

Diversidad y Estructura de Fustales y Latizales en dos Bosques Altoandinos con Diferente
Estado de Intervención Antrópica.

Cristian Javier Hernández Barajas y Oskar Fabián Álvarez Esteban

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

Msc. Bosques y Conservación Ambiental

Codirector

Julián Mauricio Botero Londoño

PhD. Ciencias Agrarias

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga

2020

Dedicatoria

Cristian Javier Hernández Barajas

En primer lugar, quiero agradecer y dedicar este proyecto a DIOS, quien me acompaña y guía mi camino, me da la fuerza, dedicación y determinación para lograr mis metas.

A mis padres Lucila Barajas Cárdenas y Herminio Hernández Carvajal, quienes, con su amor, esfuerzo y dedicación, me formaron en valores como persona, por su apoyo, motivación, entrega y por creer en mí, hoy les hago esta dedicatoria, en agradecimiento a cada uno de sus esfuerzos, gracias a ellos esta meta fue posible.

A mis hermanas Diana Hernández, Mayra Hernández y Erika Hernández, por su apoyo incondicional y por el amor que me dan, por sus consejos y por sus regaños que me ayudan a ser mejor cada día

A mis sobrinos que son mi motivación, para ser una mejor persona cada día y ser un ejemplo para ellos.

A mi compañero de tesis Fabian Álvarez por su paciencia, compañerismo, apoyo y compromiso, con los cuales hoy tenemos la satisfacción de culminar esta meta.

A toda mi familia y amigos que han estado a mi lado ayudándome y enseñándome y de una u otra forma aportaron su granito de arena lo cual se ve reflejado hoy en mi vida personal y profesional gracias los llevo en el corazón.

Dedicatoria

Oskar Fabián Álvarez Esteban

Quiero dedicarle este logro a Dios principalmente pues es quien me da la vida día a día y es mi guía en todo momento, además a mis ejemplos de vida y que espero algún día las circunstancias me permitan llegar a disfrutar de mi vida como ellas hasta el día de hoy lo han podido hacer y no son más que mis dos abuelas Carolina Ríos y Pascuala Ruiz, también pero no menos importante a las dos personas que me dieron la vida y todas las posibilidades para que este logro que es tan mío como de ellos se culminara de la mejor forma, mis padres María Helena Esteban y Jesús María Álvarez, sé que no es mucho para todo lo que me ha proporcionado en experiencia y apoyo pero quiero también dedicarle este logro personal a mi hermano Jorge Antonio Barrera, pues él fue quien me impulso para estudiar esta carrera tan preciada como lo es la Ingeniería Forestal, a mis padrinos Dilma Gutiérrez y Donaldo Álvarez por brindarme apoyo al mismo nivel que mis padres pues los considero mi inspiración de vida por todo lo que han podido enseñar como persona y a todos mis familiares, puesto que sé que cuento y aprecio a cada uno de ellos, mis compañeros de estudio, mis colegas de trabajo en el ámbito audiovisual y a todas las personas que de alguna u otra forma han estado prestes en mi vida, puesto que todos tienen merito en este logro que hoy puedo disfrutar después de tanto tiempo de dedicación y esmero.

Infinitas gracias por ayudarme a ser lo que hoy en día soy como persona y profesional.

“Encontrarás mucho más en los bosques que en los libros; los árboles y las piedras te enseñarán lo que nunca aprenderías de un maestro.”

SAN BERNARDO DE CLARAVAL.

Agradecimientos

Expresamos nuestro sentido de gratitud en primer lugar a la Universidad Industrial de Santander sede Málaga por darnos la oportunidad de educarnos académicamente, y a todos sus docentes, personal directivo y administrativo que de una u otra forma intervinieron en nuestra formación profesional, en especial a nuestro director el Ingeniero Diego Suescún Carvajal por la ejecución de este proyecto y al Dr. Julián Mauricio Botero por su codirección y acompañamiento, al docente Ronal por su disposición y amabilidad a la hora de responder nuestras inquietudes.

A el señor Fabio Otero y su familia por acogernos en su hogar y permitirnos desarrollar este proyecto en sus bosques.

A María Rosales por su indispensable colaboración y orientación en la elaboración de las parcelas

A Diego Tarazona por su apoyo incondicional y orientación en la realización del inventario forestal

A Rafael Flores y Brian Parra por su orientación y colaboración en la elaboración del proyecto

A Hayde Barón, Edy Herrera, Juan Arciniegas, Laura Hernández, Wilmer Cárdenas, Ferney Celis,

Yeferson Torres, Luis Caballero, Iván Roa, Karol Manrique, Angélica Domínguez Sebastián

Acevedo, Sergio Ortiz, Arley Arévalo, Yeison Poveda y a todas las personas que nos colaboraron en el trabajo de campo.

Al herbario de la Universidad de Pamplona, al profesor Freddy jefe de laboratorio y a su equipo de trabajo por brindarnos su servicio en el proceso de secado de muestras.

A Erika Hernández por su gestión y colaboración en la Universidad de Pamplona para poder llevar acabo el secado de muestras.

