo recubre parcialmente. (Nieto y Rodríguez 2004)¹⁰.

Los frutos tienen forma de cápsula redondeada (bellota), con un largo aproximado de 2 a 4 cm y un ancho de 2 a 2.5 cm, fructifica anualmente, iniciando cuando el árbol tiene una talla de 2 m, pero el proceso suele iniciar hacia los 4-5 m de altura. Un árbol maduro alcanza producciones entre los 5 y 8 kg de semillas, con un rango aproximado de 150 y 500 semillas por kilo. La viabilidad de las semillas en campo es baja, alcanzando el 20% (Galindo et. al 2003)¹¹.

La propagación del árbol puede ser sexual o asexual. Becerra (1989)¹² encontró que la regeneración natural por semilla ocurre sin mayor dificultad bajo la sombra de los árboles. Los brinzales tienen un alto porcentaje de desarrollo a la sombra,

⁹Galindo et. al 2003 citado por FERNÁNDEZ, Ever Antonio 2014

¹⁰ Nieto & Rodríguez 2004 citado por MUÑOZ, Andrés Avella; CAMACHO, Luis Mario Cárdenas. En : Colombia forestal, 2010, vol. 13, no 1, p. 5-25.

¹¹ Galindo et. al 2003, citado por FERNÁNDEZ, Ever Antonio 2014

¹² Becerra 1989 citado por A ÁVILA, Fabio, et al. En : Colombia Forestal, 2010, vol. 13, no 1, p. 87-116.

pero por competencia con otras especies y falta de luz muchas plantas mueren (Becerra y Macia 1973)¹³.

4.1.4 Imágenes satelitales. Son representaciones graficas de elementos geoespaciales. En la actualidad el conjunto de técnicas de percepción remota desde el espacio brinda imágenes derivadas a partir de sistemas fotográficos, instrumentos óptico-electrónicos y radares de visión lateral, representadas en su gran mayoría en formato digital, las cuales son analizadas e interpretadas para ser usadas en múltiples campos como cartografía, hidrología, agricultura entre otros. Las imágenes de percepción remota pueden interpretarse por medio de métodos analógicos o digitales, sus productos se pueden incorporar a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Existen múltiples herramientas para interpretar visual o automáticamente la imagen digital y generar productos incorporados directamente a los SIG. (Vílchez 2000)¹⁴.

4.1.5 Fotografías aéreas. Es la representación en tiempo real de objetos visibles, la cual es obtenida desde una aeronave, la información puede ser visualizada en tercera dimensión por medio de la unión de pares de fotos y el uso del estereoscopio.

Las fotografías aéreas pueden ser útiles en múltiples áreas como: estudios de suelo, estudios de zona de riesgo, reconocimiento de recursos, reconocimiento militar, urbanismo, estudios de vegetación entre otros, toda la información extraída de las fotografías aéreas puede ser representadas en mapas temáticos que son muy comúnmente elaborados mediante el uso de los SIG. (Camacaro, L., y Motina, N. 1999)¹⁵.

¹³ Becerra y Macia 1973, citado por FERNÁNDEZ, Ever Antonio 2014.

¹⁴ Vílchez 2000 citado por Vargas Montaña Victoriano 2015.

¹⁵ CAMACARO, Leriz; MOTINA, Nixon. Interpretación de fotografías aéreas en la planificación física-territorial del espacio turístico. Revista Turismo em Análise, 1999, vol. 10, no 2, p. 78-97.

4.2 MARCO LEGAL

COLOMBIA. CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA:

Titulo 1: El artículo 8 menciona que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.

Titulo 2: En el capítulo 2, artículo 67 dicta que la educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

Titulo 2: El capítulo 3, 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.

Titulo 2: El capítulo 4, Artículo 80, El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Asimismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Titulo 2: el capítulo 5, artículo 95-8, Son deberes de la persona y del ciudadano: Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Titulo 6: el capítulo 3, Artículo 313.9 Corresponde a los concejos: Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Ley 99 de 1993 Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

COLOMBIA. INDERENA. Resolución 0316 de 1974 Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA) en su artículo 2 establece veda indefinida en el territorio nacional para la especie roble (*Quercus humboldtii Bonpl.*) Con excepción de los departamentos de Cauca, Nariño y Antioquia; no obstante en estos departamentos no se otorgaran permisos de aprovechamiento de esta especie para la obtención de carbón, leña o pulpa.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1408 del 21 de Noviembre de 1975, por la cual se modifica la Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974, donde en su Artículo 1 Levanta en los Municipios de Ospina Pérez, Cabrera, Pandi y San Bernardo, en el Departamento de Cundinamarca, la veda para el aprovechamiento de la especie denominada roble (*Quercus humboldtii*).

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 096 del 20 de Enero de 2006, Por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie Roble (*Quercus humboldtii*), en el que se establecer en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido, la veda para el aprovechamiento forestal de la especie Roble (*Quercus humboldtii*).

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto ley 2811 por el cual se crea el código nacional de los recursos naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Robledal: bosque compuesto principalmente por la especie arbórea roble. En el caso del estudio el *Quercus humboldtii Bonpl.*, llamado también roble colombiano o roble andino es una especie de la familia *fagaceae*, es un árbol perenne que llega a crecer por encima de los 25 metros de altura y medir hasta más de 1 metro de diámetro, sus hojas son simples alternas lanceoladas agrupadas en los extremos de las ramas, flores pequeñas amarillas unisexuales, frutos en forma ovoide o bellota de color marrón claro, los cuales son fuente de alimento para roedores y mamíferos, además de la presencia de plantas epifitas, líquenes y sus flores son visitadas por abejas. El bosque de roble es endémico de las tierras altas de los andes al norte de sur América con un rango latitudinal entre 1000 y 3000 msnm, se desarrolla a temperaturas anuales de 16 a 24 °C y precipitaciones anuales de 1500 a 2500mm.

Zonificación: división de un área geográfica en sectores homogéneos conforme a unos criterios definidos. Para el caso del trabajo el criterio para hacer la zonificación será las zonas en donde se encuentra el bosque de roble, utilizando los sistemas de información geográfica y tomando puntos en campo.

Dinámica Del Bosque: estudia el comportamiento del bosque frente al aumento o disminución de su área y de sus individuos, su crecimiento, su desarrollo, su reproducción y su proceso de maduración, así como los factores que influyen en los procesos anteriormente mencionados, tanto bióticos, abióticos y antrópicos.

Conservación: se refiere a preservar algún recurso, en este caso el bosque de roble, y todos sus componentes tanto de fauna como de flora, aunque se han hecho esfuerzos por parte del estado colombiano como lo es la veda indefinida para el aprovechamiento del roble se deben implementar nuevos métodos que permitan preservar esta especie.

Veda: tiempo que prohíbe realizar una acción determinada, puede referirse a pesca, caza, aprovechamiento forestal entre otros, puede ser definida o indefinida según lo determine el ente regulador, para el roble se creó la veda indefinida mediante la resolución 0316 de 1974, la cual dicta que no se puede hacer ningún tipo de aprovechamiento de la especie.

Composición Florística: Se refiere a las especies vegetales presentes en un área de estudio, las cuales se categorizan por altura, diámetro del fuste, diámetro de copa, abundancia, frecuencia, regeneración entre otros. Estos parámetros nos ayudan a identificar como se está comportando el bosque respecto a las especies vegetales que lo conforman.

Biodiversidad: se refiere al número de poblaciones de organismos y especies distintas, para los ecólogos el concepto incluye la diversidad de interacciones durables entre las especies y su ambiente inmediato o biotopo, el ecosistema en que los organismos viven. En cada ecosistema, los organismos vivientes son parte de un todo actuando recíprocamente entre sí, pero también con el aire, el agua, y el suelo que los rodean. Existen tres tipos de biodiversidad: genética que consiste en la diversidad de los genes y su distribución, específica que consiste en la pluralidad de los sistemas genéticos y la ecosistémica que es la diversidad de comunidades biológicas cuya suma integrada constituye la biosfera.

Ecología: La ecología es la rama de la Biología que estudia las interacciones de los seres vivos con su hábitat. Esto incluye factores abióticos, esto es, condiciones ambientales tales como: climatológicas, edáficas, etc.; pero también incluye factores bióticos, esto es, condiciones derivadas de las relaciones que se establecen con otros seres vivos. El término ökologie fue acuñado en 1891 por el naturalista y filósofo alemán prusiano Ernst Haeckel a partir de las palabras griegas oikos (casa, vivienda, hogar) y logos (estudio o tratado), por ello ecología significa el estudio del hogar. Existe un principio fundamental que dice: Plantas y animales florecen solo cuando ciertas condiciones físicas están presentes. En la ausencia de tales

condiciones, las plantas y animales no pueden sobrevivir sin ayuda de estos, son comensalismos.

Estructura horizontal: Se relaciona con la distribución de los diámetros y el área basal de los árboles de una población y los patrones de distribución de las especies.

Estructura vertical: También conocida como estratificación. Hace referencia a la distribución de la vegetación desde el nivel del suelo hasta el dosel. Permite ubicar las diferentes especies en el nicho ecológico que les corresponde, realizar un diagnóstico sobre la dinámica del ecosistema y el estado de desarrollo del mismo.

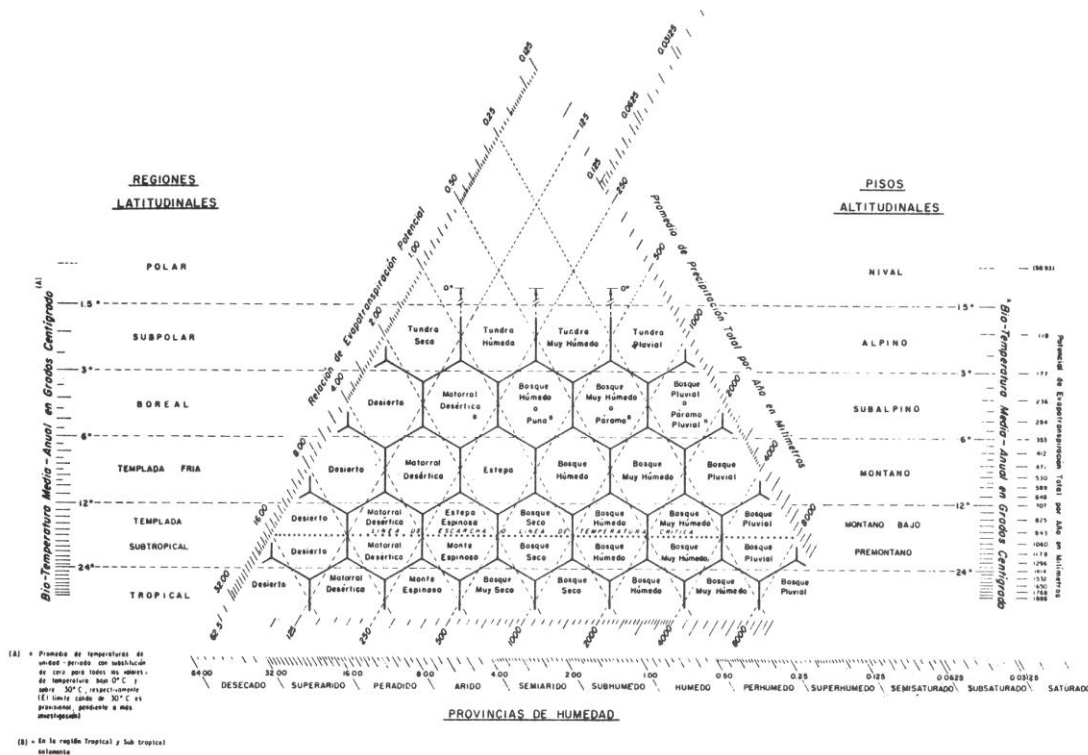
Quantum QGIS versión 2.18 “Las palmas de Canaria”, por medio del complemento Semi-Automatic Classification Plugin y ArcGis versión 10.3.

Por medio de la combinación de falsos colores 432 para Landsat 8 y 453 del Catálogo de Patrones de Coberturas de la Tierra Colombiana del IDEAM, donde incluye bosque abierto, bosque denso y bosque fragmentado, se delimito el área boscosa de la parte alta del municipio de Málaga. Se tuvo en cuenta que no toda el área de bosque visualizada correspondía a Roble, de tal manera que se decidió hacer previa verificación en campo.

5.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

5.3.1 Zona de vida. El bosque de Roble se clasifico de acuerdo al diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema de Holdridge, donde se tuvieron en cuenta las variables de altitud, temperatura y precipitación.

Figuras 2. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge.



Fuente: Holdridge (1971)

5.3.2 Clima.

La obtención de los datos de precipitación y temperatura se recopilaron de la revisión excepcional del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Málaga/ Santander.