A nuestros padres por su apoyo moral y económico, con lo cual nos permitió desarrollar este proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1 Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2 Marco Referencial.....	16
2.1 Marco Teórico.....	16
2.2 Marco Histórico	18
2.3 Marco Conceptual.....	18
2.4 Marco Jurídico	20
3 Metodología	23
3.1 Ubicación	23
3.1.1 Rastrojo.....	24
3.1.2 Bosque mixto.	25
3.1.3 Parcelas permanentes.	25
3.1.4 Corrección de pendiente.	25
3.1.5 Delimitación y numeración de parcelas.....	26
3.1.6 División de parcelas en subcuadrantes.	26
3.2 Toma de datos	26
3.3 Herbario e identificación de muestras botánicas.....	27
3.4 Base de datos.....	27
3.5 Cálculo de variables	27
3.5.1 Composición florística.	27
3.5.2 Estructura física.	30
3.6 Análisis estadístico.....	30
3.7 Gremios ecológicos.....	30
3.7.1 Heliófilas.....	30
3.7.2 Esciófitas.....	30

4 Resultados	31
4.1 Rastrojo	31
4.1.1 Composición florística	31
4.1.2 Índices de diversidad alfa.....	33
4.1.3 Curvas de acumulación de especie- área.	34
4.1.4 Estructura horizontal.....	35
4.1.5 Estructura vertical.....	39
4.1.6 Análisis de relaciones dendrométricas mediante regresiones.....	43
4.1.7 Estado de conservación de especies.....	43
4.2 Bosque mixto	44
4.2.1 Composición florística	44
4.2.2 Índices de diversidad alfa.....	47
4.2.3 Curvas de acumulación de especies – área.	48
4.2.4 Estructura horizontal.....	49
4.2.5 Estructura vertical.....	53
4.2.6 Análisis de relaciones dendrométricas mediante regresiones.....	56
4.2.7 Estado de conservación de especies.....	57
5 Discusión.....	58
6 Conclusiones	62
7 Recomendaciones	63
Referencias bibliográficas.....	64
Apéndices.....	67

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Ubicación en coordenadas de las parcelas permanentes de muestreo en rastrojo.	24
Tabla 2. Ubicación en coordenadas de las parcelas de muestreo en bosque mixto.	25
Tabla 3. Cantidad de familias, géneros, morfoespecies e individuos para fustal y latizal para rastrojo.	31
Tabla 4. Familias y morfoespecies identificadas en el rastrojo.	31
Tabla 5. Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el rastrojo.	32
Tabla 6. Valores de índices de diversidad alfa para fustal y latizal en el rastrojo.	33
Tabla 7. DAP medio para cada parcela en el rastrojo.	35
Tabla 8. Área basal para cada parcela en el rastrojo.	36
Tabla 9. Densidad para cada unidad de muestreo en el rastrojo.	36
Tabla 10. Altura media para cada unidad de muestreo en el rastrojo.	40
Tabla 11. Estado de conservación de especies para rastrojo.	44
Tabla 12. Cantidad de familias, géneros, morfoespecies e individuos para fustal y latizal para mixto.	44
Tabla 13. Familias y morfoespecies en bosque mixto.	45
Tabla 14. Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.	46
Tabla 15. Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.	47
Tabla 16. Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.	49
Tabla 17. Área basal para cada parcela en el bosque mixto.	50
Tabla 18. Densidad para cada unidad de muestreo en el bosque mixto.	50
Tabla 19. Altura media para cada unidad de muestreo en el bosque mixto.	54
Tabla 20. Estado de conservación de especies para bosque mixto.	57

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa con la georreferenciación del área de estudio del rastrojo en la RSC la llanada.	23
Figura 2. Mapa con la georreferenciación del área de estudio del bosque mixto en la RSC la llanada.	24
Figura 3. Curvas de acumulación especie – área para rastrojo.	34
Figura 4. Diagrama de distribución de categorías diamétricas por número de individuos para rastrojo.	35
Figura 5. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica fustal en el rastrojo.	37
Figura 6. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría de clase diamétrica latizal en el rastrojo.	38
Figura 7. Diagrama de distribución de los árboles respecto a su altura.	39
Figura 8. Índice de posición sociológica para el rastrojo.	41
Figura 9. Histograma de frecuencias diamétricas con respecto a la altura para rastrojo.	42
Figura 10. Regresión lineal entre DAP y altura para latizal y fustal en rastrojo.	43
Figura 11. Regresión lineal entre DAP y diámetro de copa para latizal y fustal para rastrojo.	43
Figura 12. Curvas de acumulación especie – área para latizal y fustal para bosque mixto.	48
Figura 13. Diagrama de distribución de clases diamétricas por número de individuos para bosque mixto.	49
Figura 14 Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica fustal en el bosque mixto.	51
Figura 15. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica latizal en el bosque mixto.	52
Figura 16. Diagrama de distribución de clases de altura por número de individuos para bosque mixto.	53
Figura 17. Índice de posición sociológica para bosque mixto.	55
Figura 18. Histograma de frecuencias diamétricas con respecto a la altura para bosque mixto.	56

Figura 19. Regresión lineal entre DAP y altura para latizal y fustal para bosque mixto.....	56
Figura 20. Regresión lineal entre DAP y diámetro de copa para latizal y fustal para bosque mixto.	57

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice 1. Primer inventario forestal.	67
Apéndice 2. Inspección de muestras botánicas.	67
Apéndice 3. Marcaje de individuos forestales parcela 1.....	68
Apéndice 4. Marcaje de individuos forestales parcela 2.....	68
Apéndice 5. Identificación de muestras botánicas.	69
Apéndice 6. Almacenamiento de muestras botánicas.	69
Apéndice 7. Marcaje de subcuadrantes de parcelas.	70
Apéndice 8. Delimitación de la parcela.	70
Apéndice 9. Transporte de material para la delimitación de parcelas.	71
Apéndice 10. Corrección de vértices de la parcela.	71
Apéndice 11. Linderos de parcela.	72
Apéndice 12. Fustal de las parcelas.	72
Apéndice 13. Asteraceae muestra botánica.	73
Apéndice 14. Marcaje de fustales.	73
Apéndice 15. Equipo de trabajo.	74
Apéndice 16. Fijación de puntos.	74
Apéndice 17. Corrección de pendientes.	75
Apéndice 18. Toma de datos en campo.	75
Apéndice 19. Etiquetado de muestras botánicas.	76
Apéndice 20. Alcoholidado de muestras botánicas.	76
Apéndice 21. Identificación de fustales.	77
Apéndice 22. Selección de muestras botánicas.	77
Apéndice 23. Acople de muestras botánicas.	78
Apéndice 24. Planillas de campo.	79

RESUMEN

TITULO: DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE FUSTALES Y LATIZALES EN DOS BOSQUES ALTOANDINOS CON DIFERENTE ESTADO DE INTERVENCIÓN ANTRÓPICA¹.

AUTORES: CRISTIAN JAVIER HERNÁNDEZ BARAJAS.
OSKAR FABIÁN ÁLVAREZ ESTEBAN².

PALABRAS CLAVE: PARCELAS PERMANENTES, ECOSISTEMA, ÍNDICES DE VEGETACIÓN, HÁBITAT.

DESCRIPCIÓN:

El estudio de los bosques altoandinos, particularmente de su diversidad y estructura, es de gran importancia para su comprensión de la ecología e interacciones. Estos ecosistemas aportan al ciclo hidrológico debido a sus especies especializadas en la captación, almacenamiento y fijación del agua, servicio de vital importancia para los seres humanos, pero también para la flora y la fauna que habita en estos sitios. Por tal motivo, en este estudio se determinó la diversidad y estructura de árboles del dosel (fustales) y del sotobosque (latizales) en dos bosques altoandinos bajo diferentes estados sucesionales. Para ello se establecieron 10 parcelas permanentes cada una de 0,1 ha, distribuidas cinco en un bosque mixto con estado sucesional avanzado y cinco en un rastrojo, todas en la reserva La Llanada del municipio de Concepción, Santander. Se encontró que en el rastrojo la especie *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng es dominante tanto en fustales como en latizales. En esta cobertura el índice de Simpson dio para fustal 0,73 ($\pm 0,11$) y para latizal 0,70 ($\pm 0,17$), y se presentó un DAP medio de en fustales de 12,24 ($\pm 0,86$) y latizales de 4,88 ($\pm 0,28$) y una altura media de fustales 5,96 ($\pm 2,10$) y latizales 4,4 ($\pm 0,80$). Por otro lado, en el bosque mixto la especie dominante fu *Clusia sp.1*, y el bosque presentó valores de Simpson en fustal 0,63 ($\pm 0,12$) y en latizal 0,83 ($\pm 0,05$), DAP de fustales fue de 19,54 ($\pm 3,57$) y latizal de 4,92 ($\pm 0,44$) y una altura media en fustales de 9,32 ($\pm 1,14$) y latizales de 4,74 ($\pm 0,27$). Ambos tipos de bosques presentaron diferencias entre su diversidad y estructura. Estos resultados servirán como línea base para futuras investigaciones que permitan mejorar las estrategias y mecanismos de conservación y protección de especies nativas del bosque andino.

¹ Trabajo de Grado

² Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: SUESCÚN CARVAJAL, Diego. Msc. en Bosques y Conservación Ambiental.

ABSTRACT

TITLE: DIVERSITY AND STRUCTURE OF TAPES AND LATIZALS IN TWO HIGH-ANDEAN FORESTS WITH DIFFERENT STATUS OF ANTHROPIC INTERVENTION³.

AUTHORS: CRISTIAN JAVIER HERNÁNDEZ BARAJAS.
OSKAR FABIÁN ÁLVAREZ ESTEBAN⁴.

KEYWORDS: PERMANENT PLOTS, ECOSYSTEM, VEGETATION INDICES, HÁBITAT.

DESCRIPTION:

The study of high Andean forests, particularly of their diversity and structure, is of great importance for their understanding of ecology and interactions. These ecosystems contribute to the hydrological cycle due to their specialized species in the capture, storage and fixation of water, a service of vital importance for human beings, but also for the flora and fauna that inhabit these sites. For this reason, this study determined the diversity and structure of canopy trees (fustales) and understory (latizales) in two high Andean forests under different successional states. For this, 10 permanent plots of 0.1 ha were established, five distributed in a mixed forest with an advanced successional state and five in a stubble, all in the La Llanada reserve in the municipality of Concepción, Santander. It was found that in the stubble the species *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng is dominant in both fustales and latizales. In this coverage, the Simpson index gave 0.73 (± 0.11) for stem 0.73 (± 0.11) and for latizal 0.70 (± 0.17), and a mean DAP of 12.24 (± 0.86) and latizales of 4.88 (± 0.28) and a mean height of fustales 5.96 (± 2.10) and latizales 4.4 (± 0.80). On the other hand, in the mixed forest the dominant species was *Clusia sp.1*, and the forest presented Simpson values in stem 0.63 (± 0.12) and in latizal 0.83 (± 0.05), DAP of fustales was 19.54 (± 3.57) and latizal of 4.92 (± 0.44) and a mean height in fustales of 9.32 (± 1.14) and latizales of 4.74 (± 0.27). Both types of forests presented differences between their diversity and structure. These results will serve as a baseline for future research to improve the strategies and mechanisms of conservation and protection of native species of the Andean forest.

³ Bachelor Thesis.

⁴ Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: SUESCÚN CARVAJAL, Diego. Msc. en Bosques y Conservación Ambiental.

Introducción

En el mundo y especialmente en América Latina existen ecosistemas de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, la captura de CO₂, la provisión de bienes y servicios ambientales, importantes en el desarrollo cultural y económico del país (Alvear, 2010). Tales ecosistemas como los bosques altoandinos y páramos poseen unas 4700 especies entre plantas vasculares, briofitas y líquenes clasificando a Colombia como un país megadiverso (Rangel-Ch, 2000).