5.4 MUESTREO

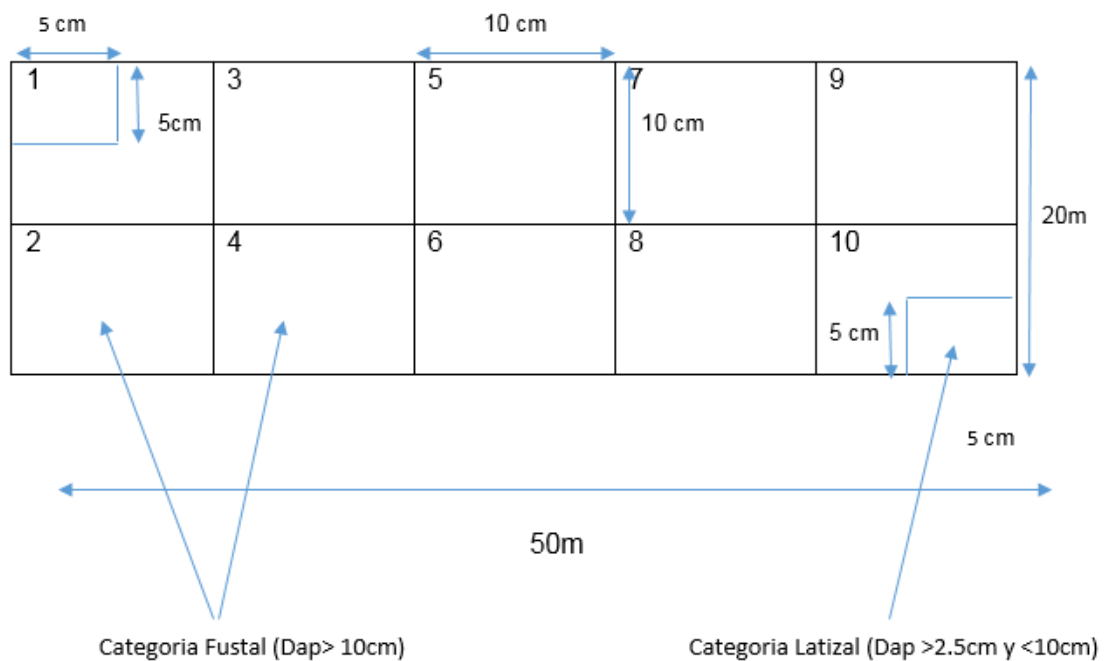
Se llevó a cabo una fase de pre-muestreo en tres parcelas en la zona de estudio, donde se aplicó la metodología descrita por Melo y Vargas¹⁶, en el establecimiento de unidades de muestreo para estudios de investigación en diversidad biológica. Se

¹⁶ MELO. Omar y VARGAS. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué, Colombia.2003. P. 145

elaboraron parcelas de 50 metros de largo en sentido norte-sur y 20 metros de ancho en sentido este-oeste (1000m²) divididas en subparcelas de 10x10 metros.

En las subparcelas de 10x10 metros fue medida la categoría fustal, correspondiente a individuos con diámetro a la altura del pecho mayor a 10 centímetros (DAP > 10cm), conjuntamente las subparcelas 1 y 10 son divididas en parcelas de 5x5 metros para medir la categoría de latizal, que incluyen los arboles con diámetros mayores a 2,5 cm y menores de 10cm de Dap (2,5cm > Dap < 10cm), y por último la categoría brinzal fue observada en parcelas de 2x2 metros en las subparcelas 1 y 10.

Figuras 3. Diseño de parcelas de muestreo.



Se tuvieron en cuenta variables dasométricas como altura, la cual fue medida con el Suunto, Dap (Diámetro a la altura del pecho), el cual fue tomado con cinta métrica a una altura de 1,30 m y posteriormente convertido, y por último se midió el ancho de copa, en direcciones norte-sur y este-oeste.

Obtenida previamente la información del pre muestreo en campo se procede a calcular el tamaño de la muestra, donde se escoge un muestreo aleatorio simple con un error de muestreo del 15% y una probabilidad del 95%. El número de parcelas para la muestra definido por la siguiente fórmula:

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

Donde

n = Tamaño de la muestra, S^2 = Varianza muestral o desviación estándar, t = Valor estadístico t (t de student) y E = Error de muestreo (MELO. Omar y VARGAS. Rafael.)¹⁷.

5.5 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE

5.5.1 Composición Florística. La abundancia, frecuencia y la dominancia de las especies en un bosque son de suma importancia, ya que al sumarlas es posible conocer el índice de valor de importancia (IVI), con el cual es posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema.

Abundancia: Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema)

¹⁷ MELO. Op. Cit., P. 140

$$Aa = \frac{ni}{ha}$$

Siendo:

Aa= Abundancia absoluta

Ni/ha = Número de árboles por hectárea (ha) de la especie i

$$Ar = \frac{ni}{N/ha}$$

Siendo:

Ar= Abundancia relativa

N/ha = Número total de árboles por hectárea (ha)

La abundancia relativa esta medida en porcentaje.

Frecuencia: Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. Se determinan dos frecuencias así:

$$Fa = \frac{Npi}{Np} \times 100$$

Donde

Fa = Frecuencia absoluta

Npi = número de subparcelas en las que aparece la especie

N_p = Número total de subparcelas observadas

$$Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} \times 100$$

Donde

Fr = Frecuencia relativa

Fa = Frecuencia absoluta de cada especie

$\sum Fa$ = Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies.

Dominancia: Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

$$Da = \frac{g_i}{ha}$$

Siendo

Da = Dominancia absoluta

g_i/ha = Área Basal de cada especie por ha.

$$Dr = \frac{g_i/ha}{G/ha}$$

Siendo

Dr = Dominancia relativa

G/ha = Área basal total por ha.

Índice de valor de Importancia (IVI): Se combinan los índices anteriores con lo cual se pueda tener una visión más amplia en la importancia de cada especie en el bosque.

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Índice de valor de importancia ampliado (IVIA): Índice que reúne los parámetros de la estructura vertical, la horizontal y la regeneración natural, para que así la importancia fitosociológica de cada especie encontrada sea mejor explicada.

$$IVIA = \text{Estruct. horizontal} + \text{Estruct. vertical} + \text{Estruct. de regeneracion natural}$$

Cuya expresión es

$$IVIA = Ar + Fr + Dr + PSr + RNr$$

Donde:

$Ar + Fr + Dr$, corresponden a los resultados del IVI

PSr a posición sociológica y RNr a la regeneración natural.

5.5.2 Estructura vertical

Posición sociológica (PS): La PS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos

sub estratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos.¹⁸

El sub estrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior. Una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los sub estratos. Por el contrario, será dudosa su presencia en la etapa climáxica si se encuentran solamente en el sub estrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior. Siguiendo la metodología de Finol (1976)¹⁹, se asigna un valor fitosociológico a cada sub estrato, el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

$$VF = \frac{n}{N}$$

Donde:

VF = Valor Fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos del sub-estrato

N = Número total de individuos de todas las especies

Las especies que poseen una posición sociológica regular son aquellas que presentan en el piso inferior un número de individuos mayor o igual a la de los pisos subsiguientes. Para calcular el valor absoluto de PS de una especie, se suman sus valores fitosociológicos en cada sub-estrato, el cual se obtiene efectuando el

¹⁸ HOSOKAWA, R. Manejo e economía de florestas. Roma: FAO. 1986. p 125.

¹⁹ Finol, U.H. 1976. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. En : Revista Forestal Venezolana, 19(26):17-44.

producto del VF del estrato considerado por el nº de individuos de la especie en ese mismo estrato.

$$PSa = VF(i) * ni + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s)$$

Donde

PSa = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos de cada especie

i: inferior; m: medio; s: superior

Perfil de Vegetación: En la zona de estudio se decidió trabajar en tres veredas para cada la elaboración de los perfiles del bosque de Roble, las dimensiones para el muestreo utilizado fueron de 50 metros de largo por 10 metros de ancho, en la cual se identificaron los individuos, se midió altura, ancho de copas en dirección este-oeste y norte-sur, distancia en X y Y respecto a los puntos de origen y el Dap.

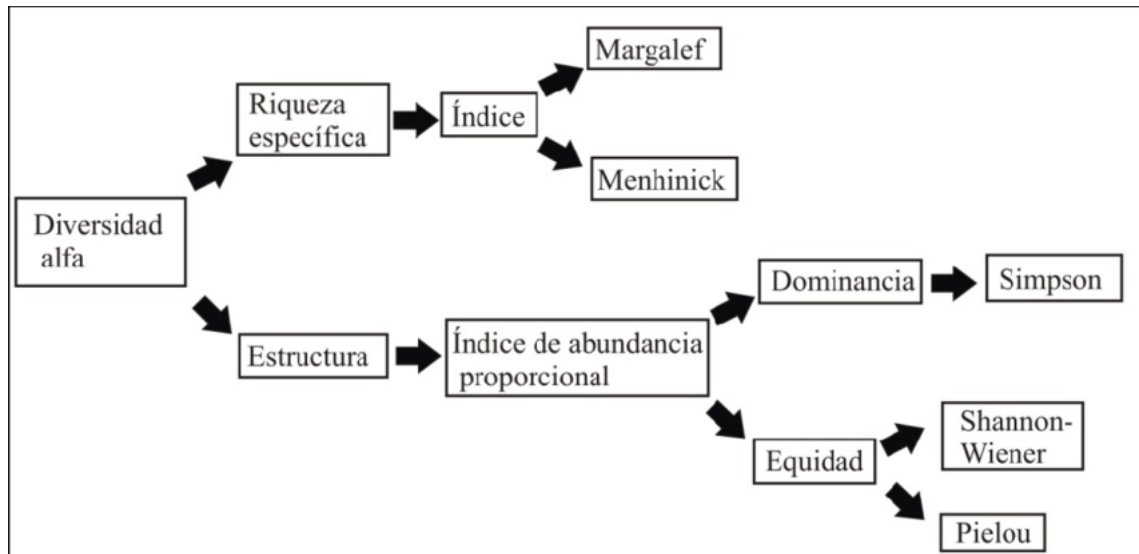
5.6 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se distinguen tres niveles de diversidad biológica, alfa, beta y gamma. Para el trabajo se realizara la evaluación de la alfa diversidad, la cual es aquella que se evalúa dentro del hábitat.

5.6.1 Alfa diversidad

Para evaluar la alfa diversidad se tendrán en cuenta los diferentes métodos mostrados a continuación:

Figuras 4 Métodos para evaluar Alfa diversidad



Fuente: Moreno (2001)

Riqueza de especies: Según Magurran²⁰ (1988) y Kolwell²¹ (1997) y Krebs²² (1989) Se utilizan esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies

❖ Índice de Margalef (Dmg):

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

❖ Índice de Menhinick (Dmn):

²⁰ MAGURRAN, A. Ecology diversity and it's measurement. New Jersey. Princeton, 1988. Citado por Melo y Vargas. 2003

²¹ KOLWELL, R. Estimate S. Statistical Estimation of Richness and Shared Species from Samples. User's Guide. Department of Ecology and Evolutionary Biology. University of Connecticut. 1997. Citado por Melo y Vargas. 2003

²² KREBS, J. Ecology Methodology. Harper & Row, Publishers, New York. 1989. P. 125 -166. Citado por Melo y Vargas. 2003

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

Donde:

S = número de especies

N = número de individuos

Tabla 1 Rango del índice de Margalef y características

Rango	Característica
<1	Muy baja diversidad
>1 - 2	Baja diversidad
> 2 – 2.7	Diversidad media
> 2.7 - 3	Alta diversidad
>3	Muy alta diversidad

Fuente: ALBERTO RAMIREZ GONZALES (2006)

Tabla 2. Rangos del Índice de Menhinick y características

Rango	Característica
< 0.7	Muy baja diversidad
>0.7 – 1.3	Baja diversidad
> 1.3 – 1.6	Diversidad media
> 2.6 – 1.8	Alta diversidad
>1.8	Muy alta diversidad

Fuente: ALBERTO RAMIREZ GONZALES (2006)

Índices basados en la abundancia relativa de especies: Magurran (1988)²³ y Krebs (1989)²⁴ Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa. A este tipo de índices pertenecen el de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D , $1/D$) y Berger Parker (d , $1/d$).

²³ MAGURRAN, A. Op. Cit.

²⁴ KREBS, J. Op. Cit.

- El índice de **Shannon-Wiener** (H'), mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes.²⁵

$$H' = - \sum pi \ln(pi)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' = Diversidad de Shannon

pi = (ni / N) = abundancia proporcional (relativa)

E = Uniformidad de Shannon

S = Número total de especies en el muestreo

- El índice de **Simpson** (D), es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie²⁶.

$$\bullet \quad D = \sum pi^2 \quad \text{O} \quad D = \sum \left[\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

Donde

pi = Abundancia proporcional

ni = Número de individuos de iésima especie

²⁵ MELO. Op. Cit.. P. 102.

²⁶ MELO. Op cit., P 103

N = Número de individuos totales

- El índice de **Berger Parker** es una medida de dominancia que expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante, este índice es independiente de las especies pero es fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra²⁷.

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

Donde:

N_{\max} = La mayor abundancia de las especies evaluadas

N = Número de individuos totales

5.6 ANÁLISIS DE CAMBIO Y DEFORESTACIÓN.

Para caracterizar el proceso de cambio y deforestación del bosque de roble, se analizaron y procesaron periodos comprendidos entre 1955 – 1976 y 1976 - 2017 por medio de fotografías aéreas adquiridas en el IGAC (Instituto geográfico Agustín Codazzi).

5.6.1 Adquisición y Pre procesamiento de fotografías aéreas.

Se realizó la selección de las fotografías aéreas identificando las líneas de vuelo para los años de 1955 y 1976. La región correspondiente al estudio conto para el año 1955 por una faja del vuelo C-1624 y para el año 1976 el vuelo M-4260, correspondiendo así dos fotografías aéreas para 1955 y una fotografía aérea para 1976.

²⁷ MELO. Op. Cit., P 103

Tabla 3. Listado fotografías aéreas años de 1955 y 1976.