Dicha biodiversidad se ve alterada por factores antrópicos como la extracción de madera, las quemadas descontroladas, la expansión ganadera y especialmente por la expansión de la frontera agrícola, que ha transformado a extensas áreas de bosque natural en zonas agrícolas y ganaderas (Álvarez, 2007). Debido a estos factores se ha perdido entre un 90-95% de la cobertura vegetal original, conservándose pequeños relictos de bosque por factores como el difícil acceso debido a la alta pendiente, la improductividad o la presencia de figuras legales de protección (Forero, 1995; Giraldo, 2001).

Finalmente, esta investigación se realizó con el propósito de estudiar y evaluar el estado de dos bosques altoandinos, por medio de la diversidad y estructura, analizando principalmente las especies e individuos presentes en los fustales y latizales de cada bosque.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar y comparar la diversidad y estructura de fustales y latizales en diez parcelas permanentes en dos bosques altoandinos con diferentes estados de intervención antrópica

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad de fustales y latizales en ambos tipos de bosques
- Determinar la estructura horizontal y vertical de fustales y latizales en ambos tipos de bosques
- Comparar la diversidad y estructura de fustales y latizales entre ambos tipos de bosques

2 Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

Los bosques altoandinos son ecosistemas dinámicos de alta montaña, que se encuentran amenazados, debido a la destrucción de hábitat naturales, en donde se ha perdido su cobertura natural en aproximadamente el 70% del área (Min Ambiente, 2002). En estos ecosistemas, es necesario implementar parcelas permanentes para medir su diversidad, estructura y dinámica, además de hacer monitoreos a largo plazo (Vallejo & Joyas, 2005). Según Van der Hammen (2001) la biodiversidad, por parte de la composición florística presente en los Andes, es producto de los relieves altitudinales, ya que gracias a esto se originaron ambientes idóneos para la vegetación logrando su adaptación y especiación.

Las afectaciones por las intervenciones antrópicas en los bosques andinos, ha disminuido las áreas de masas boscosas, por acciones como la ampliación de las fronteras agropecuarias, tanto así que el área de los bosques andinos originales en Colombia se ha reducido a menos del 10% de su área inicial (Henderson, 1991). Para Hamilton (1995), en los últimos años la investigación sobre los bosques altoandinos ha venido en auge, estudiando las características y estructuras de la vegetación principalmente, dando como resultado que es uno de los hábitats con mayor diversidad y mejor especiación en sus áreas boscosas. En Colombia los bosques altoandinos han sufrido fragmentaciones, perdiendo su hábitat, cambiando el paisaje, disminuyendo los relictos de bosque primario, por la ampliación de cultivos agrícolas y las plantaciones forestales, permitiendo que especies nativas y exóticas excluyan la vegetación natural; disminuyendo hasta menos del 5% las áreas iniciales de masas boscosas altoandinas en Colombia (Carrizosa, 1990).

Gentry (1991), afirma que Colombia está en las primeras posiciones mundiales de países en lo que a biodiversidad se refiere, pero esto no sería posible sin las masas boscosas de alta montaña, ya que sus biomas representan gran parte de la biodiversidad del país como los bosques alto andinos. Para Rodríguez (2004) la conservación y el estudio de los bosques altoandinos es de vital importancia, ya que, más del 50% de la vegetación con la que cuentan estos biomas no se localiza en ningún otro lugar a nivel mundial. La implementación de parcelas permanentes para estudios forestales se remonta al año 1910 por la asociación de estaciones de experiencias forestales de Alemania financiado por el instituto central de experimentación técnico-forestal (Colomo, 1914). Lo postulado por Condit (1995) indica que, para obtener resultados en patrones de dispersión, con mayor confiabilidad se deben de ubicar parcelas permanentes con gran escala, en la investigación se implementó una parcela permanente de 13 ha.

El monitoreo periódico de las parcelas es un procedimiento aún más importante que el mismo establecimiento de las parcelas permanentes, para efectuar censos con frecuencias temporales cortas, disminuyendo las probabilidades de errores en los monitoreos por las correlaciones de los mismos (Phillips, 1996). Según Bakker (1996) las parcelas permanentes han tenido un auge por su gran eficiencia y precisión en las apreciaciones en los estados de los bosques del mundo por los ecólogos, biólogos y silvicultores o forestales; con la finalidad de investigar en el comportamiento y funcionamientos tanto de los ecosistemas naturales como de los establecidos por el hombre.

Por lo anterior, es importante realizar este tipo de estudios en bosques altoandinos con diferentes estados de intervención antrópica para conocer el efecto de la alteración, y así poder implementar estrategias de protección y recuperación de la cobertura vegetal nativa, además de recuperar la conectividad entre fragmentos (Álvarez, 2007).

2.2 Marco Histórico

Según los registros más antiguos que se conocen la metodología de parcelas permanentes se ha aplicado a través del tiempo por silvicultores, ecólogos y biólogos, más exactamente desde 1856 en Rotemsted, Inglaterra, donde se dio origen dicha metodología (Bakker, 1996).

Algunas de las principales investigaciones con la aplicación de parcelas permanentes serían las de Matthews (1914), Bell (1971), Brown (1919), Foggie (1945), Osmaton (1956) y la investigación realizada por Manokaran en 1994 sobre la dinámica de la vegetación con la ayuda de parcelas permanentes (Sheil, 2000).

Para la década de 1970 la aplicación de la metodología de parcelas permanentes en el territorio colombiano fue de gran importancia en las investigaciones de los bosques naturales, precisamente en el Urabá, Antioqueño con la finalidad de estudiar el crecimiento del cativo *Prioria copaifera* por medio de tiempos de paso (Arango, 1979).

2.3 Marco Conceptual

Ecosistema: conjunto conformado por un grupo de organismos, el lugar en el que viven y la forma en que se desarrollan.

Índice de diversidad: coeficiente que expresa la relación entre la cantidad y la frecuencia de un fenómeno o un grupo de fenómenos, se utiliza para indicar la presencia de una situación, que no puede ser medida en forma directa.

Diversidad: se refiere a la diferencia o a la distinción entre personas, animales o individuos, a la variedad, a la infinidad o a la abundancia de individuos diferentes.

Riqueza: número de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada.

Antrópico: se designa a todo lo que es relativo al ser humano proporción a lo natural y especialmente se aplica a todas las modificaciones que sufre lo natural a causa de la acción de los humanos.

Bosque natural: área forestal que cuenta con muchas de las principales características y elementos clave de los ecosistemas nativos, como su complejidad, estructura y diversidad biológica, incluyendo las características edáficas, florísticas y faunísticas, en la que casi todos los árboles son especies nativas y que no están clasificadas como plantación.

Bosque mixto: son ecosistemas en los que se alternan armónicamente los árboles frondosos, como el roble, de hojas anchas y planas, con los bosques de coníferas -pinos-, de hojas estrechas y hasta en forma de aguja.

Parcelas permanentes: es aquella que se establece con el fin de que se mantenga indefinidamente en el bosque y cuya adecuada demarcación permita la ubicación exacta de sus límites y puntos de referencia a través del tiempo, así como de cada uno de los individuos que la conforman, los cuales se analizan por medio de observaciones periódicas que permiten obtener el mayor volumen de información de un sitio y comunidad determinada.

Biodiversidad: es la variable de formas de vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y complejos ecológicos de los que forman parte, más allá de la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

Endemismo: seres vivos que incluyen tanto la flora como la fauna, cuya distribución se restringe a una determinada zona geográfica, ya sea una provincia, región, país o continente.

Ecología: rama de la biología en la que se estudia y analizan las interacciones entre los seres vivos con el hábitat donde se encuentran, es decir, las relaciones que existen entre los factores bióticos y los factores abióticos.

Especie: proviene del latín *species* que significa clase, tipo, categoría o aspecto característico, por tanto, una especie es un conjunto de personas de cosas que son semejantes porque tienen uno o más atributos en común, que permiten clasificarlos en una misma categoría.

Hábitat: lugar cuyas condiciones son adecuadas para la vida de un organismo, especie o comunidad, ya sea animal o vegetal.

2.4 Marco Jurídico

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 2 (17, enero, 1959). Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. (Congreso de Colombia, 1959).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 23 (19, diciembre, 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 1973).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (Congreso de Colombia, 1974).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y

conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 1993).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 165 (09, noviembre, 1994). Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. (Congreso de Colombia, 1994).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1996 (15, octubre, 1999). Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (Congreso de Colombia, 1999).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 216 (03, febrero, 2003). Por el cual se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 2003).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2372 (01, julio, 2010). Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones (Congreso de Colombia, 2010).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1655 (10, octubre, 2017). Por medio del cual se adiciona al Libro 2, parte 2, Título 8, Capítulo 9 del Decreto 1076 de 2015, cinco nuevas secciones en el sentido de establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia, y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 2017).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1076 (26, mayo, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Congreso de Colombia, 2015).

3 Metodología

3.1 Ubicación

La Reserva Natural de la Sociedad Civil La Llanada, se ubica en la vereda Junín (Figura 1), en el municipio de Concepción, del departamento de Santander, con las coordenadas geográficas Norte: 6°43'40,89" y Oeste: 72°39'37,14". La reserva está localizada entre los 1800 y los 2800 m s. n. m., la temperatura media anual es de 12 a 18°C y con una precipitación promedio anual de 1500 mm y una humedad relativa del 80 % (MinAmbiente, 2015).