Vuelo	Cámara	Distancia focal(mm)	Año	Nº de fotografías
C-1624	Fairchild T-11	155.040	1955	2
M-4260	Zeiss RMK	153.030	1976	1

5.6.2 Corrección geométrica (Orto rectificación)

Este procedimiento se inicia con la orientación interna del sensor, la cual indica la relación entre el modelo de la cámara y la aerofotografía, se utilizan las marcas fiduciales y la distancia focal, las cuales están disponibles en el certificado de orto rectificación para cada cámara, después por medio de puntos de control se determina la orientación externa de las imágenes.

5.6.3 Tasa de deforestación y cambio

Carnevale, Alzugaray y Di leo²⁸ proponen calcular la deforestación como valor relativo del área de estudio, determinado de la siguiente manera

$$D (\%) = \left[\frac{(Af - At)}{(AT) * (t \text{ años})} \right] * 100$$

D (%)= Deforestación anual, relativa al área de estudio

At = Área de cobertura al inicio del periodo (Ha).

Af = Área de cobertura al final del periodo (Ha).

taños = Número de años que comprenden el periodo específico.

²⁸ CARNEVALE, Nélica; ALZUGARAY, Claudia y DI LEO, N. Estudio de la deforestación en la Ciña Boscosa Santafesina mediante teledetección espacial. [En línea]. En : Revista de ciencias forestales – Quebracho. Diciembre, 2007. Vol. 14.

AT = Área de estudio (Ha).

5.7 SOCIALIZACIÓN

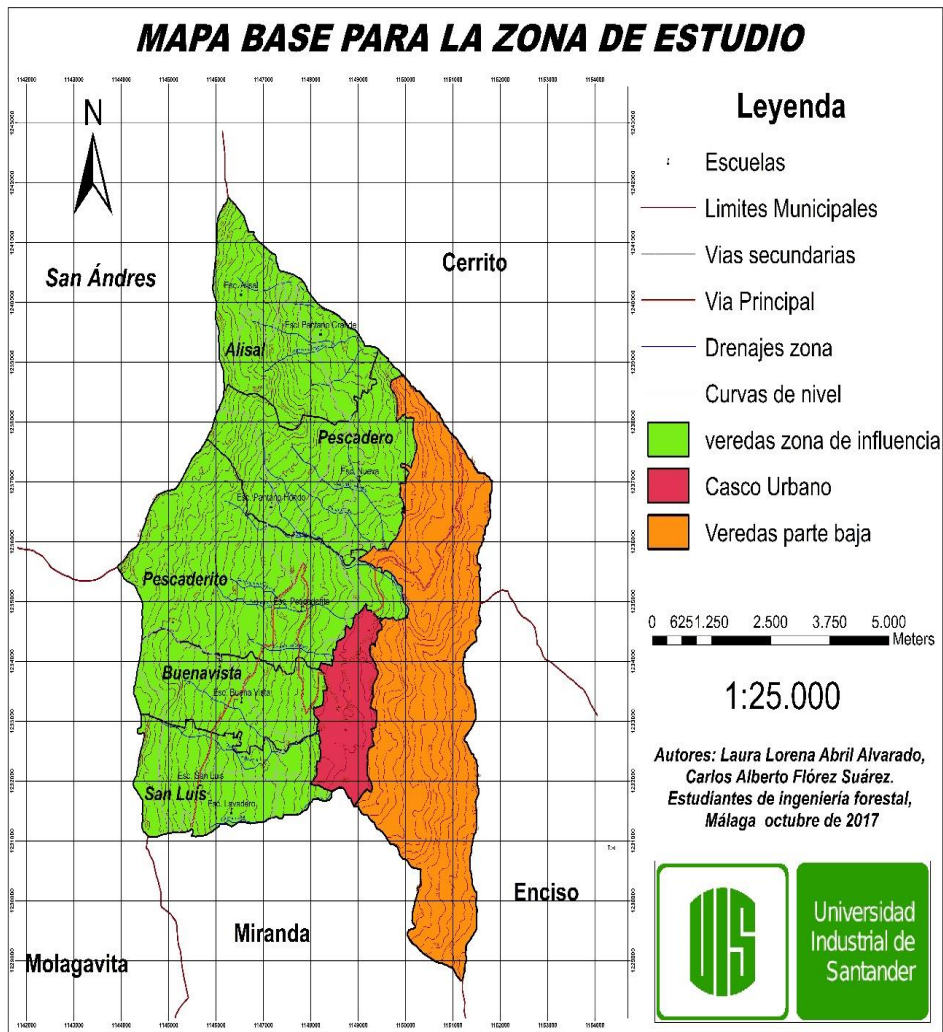
La comunidad como factor esencial en la protección y cuidado del bosque es de vital importancia en la conservación de los recursos que brinda dicho ecosistema, por ello mantenerla actualizada de los estudios y planteamientos de la zona objeto de estudio es necesario ya que así se crea conciencia desde los niños hasta la gente adulta, y haciendo uso de folletos y ayudas visuales se pretende dar en conocimiento los resultados de dicho trabajo.

6. RESULTADOS

6.1 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN ZONA DE ESTUDIO

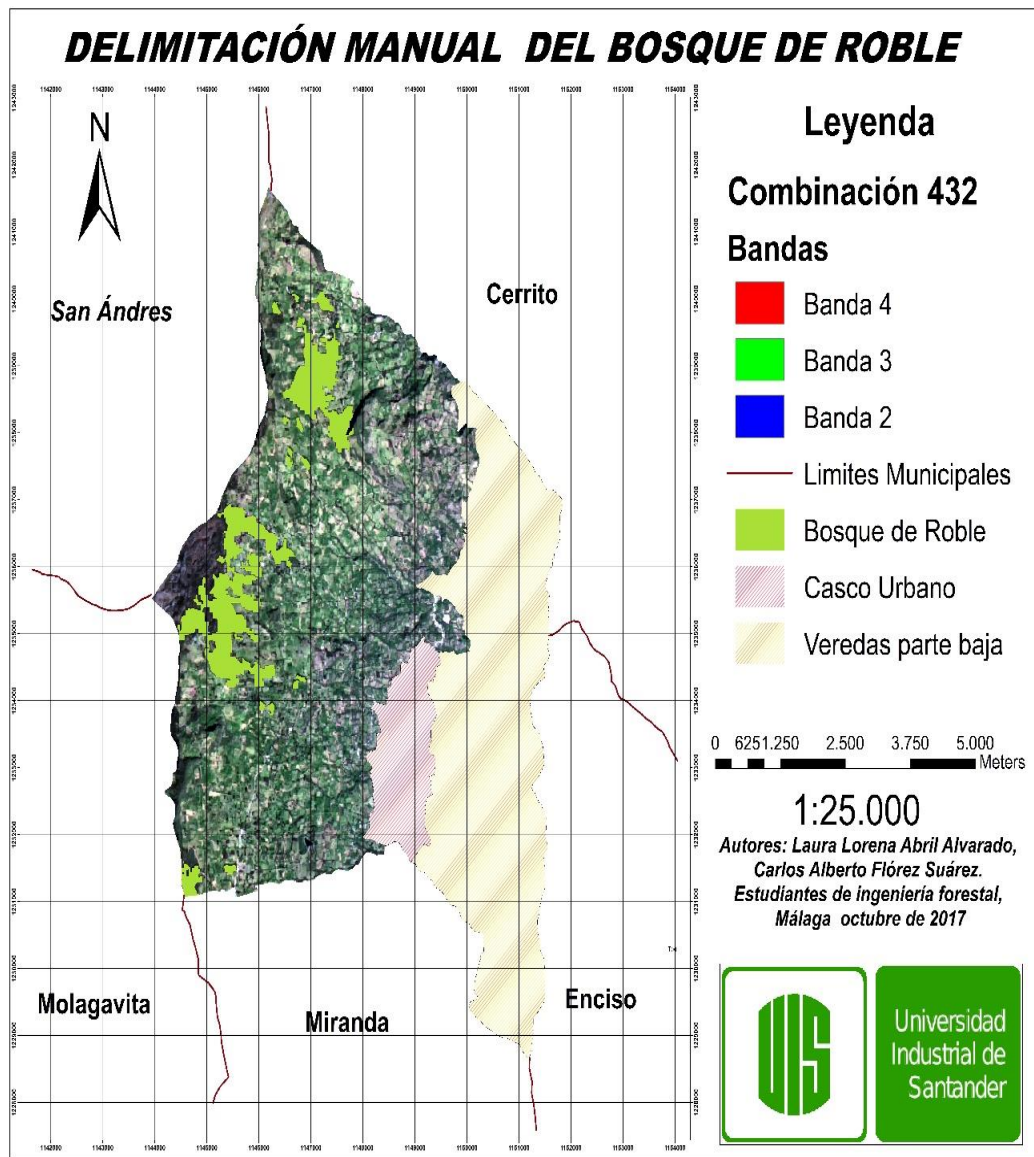
La zona objeto de estudio se localiza en el municipio de Málaga-Santander, comprendido en las veredas de San Luis, Buenavista, Pescaderito, Pescadero y Alisal.

Figuras 5. Localización zona de estudio

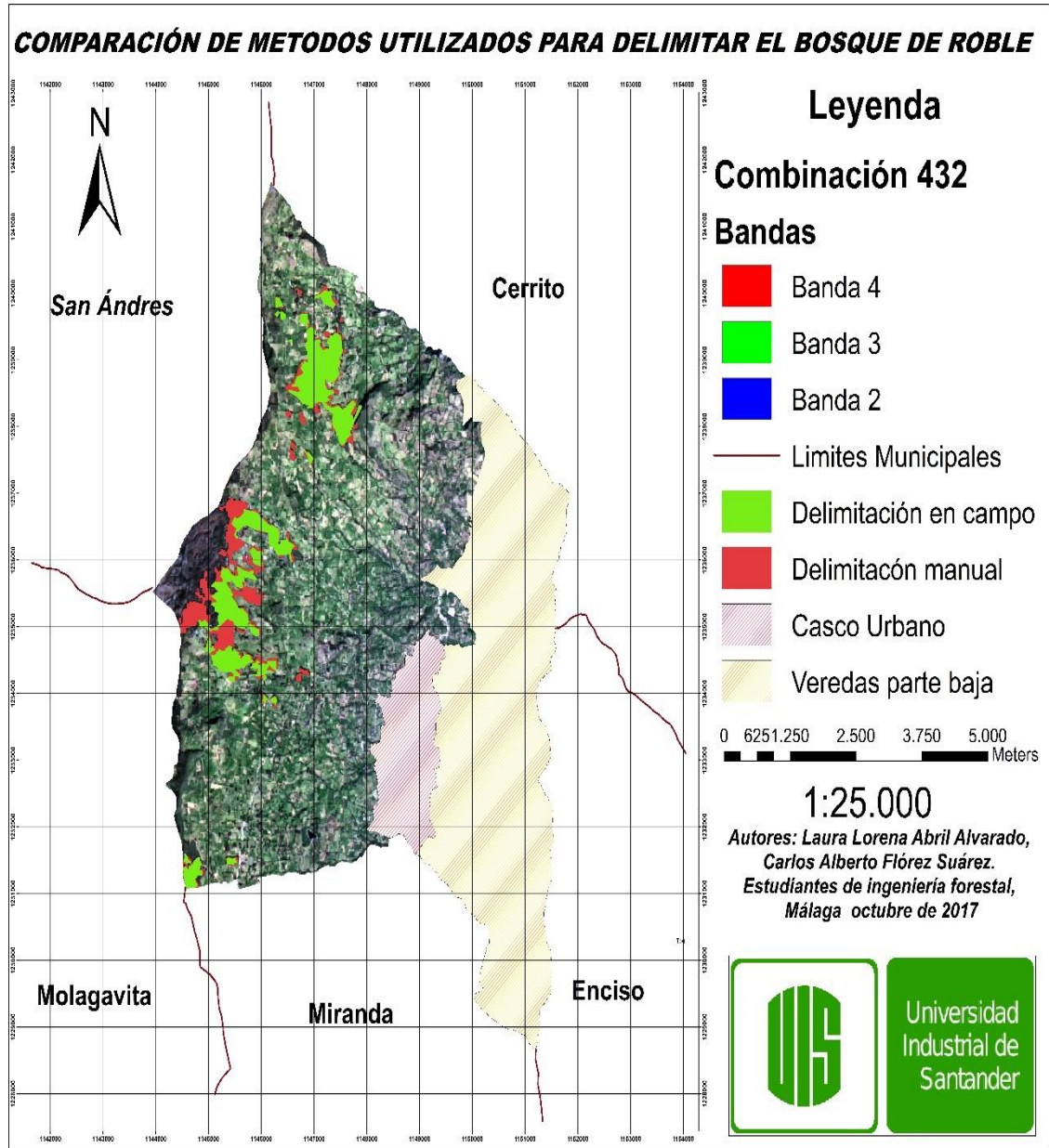


La respectiva delimitación se realizó por medio de métodos manuales y verificación en campo con recorrido y toma de puntos con Gps (Sistema de posicionamiento global), obteniendo inicialmente con el método manual un total de 310 hectáreas aproximadamente y con el método en campo 217 hectáreas.

Figuras 6. Mapa delimitación manual del bosque de Roble



Figuras 7. Mapa comparación métodos delimitación bosque de Roble



Se observó en campo una reforestación de Acacia negra (*Acacia melanoxylon*) y Aliso (*Alnus acuminata*) que comprenden alrededor de 80 hectáreas en promedio, dicha reforestación fue realizada aproximadamente hace 25 a 30 años por la

Alcaldía municipal del municipio de Málaga con fines de recuperación de áreas forestales y protección de nacimientos de agua.