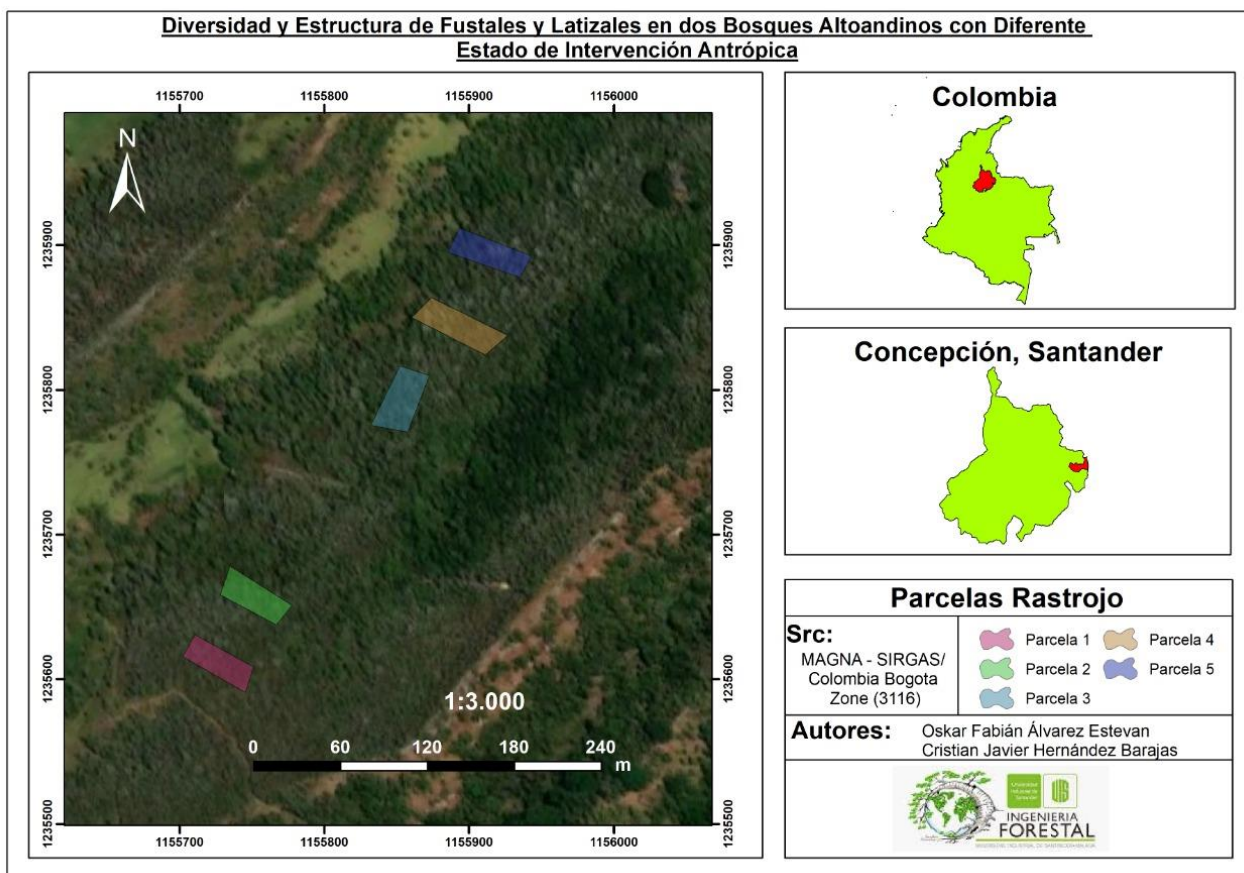


Figura 1. Mapa con la georreferenciación del área de estudio del rastrojo en la RSC la Llanada.

3.1.1 Rastrojo. Este bosque posee una edad aproximada de 25 años, presento una intervención alta en los últimos años debido a la expansión de la frontera agrícola, la cual produjo quemadas y talas, actualmente su mayor intervención es debido a la ganadería, la cual es el sustento de los propietarios de la reserva, en la cual se encuentra el bosque. En la Tabla 1, se presenta las coordenadas de cada vértice de las parcelas en el rastrojo.

Tabla 1.

Ubicación en coordenadas de las parcelas permanentes de muestreo en rastrojo.

Parcela	Norte	Este	Altitud
1	1235634	1155708	2442
2	1235677	1155731	2440
3	1235775	1155832	2490
4	1235873	1155865	2495
5	1236860	1154147	2500

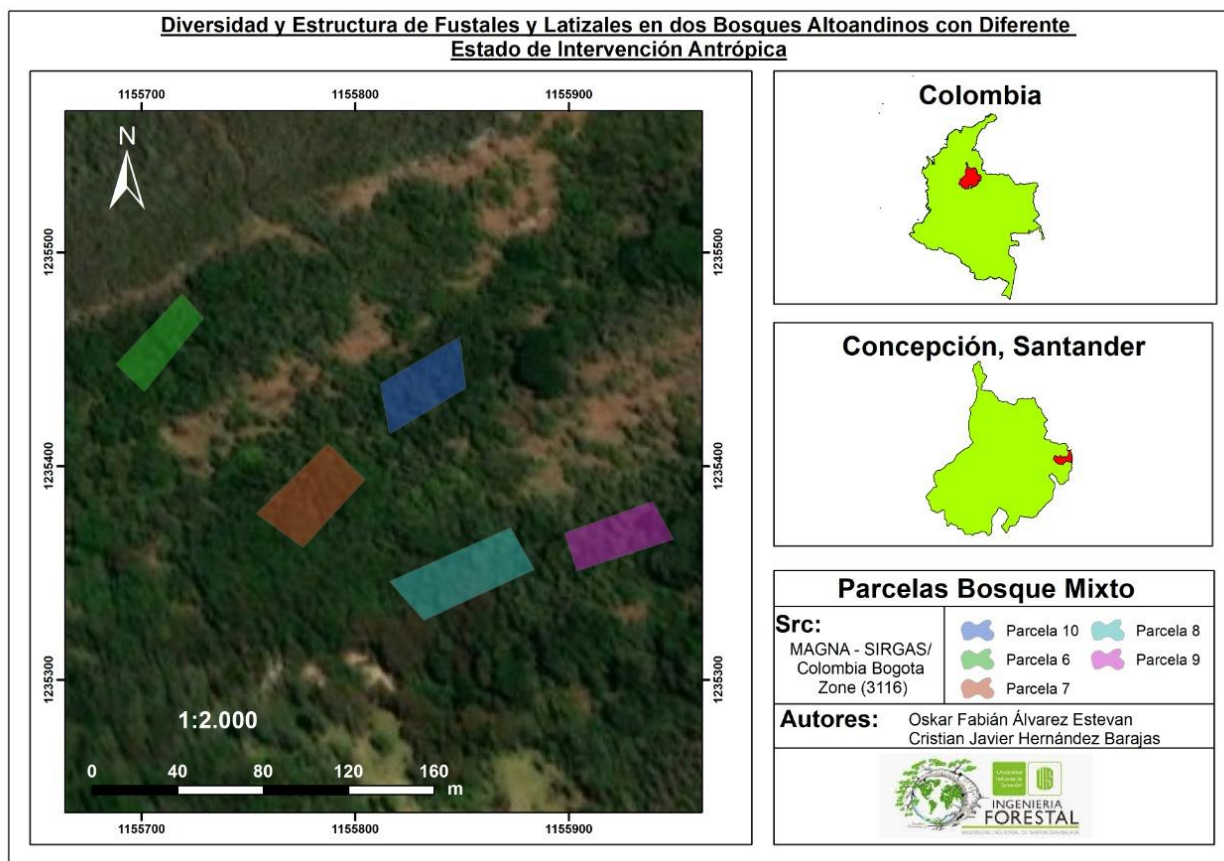


Figura 2. Mapa con la georreferenciación del área de estudio del bosque mixto en la RSC la llanada.