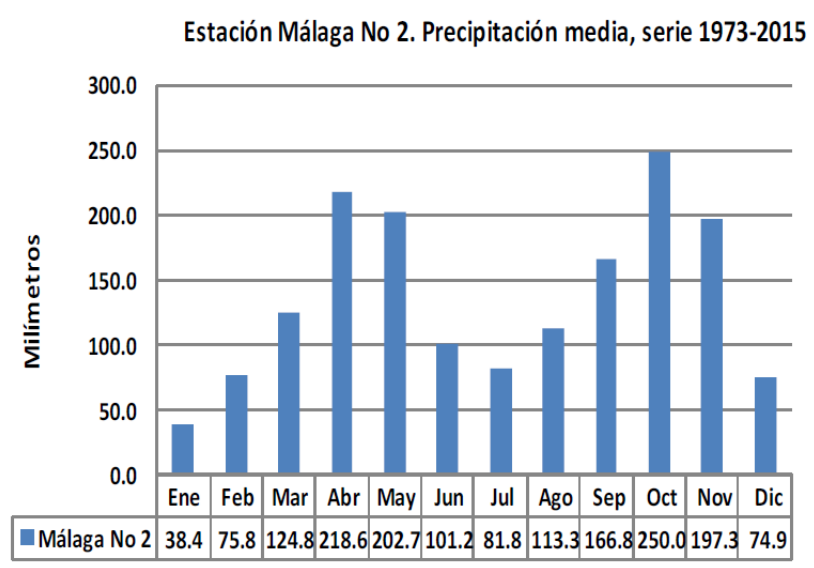
Figuras 8. Fotografía reforestación de Aliso (*Alnus acuminata*)



6.2 CLIMA

Precipitación: La precipitación en el municipio es de régimen bimodal con un total anual de 1645.5 milímetros. En el primer semestre las lluvias se incrementan a partir del mes de marzo y se mantienen en abril y mayo. El segundo período lluvioso se presenta de septiembre a noviembre.

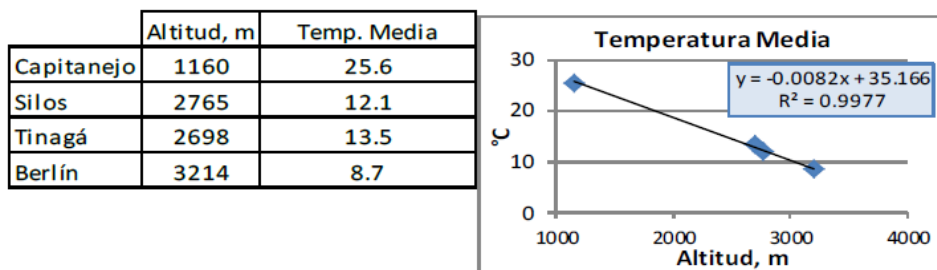
Figuras 9. Variación de la precipitación media mensual en la estación Málaga No 2.



Fuente: Revisión excepcional del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Málaga.(2015)

Temperatura: Con base en la temperatura media mensual medida en estaciones del área de influencia municipal, se observan temperaturas que van desde los 5.5°C en la parte alta, hasta los 24°C en el límite suroriental del municipio de Málaga.

Figuras 10. Temperatura media mensual



Fuente: Revisión excepcional del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Málaga (2015)

Zona de vida: La zona de vida correspondiente a la zona de estudio corresponde a Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y Bosque muy húmedo montano (bmh-M).

Aves y Mamíferos asociados al bosque de Roble

Tabla 4. Aves asociadas al bosque de Roble

Familia	Especie	Nombre común
ACCIPITRIDAE	Patagioenas fasciata	Paloma de collar
	Patagioenas subvinacea	Paloma vinosa
CORVIDAE	Cyanocorax yncas	Urraca verde
	Cyanocorax armillata	Urraca de collar
EMBERIZIDAE	Atlapetes latinuchus	Matorrero de pecho amarillo
	Atlapetes Pallidinucha	Matorrero nuquipálido
FURNARIDAE	Anabacerthia striaticollis	Hojarasquero montañoero
	Campylorhamphus pusillus	Pico guadaña Andino
	Dendrocolaptes picumnus	Trepador Colorado
	Dendroplex picus	Trepa troncos pico de lanza
	Lepidocolaptes lacrymiger	Trepatroncos montañoero
	Pseudocolaptes boissonneautii	Trepamusgos barba blanca Andino
GRALLARIIDAE	Grallaricula flavirostris	Tororoi de pecho ocráceo
	Grallaria hypoleuca	Tororoi pechiblanco
	Grallaria ruficapilla	Tororoi comprapán
	Grallaria rufula	Tororoi flautista
	Grallaria squamigera	Tororoi ondeado

Continuación tabla 4.

Familia	Especie	Nombre común
ICTERIDAE	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro
	<i>Macroagelaius subalaris</i>	Cocha de Soatá
PHASIANIDAE	<i>Odontophorus atrifrons variegatus</i>	Perdiz carinegra
	<i>Odontophorus erythrops parambae</i>	perdiz collareja
	<i>Odontophorus strophium</i>	perdiz Santandereana
PICIDAE	<i>Campephilus pollens pollens</i>	Carpintero gigante
	<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero de pecho punteado
	<i>Colaptes rivolii</i>	Carpintero candela
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero verdidorado
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real
	<i>Melanerpes formicivorus flavigula</i>	Carpintero bellotero
	<i>Veniliornis dignus</i>	Carpintero buchiamarillo
PIPRIDAE	<i>Masius chrysopterus</i>	Saltarin moñudo
PSITACIDAE	<i>Hapalopsittaca amazonina amazonina</i>	Cotorra montañera
	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro negro
THRAUPIDAE	<i>Anisognathus flavinucha</i>	Tángara primavera
	<i>Buthraupis montana</i>	
	<i>Chlorophonia cyanea</i>	Tangará bonito
	<i>Hemispingus superciliaris</i>	Hemispingus cejiblanco
	<i>Piranga rubra rubra</i>	Tángara roja migratoria
TROCHILIDAE	<i>Coeligena bonapartei bonapartei</i>	Colibrí prieto
	<i>Coeligena prunellei</i>	Colibrí negro morado
	<i>Coeligena torquata</i>	Colibrí Inca acollarado
	<i>Doryfera ludovicae</i>	Colibrí pico lanza mayor
	<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Colibrí gorgiamatista
	<i>Heliangelus exortis</i>	Colibrí tornalina
	<i>Schistes geoffroyi</i>	Colibrí picocuña
TROGLODYTIDAE	<i>Pharomachrus antisianus</i>	Quetzal crestado
	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal de cabeza dorada
	<i>Trogon Collaris</i>	Trogón acollarado
	<i>Trogon personatus</i>	La soledad

Fuente: SAENZ, F. A. (2010)

Tabla 5. Mamíferos asociados al bosque de Roble.

Familia	Especie	Nombre común
CERVIDAE	Mazama rufina	Venado de Paramo
	Odocoileus virgianus goudotti	venado de cola blanca
TAYASSUIDAE	Pecari tajacu	Saíno de monte
PROCYONIDAE	Potos flavus	Perro de Monte
PHYLLOSTOMIDAE (Subfamilia STERNODERMATINE)	Artibeus jamaicensis	Murciélago frugívoro de Jamaica
	Artibeus lituratus	Murciélago
	Dermanura glauca	Murciélago
	Especie	Nombre común
	Platyrrhinus dorsales	Murciélago
	Platyrrhinus vittatus	Murciélago
	Sturnira oporophilum	Murciélago
	Vampyressa melissa	Murciélago
	Vampyressa thylene	Murciélago
	Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas
	Choloepus hoffmanni	Perezoso de dos dedos de Hoffmann
	Tamandua mexicana	Oso hormiguero
	Cuniculus taczanowskii	Guardatinaja
	Microsciurus pucheranii	Ardilla
	Microsciurus Santanderensis	Ardilla enana
	Sciurus granatensis	Ardilla de cola roja

Fuente: SAENZ, F. A (2010)

6.3 MUESTREO

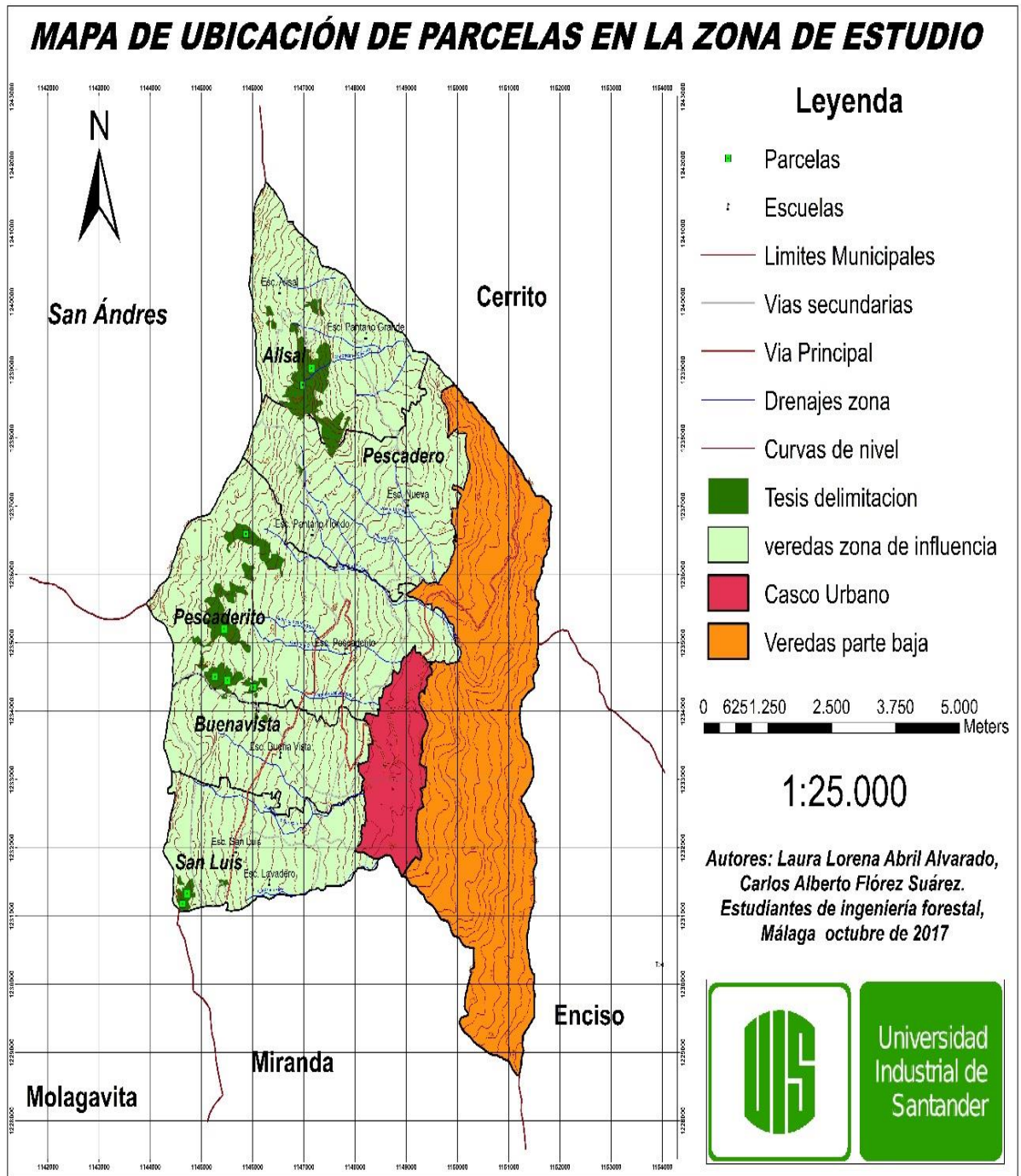
La tabla 4 muestra los valores estadísticos utilizados para calcular el tamaño de la muestra.

Tabla 6. Valores estadísticos premuestreo

Medida estadística	Valor
Media	0.093
Desviación estándar	0.0987
Coefficiente de variación	106.739794
Error de muestreo	15%
Tamaño de la muestra	87.0844391

Se muestrearon un total de 9 parcelas, correspondientes a 90 subparcelas en el bosque de roble, distribuidas al azar por toda la zona.

Figuras 11. Mapa ubicacion de parcelas



6.4 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE

Las siguientes tablas muestran la composición florística del bosque de Roble, representada por siete especies en total, dispuestas en siete familias.

Tabla 7. Composición florística de latizales bosque de Roble

Id	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Roble	<i>Quercus humboldtii Bonpl</i>	Fagaceae
2	Cucharo	<i>Myrsine guianensis (Aubl) Kuntze</i>	Myrsinaceae
3	Gaque	<i>Clusia grandiflora Splitg</i>	Clusiaceae
4	Cedrillo	<i>Phyllanthus salviifolius Kunth</i>	Phyllanthaceae
5	Granizo	<i>Hedyosmum bonplandianum H. B.K</i>	Chloranthaceae
6	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa L.f.</i>	Cunoniaceae
7	Uva camarona	<i>Macleania rupestri (Kunth) A.C.Sm</i>	Ericaceae

Tabla 8. Composición florística de fustales bosque de Roble

Id	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Roble	<i>Quercus humboldtii Bonpl</i>	Fagaceae
2	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa L.f.</i>	Cunoniaceae
3	Granizo	<i>Hedyosmum bonplandianum H. B.K</i>	Chloranthaceae
4	Gaque	<i>Clusia grandiflora Splitg</i>	Clusiaceae
5	Cedrillo	<i>Phyllanthus salviifolius Kunth</i>	Phyllanthaceae
6	Cucharo	<i>Myrsine guianensis (Aubl) Kuntze</i>	Myrsinaceae

Con respecto a las especies encontradas en el bosque de Roble, se encontraron un total de 83 individuos en la categoría latizal, con un área total muestreada de 450 m², en la categoría fustal se encontraron un total de 418 individuos y un área total muestreada de 9000 m², dándonos un total de 501 individuos para estas dos

categorías. Se debe tener en cuenta que se evaluó además la categoría de brinjal, obteniendo 134 individuos.

El Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl), como se puede notar es la especie más representativa en todas las categorías evaluadas.

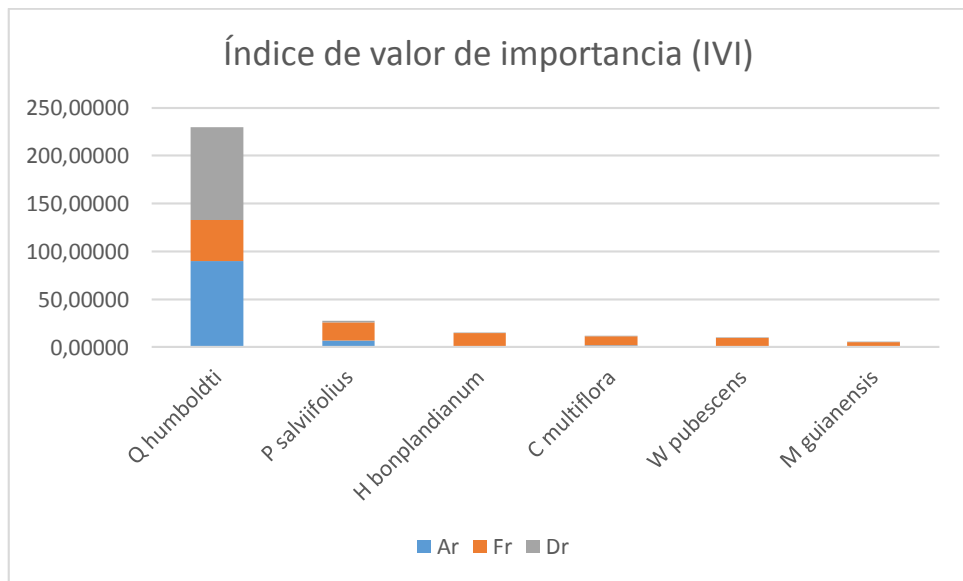
Índice de valor de importancia (IVI):

La figura 12 representa el índice de valor de importancia para la categoría de fustal. Abundancia: las especies más representativas son primeramente el *Quercus humboldtii* (89.9%), seguida de *Phyllanthus salviifolius* (6.7%).

Frecuencia: la especie más frecuente es el *Quercus humboldtii* (42.8%), seguido de *Phyllanthus salviifolius* (19%) y *Hedyosmum bonplandianum* (14.2%).

Dominancia: *Quercus humboldtii* (97.1%) represento el mayor índice de abundancia seguido muy mínimamente por *Phyllanthus salviifolius* (1.7%).

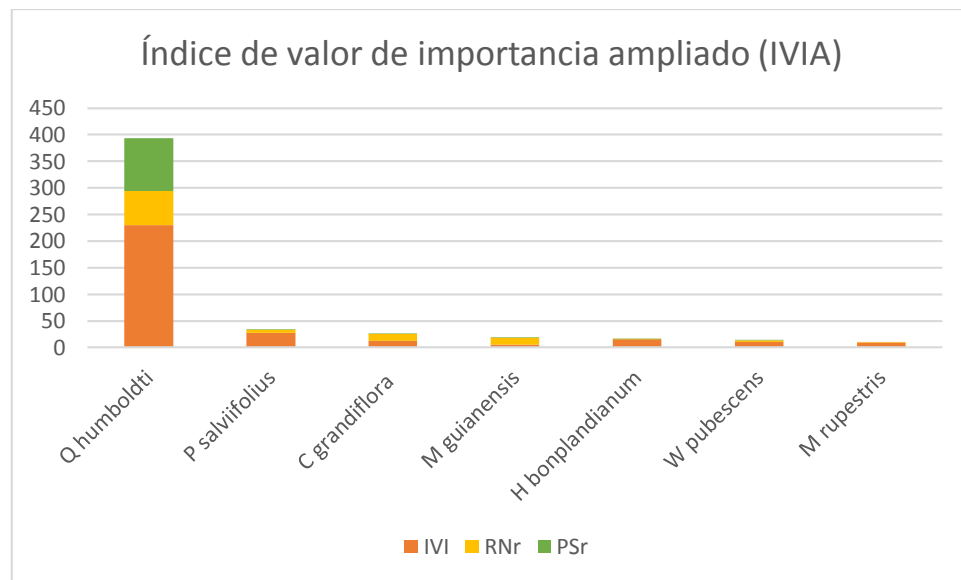
Figuras 12. Índice de valor de importancia IVI para fustales



El Roble (*Quercus humboldtii*), es la especie más representativa del IVI fustal, con valores de 229.9%, ya que posee una abundancia, frecuencia y dominancia muy notoria en el bosque, respectivamente seguido por *Phyllanthus salviifolius* y *Hedyosmum bonplandianum* con valores de 27.5% y 15.2%.

Índice de valor de importancia ampliado (IVIA): La figura 13 representa el índice de valor de importancia ampliado para la zona de estudio, mostrando claramente la dominancia del *Quercus humboldtii* (393.05%), seguido por *Phyllanthus salviifolius* (34.5%), *Clusia grandiflora* (25.40%), y *Myrsine guianensis* (18.05%), como las especies más representativas del bosque objeto de estudio, ya que son especies que están representadas en las categorías de fustal y latizal, al igual que el brinzal, las cuales tienen mayores posibilidades de poder ocupar el dosel del bosque.

Figuras 13. Índice de valor de importancia ampliado IVIA



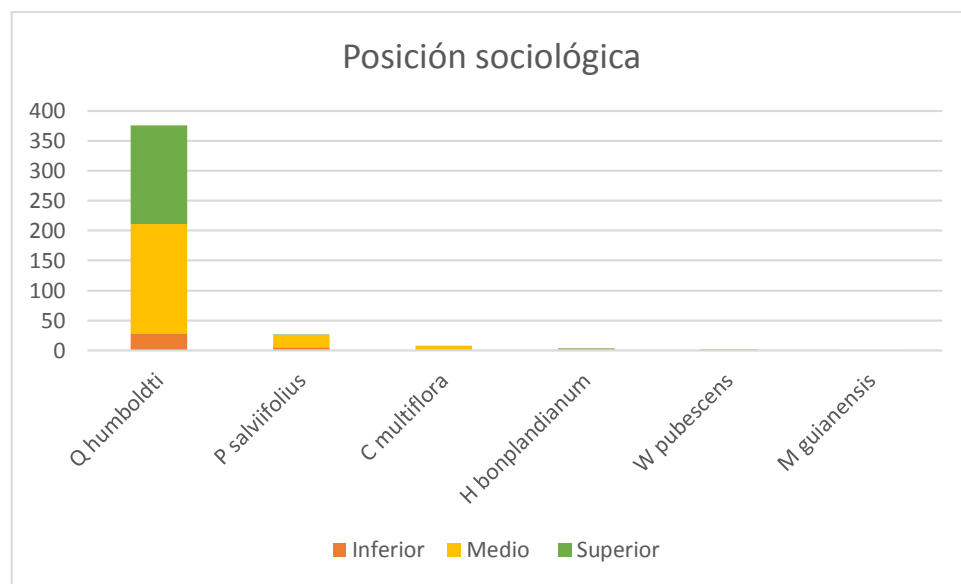
Debe denotarse claramente que *Hedyosmum bonplandianum* (15.5%), *Weinmannia pubescens* (13.5%) y *Macleania rupestris* (9.2%), representan el menor IVIA del

bosque, al igual que una nula regeneración natural, es decir son especies sin posibilidad de ocupar los estratos superiores.

Estructura vertical

Posición Sociológica: la figura 15, muestra la especie más representativa del IPS, la cual es *Quercus humboldtii* (99.1%), seguida de *Phyllanthus salviifolius* (0.753%).

Figuras 14. Posición Sociológica IPS



El *Quercus humboldtii*, *Phyllanthus salviifolius* y *Hedyosmum bonplandianum* son las especies representadas por los tres estratos. Mostrando que el *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum bonplandianum* tiene la supervivencia asegurada en el bosque.

Para el bosque objeto de estudio se diferenciaron tres estratos, inferior (con alturas mayores de 5 metros a alturas mayores e iguales a 10 metros), medio (alturas mayores a 10 metros y menores o iguales a 15 metros) y el superior (alturas

mayores de 15 metros), siendo el estrato medio el de mayor cantidad de individuos (212).

La altura promedio medida para los individuos de la categoría de fustal fue de 15.10 metros, lo que conlleva a clasificar el bosque como bosque alto.

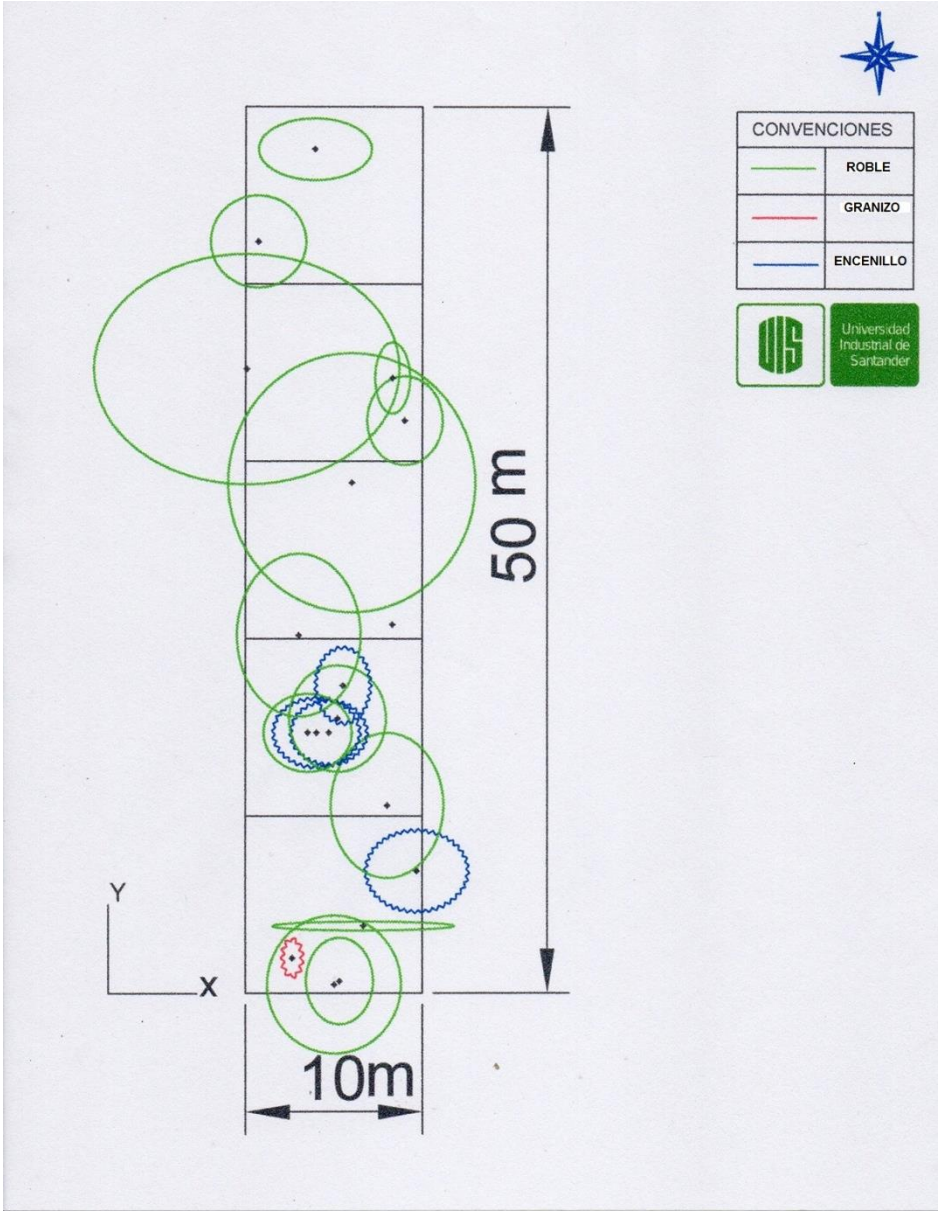
- Perfiles de vegetación

Figuras 13. Perfil de vegetación Parcela 1.

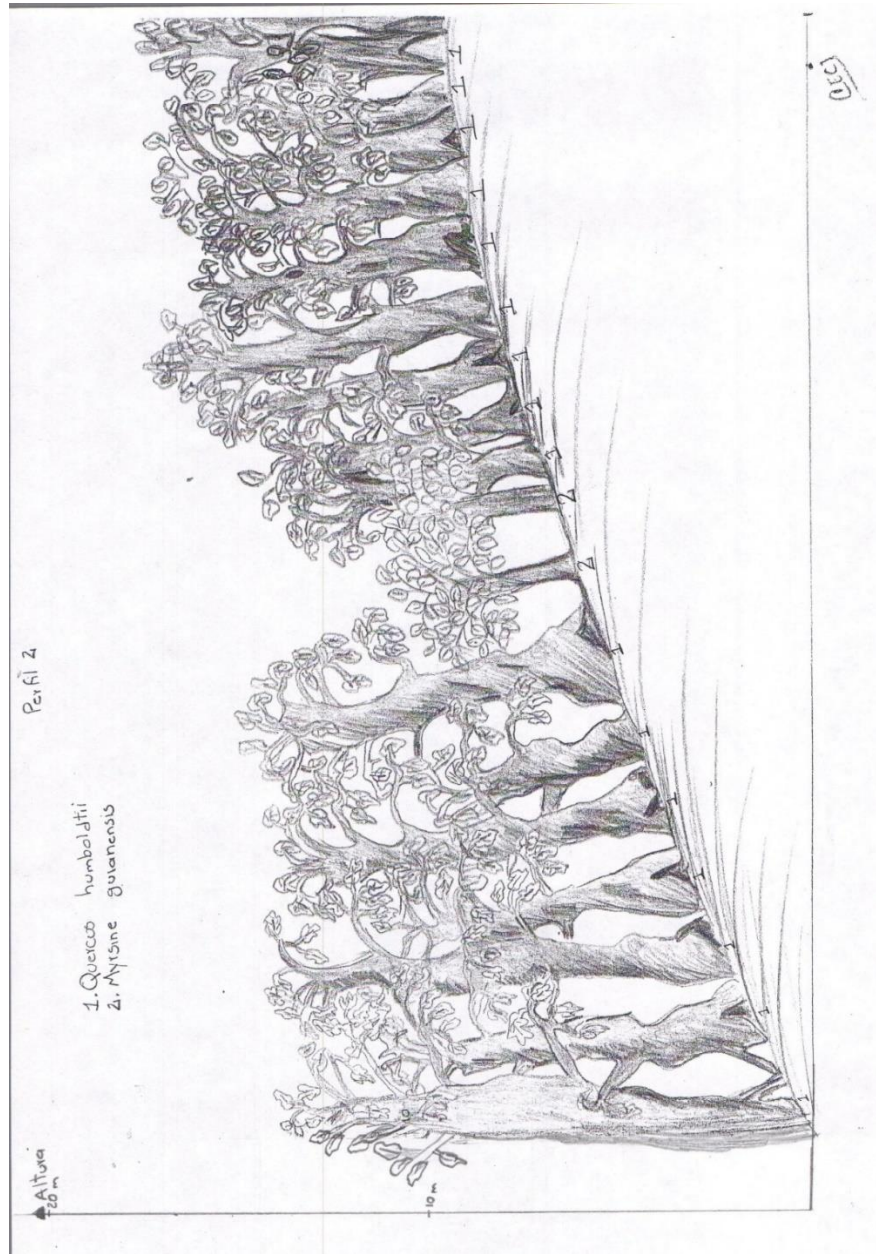


Elaborado por: María Cecilia Alvarado

Figuras 14. Perfil de copas parcela 1

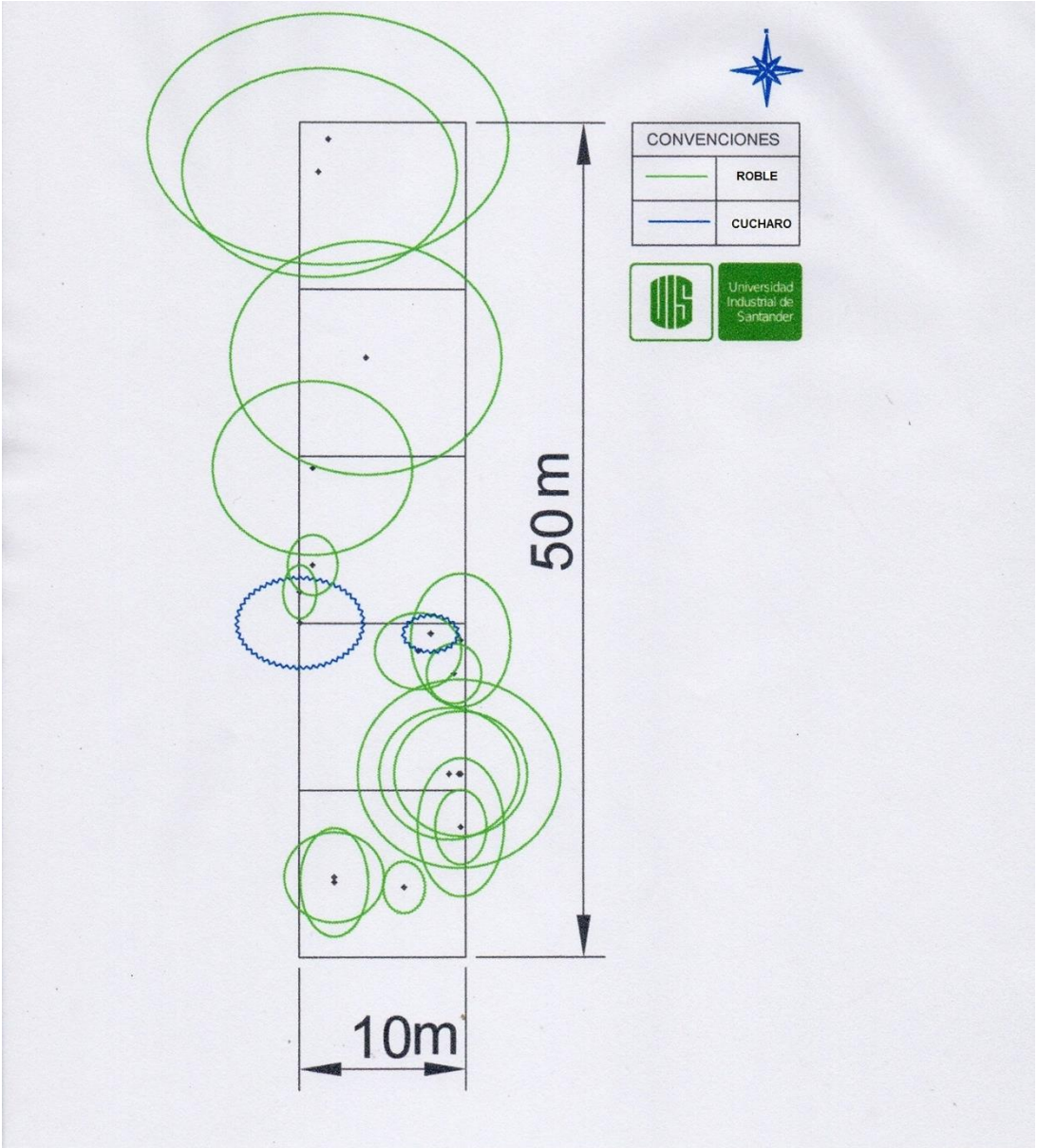


Figuras 15. Perfil de vegetación Parcela 2.



Elaborado por: María Cecilia Alvarado

Figuras 16. Perfil de copas parcela 2.



6.5 ALFA DIVERSIDAD

El bosque de Roble representa una riqueza de especies de 6 y 7 para las categorías de fustal y latizal, de las cuales *Macleania rupestris* es la especie no encontrada en fustal.

Referente a los índices de riqueza de especies como lo son Margalef y Menhinick, el bosque presenta muy baja diversidad en la categoría de latizal y baja diversidad en fustal, siendo un bosque de poca regeneración natural.

Los índices de abundancia referentes a la dominancia como el de Simpson presentan en la categoría latizal muy alta dominancia y la categoría fustal una dominancia media. La heterogeneidad representada en fustal por un 18.59% y en latizal con un 65.41%, indicando un bosque tendiente a la homogeneidad. El índice de Berger Parker que proporciona la abundancia en un 0.9 y 0.5 para fustal y latizal.

El índice de Shannon-Wiener que evalúa la equidad proporciona valores de 0.42 y 1.31 para fustal y latizal, siendo el bosque de poca heterogeneidad y poco uniforme en especies, presentando una especie dominante (*Quercus humboldtii*) la cual reduce la diversidad.

La siguiente tabla presenta los valores utilizados para evaluar la alfa diversidad del bosque.

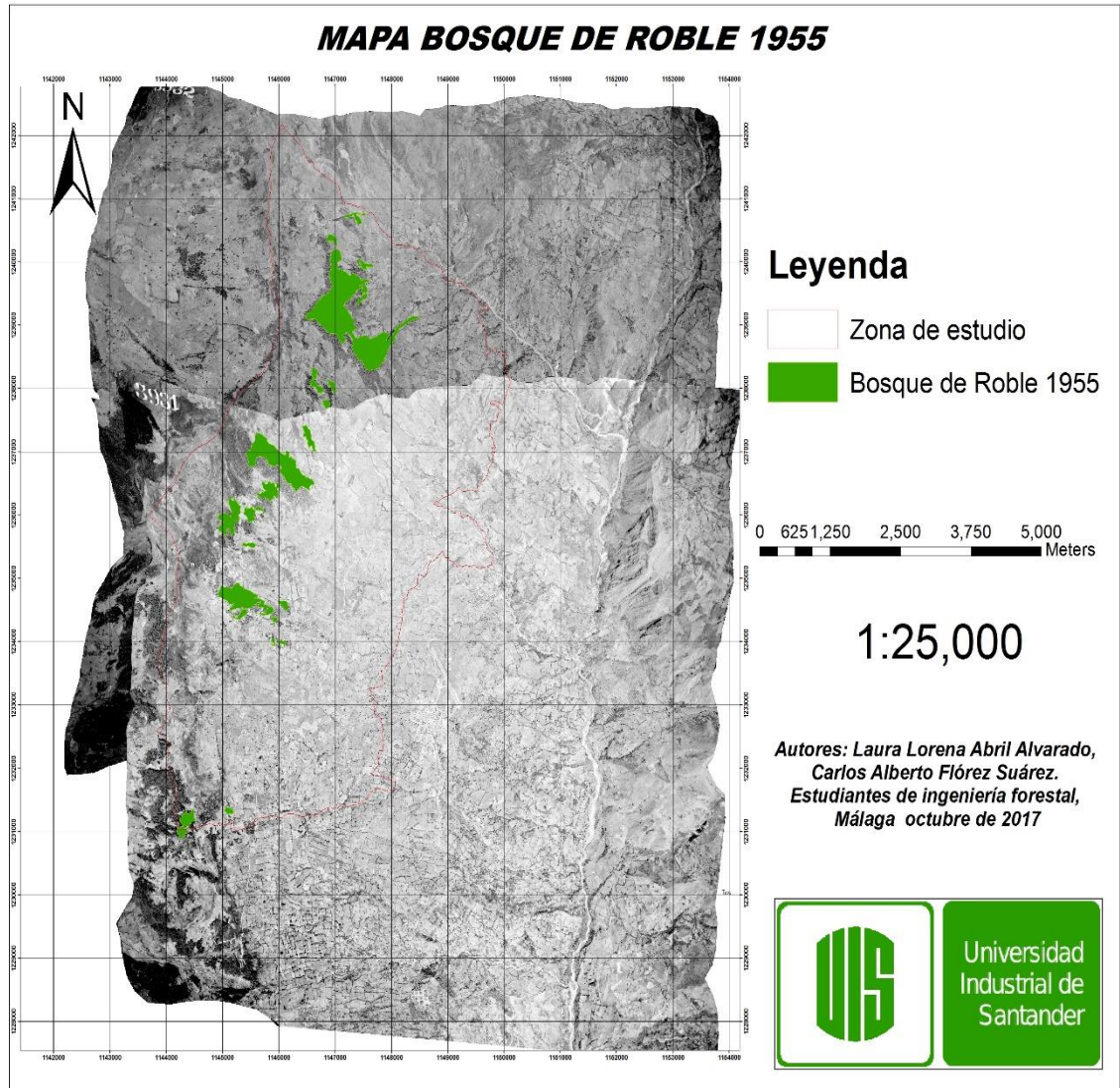
Tabla 9. Índices de Alfa diversidad

			Fustal	Latizal	
			6	7	
INDICES DE RIQUEZA ESPECIFICA					
			Índice de Margalef	1.132	0.994
			Índice de Menhinick	0.659	0.342
Estructura	Índices de Abundancia Proporcional	Dominancia	Índice de Simpson (λ)	0.814	0.346
			$1-\lambda$ (heterogeneidad)	18.59%	65.41%
			Índice de Berger Parker	0.900	0.518
		Equidad	Índice de Shannon-Wiener	0.4274	1.3178