3.1.2 Bosque mixto. Este bosque posee una baja intervención antrópica, dicha intervención producto principalmente de la extracción de madera y apertura de caminos, actualmente no presenta alteraciones de ningún tipo y se encuentra en estado de conservación natural. En la Tabla 2, se presenta las coordenadas de cada vértice de las parcelas en el bosque mixto.

Tabla 2.

Ubicación en coordenadas de las parcelas de muestreo en bosque mixto.

Parcela	Norte	Este	Altitud
6	1236763	1154125	2394
7	1236887	1154364	2390
8	1236842	1154364	2384
9	1236856	1154149	2411
10	1236856	1154364	2430

3.1.3 Parcelas permanentes. Se establecieron 10 parcelas permanentes en la reserva La Llanada, cinco en rastrojo (figura 2) y cinco en bosque mixto (figura 3), cada parcela con un área de 0,1 ha; con un largo de 50 m por un ancho de 20 m, formando un rectángulo. Con la finalidad de garantizar un área horizontal en la parcela, se realizó la corrección de pendiente y revisión de ángulos rectos.

3.1.4 Corrección de pendiente. Con la implementación del nivel Abney, se midió el ángulo de inclinación del terreno, para calcular la distancia inclinada del terreno la cual debe equivaler a la medida de la proyección del plano horizontal de la parcela permanente.

3.1.5 Delimitación y numeración de parcelas. Para la de limitación se instalaron tubos de PVC de 1 m de longitud y 3 in de diámetro en cada arista de la parcela, posteriormente se unieron los tubos con pita de polipropileno para delimitar la parcela por su perímetro; cada parcela conto con carteles ubicados en cada tubo de PVC, con el número de la parcela, para la identificación fácil y practica cada cartel tuvo 4 cm de largo por 7 cm de ancho y texto grande con pintura reflectiva.

3.1.6 División de parcelas en subcuadrantes. Cada parcela tuvo 10 subcuadrantes de igual tamaño los cuales fueron identificados en campo por medio de letras alfabéticas en carteles con 4 cm de largo por 7 cm de ancho y texto grande con pintura reflectiva.

3.2 Toma de datos

La toma de datos se realizó en cada subcuadrantes de forma independiente, las variables recolectadas fueron, el DAP (tomado con cinta métrica en individuos con DAP mayores a 2,5 cm, para latizales y mayores a 10cm para fustales), la altura (tomada con la ayuda de un hipsómetro) y el diámetro de copa (con una cinta métrica), para la georreferenciación se utilizó GPS y finalmente se marcó cada individuo con una plaqueta de papel foil y alambre en el los latizales y pintura asfáltica en los fustales, números de tamaño significativo para una apreciación visual fácil. Finalmente, de cada individuo se extrajo una muestra botánica, con la ayuda de una de desjarretadera, papel periódico, bolsas y alcohol.

3.3 Herbario e identificación de muestras botánicas

El secado de muestras se realizó en el laboratorio de la Universidad de Pamplona, posteriormente en el herbario de la Universidad Industrial de Santander, mediante consulta a expertos, claves taxonómicas y páginas especializadas se identificaron las muestras botánicas recolectadas, con su respectiva familia, género y especie.

3.4 Base de datos

Se estableció una base de datos en Microsoft Excel, en la cual se tabularon y ordenaron, todos los datos de cada parcela con la finalidad de facilitar el cálculo de las variables como número de familias, géneros, especies e individuos.

3.5 Cálculo de variables

3.5.1 Composición florística. Con los datos tabulados en las bases de datos se calcularon los indicadores de Simpson y Shannon para obtener la diversidad alfa, por medio de la riqueza (número de especies) y la abundancia relativa; los coeficientes de mezcla se implementaron para definir la homogeneidad o heterogeneidad de las parcelas. Por otro lado, el índice de valor de importancia (IVI) se determinó para apreciar la especie más importante por medio de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa; las curvas de acumulación especie – área y especie – individuo se calcularán para comparar la diversidad entre parcelas.

3.5.1.1 Índice de Simpson. Se determinó empleando la siguiente ecuación (Pla, 2006):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

D = Diversidad alfa por el índice de Simpson.

S = Número de especies.

N = Número de todos los individuos de todas las especies.

n = Individuos de la especie.

Nota: Los valores oscilan entre 0 y 1, siendo 1 la nula diversidad y 0 la diversidad infinita.

3.5.1.2 Índice de Shannon. Se determinó empleando la siguiente ecuación (Pla, 2006):

$$D' = - \sum_{i=1}^S \frac{ni}{N} \log_2 \left(\frac{ni}{N} \right)$$

D = Diversidad alfa por el índice de Shannon.

S = Número de especies.

N = Número de todos los individuos de todas las especies.

n = Individuos de la especie.

Nota: Los valores oscilan entre 0 y 5, los valores superiores a 3 denotan importancia de las especies (presencia de múltiples especies) y para valores inferiores a 2, se determina que una especie es la dominante (presencia de una sola especie en mayor número).

3.5.1.3 Índice de Margalef. Se determino empleando la siguiente ecuación (Pla, 2006):

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)}$$

D_{Mg} = Índice de Margalef

S = número de especies presentes

\ln = logaritmo natural

N = número total de individuos

Nota: Los valores superiores a 5 se interpreta como alta diversidad, al contrario, valores inferiores a 2 se interpreta con baja diversidad

3.5.1.4 Coeficiente de mezcla. Se determinó empleando la siguiente ecuación (Pla, 2006):

$$C.M = \frac{S}{N}$$

$C.M$ = Coeficiente de mezcla.

S = Número total de especies en el muestreo.

N = Número total de individuos en el muestreo.