6.6 ANÁLISIS DE PERDIDA DE VEGETACIÓN

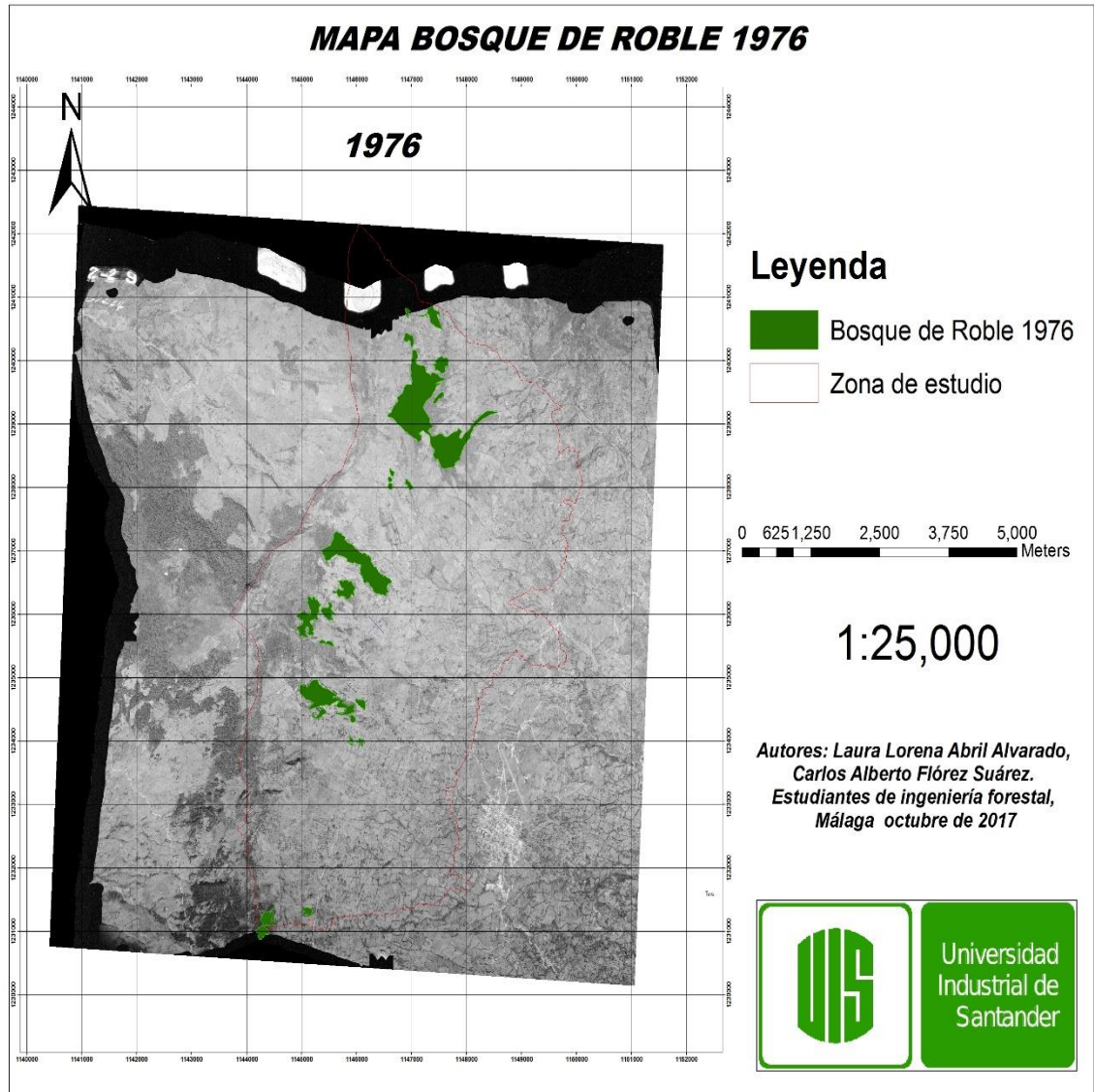
Para el análisis de pérdida de vegetación se utilizaron fotografías aéreas adquiridas en el INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI en la ciudad de Bogotá en formato digital, posteriormente se les realizó una orto-rectificación para poder ser interpretadas correctamente en el sistema de información geográfica, las fotografías aéreas corresponden a los años 1955 y 1976 debido a la falta de vuelos periódicos por parte del IGAC en la zona, no se pudieron conseguir imágenes con intervalos de años iguales, por lo que el criterio de elección de fotos está basado en un punto clave de la protección del roble y es el año 1974 cuando se crea la veda para la especie *Quercus humboldtii* en casi todo el territorio Colombiano, se eligió una foto de más de 20 años antes de la veda y la otra fue escogida debido a la proximidad del año en que inició la misma. El procedimiento consistió en crear polígonos que representen el bosque de roble en cada una de ellas y comparar los resultados obtenidos con relación al tiempo transcurrido. Las figuras 20 y 21 muestran los polígonos creados de los años 1955 y 1976.

Figuras 17. Áreas de bosque de roble en el año 1955



El mapa nos muestra fragmentos de bosque de roble muy similares a los actuales con la diferencia que para este año el área total de bosque es de 207,133ha.

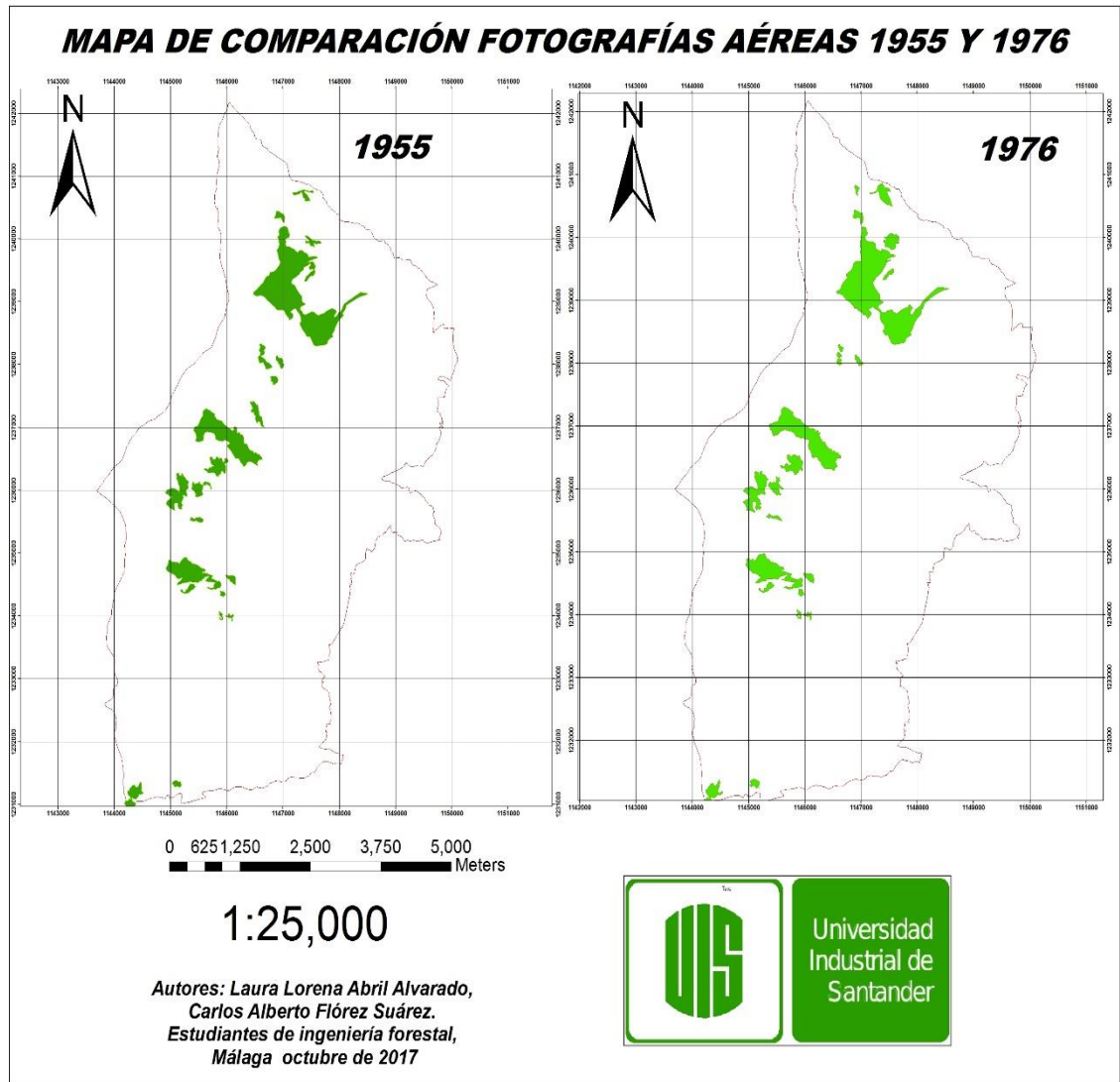
Figuras 18.áreas de bosque de roble en el año 1955



Al igual que la figura anterior la ubicación y forma de los relictos de bosque de roble poseen una gran similitud con el bosque actual, para el año 1976 existía un área de 206,17 ha.

Comparando área entre las imágenes 20 y 21 se puede deducir que la pérdida de bosque de roble es de 0,916 ha, en la figura 18 se muestra la comparación entre las mismas.

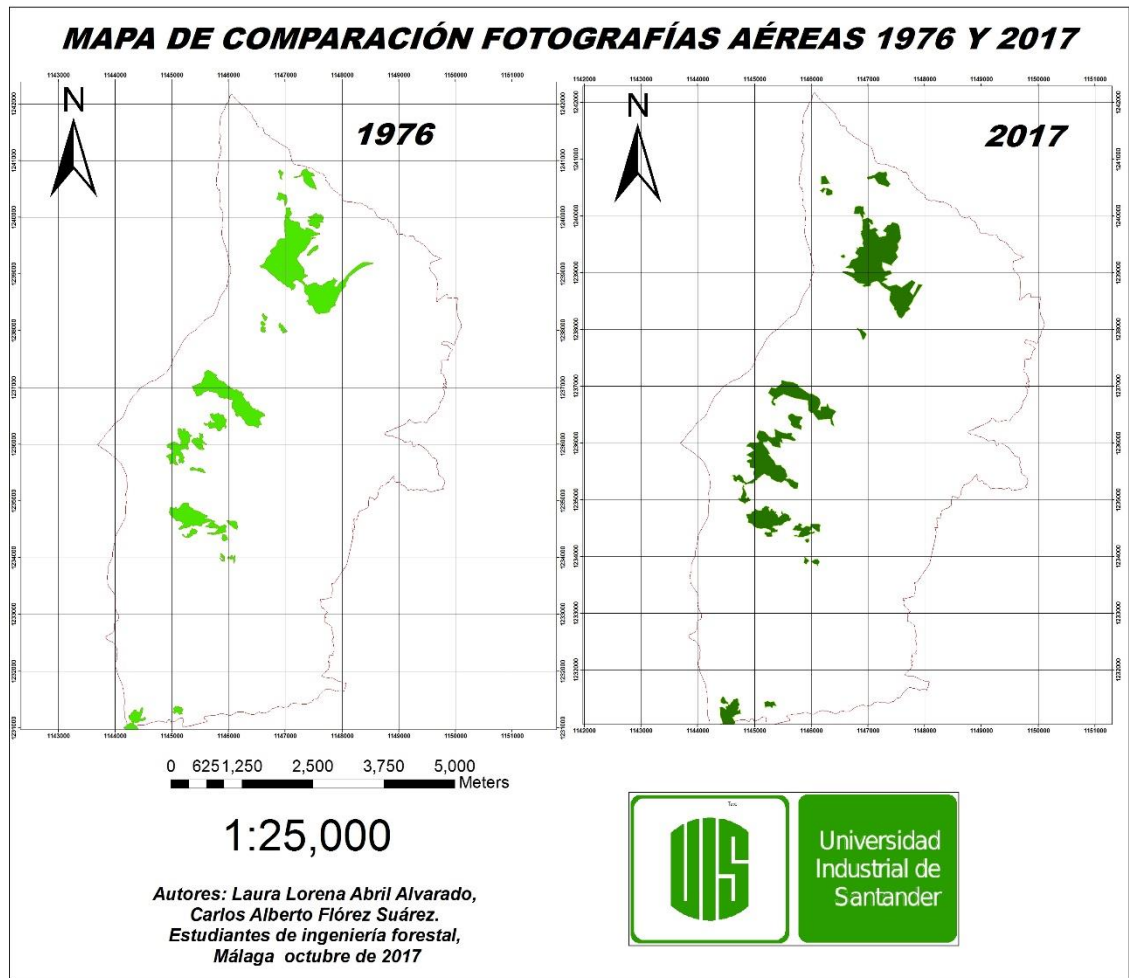
Figuras 19. Comparación de fotografías aéreas entre los años 1955 y 1976



Para la comparación entre el año 1976, dos años después de la veda, y la fecha actual, se observa un crecimiento de 10,83 ha.

La figura 20 nos muestra la comparación realizada entre los años 1976 y 2017

Figuras 20. Comparación de fotografías aéreas entre los años 1976 y 2017



6.7 TASA DE DEFORESTACIÓN Y CAMBIO

- Tasa de deforestación y cambio entre 1955 y 1976

$$D (\%) = \left[\frac{(206,17 - 207,133)}{(3869,76) * (21)} \right] * 100$$

$$D(\%)= -0,001185\%$$

- Tasa de deforestación y cambio entre 1976 y 2017

$$(\%) = \left[\frac{(217 - 206,17)}{(3869,76) * (41)} \right] * 100$$

$$D(\%)= 0,006825\%$$

La tasa de deforestación y cambio nos ratifica los datos mostrados en las figuras 18 y 19, pues entre el año 1955 y 1976 hubo pérdida de bosque, mientras que de 1976 a 2017 hubo ganancia del mismo, motivo por el cual un dato es positivo y otro negativo.

6.8 SOCIALIZACIÓN

Una parte fundamental para el completo desarrollo del presente estudio es la socialización con la comunidad, en donde se expusieron los resultados por medio de folletos y una pequeña charla donde se presentó y explico muy breve en que consistió el estudio. La gran mayoría de personas expresaron su compromiso y responsabilidad con el bosque de roble, de igual manera manifestaron el abandono estatal que han sufrido durante muchos años, ya que por parte de ellos existe la mayor voluntad para reforestar las zonas aledañas al bosque de roble y así contribuir a la expansión del mismo.

Figuras 21. Folleto para la socialización de resultados

Finalmente ten en cuenta las siguientes normas:

- Resolución 0316 de 1974
- Resolución 096 de 2006

Las cuales reglamentan la veda del roble, por lo cual esta prohibido a nivel nacional la tala de este árbol.



"Mi padre me enseñó a aprovechar la oportunidad de vivir plenamente, reflexionando sobre la naturaleza para disfrutarla, cuidarla y compartirla con todos"

Odile Rodríguez de la fuente

Autores
Laura Lorena Abril Alvarado
Carlos Alberto Flórez Suárez



INGENIERIA FORESTAL
 UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA, FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL

ROBLE
Quercus humboldtii Bonpl.



"Todo lo que le ocurra a la tierra, le ocurrirá a los hijos de la tierra"

Jefe indio Seattle

Características del bosque de roble

Los robledales son un ecosistema singular de los bosques andinos de Colombia, los cuales tienen una alta importancia, ya que prestan servicios como: capturar dióxido de carbono (CO₂), proteger el agua, mejorar el clima, embellecer el paisaje, conservar la biodiversidad entre otros.

En el bosque de roble encontramos otras especies arbóreas como: cedrillo, cucharo, encenillo, gaque, granizo, entre otros.

En cuanto a la fauna asociada a este bosque podemos encontrar: colibris, pavas, perdices, murciélagos, pájaros carpinteros, ardillas y diversidad de insectos, entre otros.

El bosque de roble significa una gran riqueza biológica que debemos cuidar y proteger.



Estudio del Roble en nuestra Comunidad



Se realizó un estudio en las veredas San Luis, Pescadero, Pescaderito, Buena vista y Alisal.

En donde se evaluó la extensión del bosque roble desde el año 1955 hasta el 2017.

Como resultado se tuvo que no se ha perdido cobertura boscosa, por lo contrario se ha mantenido un total de 220 hectáreas; entre ellas se ha ganado 15 hectáreas de bosque.



FELICITACIONES!

A toda la comunidad por haber protegido y conservado el bosque de roble durante todos estos años



Invitamos a seguir protegiendo los robledales, no talar los árboles, ni cazar los animales del bosque pues estos hacen parte fundamental del mismo y debemos preservar la naturaleza para las futuras generaciones

Activa tu Confianza

7. DISCUSIÓN

La composición florística realizada muestra la presencia de especies, géneros y familias típicas en el bosque de roble, comparando los resultados con estudios realizados por (GALINDO, R.; BETANCUR, J.; CADENA, J. J. (2003))²⁹ y León, J. D., Vélez, G., Yepes, A. P. (2009)³⁰, hay cierta similitud en los datos obtenidos, con la diferencia de que la diversidad de especies en el actual estudio es muy inferior a la encontrada en los estudios mencionados anteriormente, esto debido a varios factores, uno de ellos es la importancia y categoría de conservación, puesto que el bosque de roble en el municipio de Málaga no posee ningún tipo de protección a excepción de la veda, mientras que los resultados de otros estudios son obtenidos de áreas declaradas como reservas naturales o corredores biológicos. Otra causa de baja diversidad es la extensión y distribución de área de bosque, ya que según (López-Barrera, F. (2004))³¹ el efecto de borde también está provocando una baja diversidad, debido a que la alta fragmentación no está permitiendo el desarrollo normal de este ecosistema, además de que en algunos fragmentos de bosque se encontró la presencia de senderos por donde transitan personas y ganado, lo que indica intervenciones antrópicas a esta cobertura, resultado que también nos muestra la causa de una baja regeneración natural, pues en los fragmentos de mayor extensión y de menor intervención se observó mayor regeneración.

²⁹ GALINDO, ROBINSON; BETANCUR, JULIO; CADENA, JOSÉ J. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guantá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. En : *Caldasia*, 2003, vol. 25, no 2, p. 313-335.

³⁰ LEÓN, Juan D.; VÉLEZ, Gladys; YEPES, Adriana P. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. En : *Revista de Biología Tropical*, 2009, vol. 57, no 4, p. 1165-1182.

³¹ LÓPEZ-BARRERA, Fabiola. Estructura y función en bordes de bosques. En : *Revista Ecosistemas*, 2004, vol. 13, no 1.

Al comparar el área de cobertura de roble en el primer periodo de tiempo (1955-1976) se observa una pérdida de 0,916 ha, mientras que en el segundo periodo (1976-2017) hay una ganancia de 10,83 ha, estos resultados están marcados por la veda establecida en el año 1974, y nos indica que de cierto modo la prohibición de aprovechamiento de esta especie ha servido para conservar el bosque. Además de la veda hay algunos factores que también han influido en la conservación y crecimiento de la cobertura de bosque de roble, uno de ellos es la pendiente, puesto que se observó que algunos fragmentos de bosque cuentan con pendientes demasiado pronunciadas y que no pueden ser usadas para fines agropecuarios, además en la mayoría de fragmentos hay afloramientos de agua, los cuales la comunidad valora y protege, llegando a casos en donde ellos mismos han denunciado a las personas que talan un árbol de roble, esto muestra que la gran mayoría de habitantes de esta zona, están muy comprometidos con la conservación de este tipo de cobertura.

8. CONCLUSIONES

El bosque de Roble objeto de estudio presenta una baja diversidad de especies vegetales, encontrándose que el *Quercus humboldtii* es la especie más abundante, frecuente y dominante del bosque.

Las especies secundarias como lo son *Phyllanthus salviifolius*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Myrsine guianensis* y *Clusia grandiflora* encontradas dentro del estudio realizado no representan una amenaza para la especie *Quercus humboldtii* Bonpl, ya que estas asociaciones son típicas de estos ecosistemas.

Teniendo en cuenta que la extensión total de bosque de roble en el municipio de Málaga es de 217ha, se llega a la conclusión de que esta masa boscosa solo ocupa el 5,6% del área total de estudio y el 3,74% de la extensión total del municipio.

Las veredas con mayor presencia de bosque de roble son Pescaderito y Alisal, seguida por San Luis, la única vereda que no posee este tipo de cobertura es la vereda Buena Vista.

La presencia de reforestaciones en la zona ha ayudado a ampliar la extensión del bosque y a proteger las fuentes hídricas que abastecen el acueducto del municipio de Málaga.

Aunque la resolución 096 de 2006 establece la veda para el roble, y a pesar del conocimiento de la norma, en la vereda Pescaderito se encontraron arboles de gran tamaño talados, este tipo de aprovechamiento origina claros en los bosques en donde es poco probable que se dé la regeneración natural.

Contrario a lo esperado, en el análisis de pérdida de vegetación se ha ganado extensión del bosque de roble a partir del año 1976, lo que lleva a concluir que la veda de la especie ha servido para conservarla, aunque el bosque de roble en Málaga muestra una alta fragmentación.

Al momento de socializar los resultados del proyecto realizado, es de vital importancia iniciar en las escuelas rurales, pues los niños serán los encargados de proteger y conservar el bosque de roble en las futuras generaciones, de igual manera se notó un gran interés por parte de la mayoría de la comunidad, quienes respondieron positivamente a la exposición de los resultados del presente estudio.

9. RECOMENDACIONES

Tener un mayor control sobre las talas que se realizan de manera ilegal en el bosque de roble, para poder permitir el normal desarrollo de este ecosistema.

Realizar planes de reforestación que integren a la comunidad y que contribuyan al crecimiento del bosque de roble en el municipio de Málaga.

Crear proyectos de pagos por servicios ambientales para que los propietarios de las fincas que contienen bosque de roble puedan ver un valor económico en el mismo y así se apropien de la conservación y cuidado de este ecosistema.

Implementar planes de educación ambiental, en donde se capacite al campesino sobre la importancia y cuidados que se deben tener con el bosque de roble y gestionar recursos por parte de la administración municipal para el cercamiento total de las 217ha de bosque de roble.

Es necesario hacer estudios sobre la fauna presente en el bosque de roble de Málaga, pues hasta el momento no hay ningún tipo de investigación que muestre dicha información.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Víctor Hugo; ARAUJO A, Publio; ITURRE C, Marta. Caracteres estructurales de las masas. [En línea]. Santiago del estereo.: Universidad Nacional de Santiago del estereo. 2006. (Recuperado en 29 Febrero 2017) Disponible en <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>.

ALCALDIA MUNICIPAL DE MÁLAGA. Revisión excepcional del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Málaga- Santander. Málaga.: La Alcaldía, 2015. p. 49-54.

BADII, Mohammad; LANDEROS, Gerónimo. Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con sustentabilidad. México: Universidad Autónoma de nuevo León, 2006. p.13.

BROWN, Alejandro Diego; KAPPELLE, Maarten. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. Bosques nublados del neotrópico. Costa rica: INBio, 2001. p. 27-40.

CAMACARO, Leriz; MOTINA, Nixon. Interpretación de fotografías aéreas en la planificación física-territorial del espacio turístico. En : Revista Turismo em Análise, 1999, vol. 10, no. 2., p. 78-97.

CÁRDENAS, Dairon; SALINAS, N. Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas, primera parte. Bogotá: SINCHI, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006, p. 234.

CARNEVALE, Nélica; ALZUGARAY, Claudia; DI LEO, N. Estudio de la deforestación en la Ciña Boscosa Santafesina mediante teledetección espacial. [Base de datos [en línea]. Diciembre 2007. En : Revista de ciencias forestales Quebracho. (Recuperado en 15 junio 2017). Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262007000100006.

CARVAJAL LANDINEZ, Francy Milena. Estructura y composición florística de un bosque de Roble *Quercus humboldtii* Bonpl. En la reserva natural “El páramo, la Floresta”, parque nacional natural Serranía de los Yariguíes, Santander, Colombia. Tesis de pregrado Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. 2007. p. 74.

CONGEDO, Luca.(2017).Semi-Automatic Classification Plugin for Qgis. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>.

FERNÁNDEZ, Ever Antonio. Producción y viabilidad en semillas de Roble Blanco (*Quercus humboldtii*) en bosques del Macizo Colombiano, Sur del departamento del Huila. Tesis de pregrado.: Universidad abierta y a distancia UNAD, 2014. p. 20-30.

GALINDO, Robinson; BETANCUR, Julio; CADENA, José. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. En : *Caldasia*, 2003, vol. 25, no. 2., p. 313-335.

GUERRERO-RODRÍGUEZ, Sandra Bibiana; PAZ CAMACHO, Erika Andrea; ROSSELLI, Ángela Parrado. Efecto de la intervención antrópica en la distribución de las semillas y plántulas del roble (*Quercus humboldtii* Bonpl., Fagaceae) en la cordillera oriental colombiana. En : Colombia Forestal, 2010, vol. 13, no.1., p. 163-180.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Leyenda Nacional de coberturas de la tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.: IDEAM, 2010. p.72.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia, nivel nacional, escala gruesa y fina. Bogotá D. C.: IDEAM, 2011. p. 44

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Instituto Humboldt, 2004. p. 238.

LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Berlín, Alemania: GTZ,.1990. p.116-161.

LEAL, Dora Barrios... [et al]. Evaluación genética de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en los municipios de Filandia y Salento, Quindío, utilizando la

técnica de microsatélites. En I Simposio Internacional de Roble y Ecosistemas Asociados, Memorias. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, 2006. p.71.

LEÓN, Juan D.; VÉLEZ, Gladys; YEPES, Adriana P. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. En : Revista de Biología Tropical, 2009, vol. 57, no. 4., p. 1165-1182.

LÓPEZ-BARRERA, Fabiola. Estructura y función en bordes de bosques. [Base de datos en línea]. Enero 2004. En : Revista Científica y técnica de Ecología y medio ambiente, 13(1) ,67-77. (Recuperado en 12 de Abril 2017). Disponible en <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/581/549>.

LOZANO, Gustavo; TORRES, J. H. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. En : Ecología tropical, 1974, vol. 1, no. 2., p. 45-79.

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

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Libro rojo de las plantas de Colombia, especies maderables amenazadas parte I. Bogotá, D.C.: MINAMBIENTE, 2006. p.169.

MUÑOZ AVELLA, Andrés. Los Bosques de Robles (Fagáceas) en Colombia: Composición florística, estructural, diversidad y conservación. Tesis Doctoral Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2016. p .388.

MUÑOZ AVELLA, Andrés; CAMACHO CARDENAS, Luis Mario. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En : Colombia forestal, 2010, vol.13, no.1., p. 5-25

OTÁLORA ARDILA, Aída; LÓPEZ ARÉVALO, Hugo F. Incidencia de algunos elementos del paisaje fragmentado de Encino (Santander, Colombia) sobre la riqueza y diversidad de murciélagos. En I Simposio Internacional de Roble y Ecosistemas Asociados, Memorias. Bogotá D.C.: Fundación Natura, 2006. p.83-94

RAMIREZ GONZALES, Alberto. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, 2006. p. 273.

VILLANUEVA TAMAYO, Boris Stefan. Evaluación de estructura horizontal y la diversidad florística en un bosque lluvioso del medio magdalena, hacienda San Juan del Carare, Cimitarra-Santander. Tesis de pregrado.: Universidad del Tolima, 2015. p. 108.

ANEXOS

Anexo A. Establecimiento de parcelas





Anexo C. Reforestación de Aliso (*Alnus acuminata*)



Anexo D. Toma de puntos con GPS



Anexo E. Bosque de Roble municipio de Málaga



Anexo F. Fumagina negra encontrada en el Roble, vereda San Luis.



Anexo G. Socialización con la comunidad.