3.5.2 Estructura física. Se midieron las variables como área basal (m^2/ha), densidad (individuos/ha), DAP (cm) a 1,30 m de la base del tronco del árbol, diámetro de copa (m) y altura media (m), para realizar procedimientos como: curvas de distribución diamétricas, gráficos de altura relacionando la altura de los individuos con la frecuencia y las clases diamétricas, además de relacionar dendrométricamente por medio de correlaciones y regresiones simples del DAP, la altura y el diámetro de copa, para fustales y latizales los dos tipos de bosque.

3.5.2.1 Estructura vertical. Se determinó por medio de la altura media del dosel y la distribución de alturas por categorías diamétricas.

3.5.2.2 Estructura horizontal. Con el área basal (m^2/ha), el DAP medio, la densidad y el IVI, teniendo en cuenta el tamaño de las parcelas para determinar los valores por hectárea (ha).

3.6 Análisis estadístico

El procesamiento estadístico se realizó con la ayuda Microsoft Excel (2016) para la elaboración de las regresiones lineales, la elaboración de la base de datos, el procesamiento de los cálculos estadísticos y la producción de gráficos.

3.7 Gremios ecológicos

3.7.1 Heliófilas. Especies intolerantes a la sombra, especies “pioneras”, son especies de rápido crecimiento.

3.7.2 Esciófitas. Especies tolerantes a la sombra, pueden desarrollarse en dicho ambiente, aunque presentan un crecimiento lento y diámetros pequeños, poseen semillas y plántulas de tamaño mediano y grande.

4 Resultados

4.1 Rastrojo

4.1.1 Composición florística. Según los resultados obtenidos en campo (Tabla 3), en el área de estudio muestreada en rastrojo, se registraron entre el latizal y el fustal un total de 1788 individuos, pertenecientes a 19 familias, 21 géneros y 27 morfoespecies, encontrando mayor número de individuos en el latizal (1676), en comparación con el fustal (112), además se encontró una especie la cual no se logró identificar la familia y el género, dejándose como indeterminada, de igual manera se incluyó en el conteo general, pero no en la tabla 4, dado que en la misma se mencionan las familias y las morfoespecies identificadas.

Tabla 3.

Cantidad de familias, géneros, morfoespecies e individuos para fustal y latizal para rastrojo.

Clase diamétrica	N° Familias	N° Géneros	N° Morfoespecies	N° Individuos
Fustal	11	12	13	112
Latizal	19	21	26	1676

En la Tabla 4 se presenta el listado de familias y especies identificadas.

Tabla 4.

Familias y morfoespecies identificadas en el rastrojo.

Familia	Nombre Científico
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>
Araliaceae	<i>Schefflera sp. 1</i>
Asteraceae	<i>Asteraceae sp. 1</i>
	<i>Asteraceae sp. 2</i>
	<i>Asteraceae sp. 6</i>
	<i>Asteraceae sp. 7</i>
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.
Clusiaceae	<i>Clusia sp.1</i>
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.
Ericaceae	<i>Bejaria cf. resinosa</i>
	<i>Cavendishia sp. 1</i>
	<i>Macleania rupestris sp. 1</i>
	Ericaceae sp. 1
	Ericaceae sp. 2

Escalloniaceae	<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Fabaceae	<i>Inga sp.1</i>
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz y Pav.) G. Don
Melastomataceae	<i>Miconia sp. 1</i>
Myrsinaceae	<i>Myrsine sp. 1</i>
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 1</i>
Piperaceae	<i>Piper sp. 1</i>
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.
Rosaceae	<i>Hesperomeles cf. goudotiana</i>
Rubiaceae	<i>Palicourea sp. 1</i> <i>Psychotria sp. 1</i>

En la Tabla 5, se muestra el número de géneros, morfoespecies e individuos pertenecientes a cada familia encontrada en el rastrojo, para las categorías de clase diamétrica fustal y latizal; se encontraron cuatro géneros y cinco especies en la familia Ericaceae, además de cuatro especies, pero un género en la familia Asteraceae, se destacaron de las demás familias por presentar más géneros y morfoespecies.

Tabla 5.

Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el rastrojo.

Familia	N° Género	N° Morfoespecie	N° Individuos
Clethraceae	1	1	778
Ericaceae	4	5	347
Rubiaceae	2	1	251
Escalloniaceae	1	1	131
Myrsinaceae	1	1	90
Primulaceae	1	1	55
Adoxaceae	1	1	21
Clusiaceae	1	1	17
Asteraceae	1	4	16
Cunoniaceae	1	1	11
Fabaceae	1	1	10
Myrtaceae	1	1	8
Aquifoliaceae	1	1	4
Loranthaceae	1	1	2
Melastomataceae	1	1	2
Piperaceae	1	1	2
Rosaceae	1	1	2
Araliaceae	1	1	1
Total			1748

4.1.2 Índices de diversidad alfa. Se evaluaron los índices (Tabla 6) de Simpson, Shannon y Margalef, para determinar la alfa diversidad del área estudiada en rastrojo, dichos índices nos permiten obtener una concepción más amplia del bosque a nivel de dominancia, equidad y riqueza específica. El índice de Simpson presenta una mayor diversidad en la clase diamétrica de fustal, con un valor cercano a uno, al contrario de los índices de Shannon y Margalef, que presentaron mayor diversidad en la clase diamétrica latizal, el valor más cercano a uno se obtuvo en la parcela cuatro perteneciente a la clase diamétrica latizal, con un valor de 0,83, posicionándose como la parcela con mayor diversidad; mientras que el valor más cercano a cero se presentó en la parcela uno de la clase diamétrica fustal, siendo la de menor diversidad, en general por ser un bosque intervenido antropicamente (mediante quemadas, expansión de las fronteras agrícola y ganadera) a diferencia del índice de Simpson, los demás índices no presentaron diversidades altas en las dos clases diamétricas.

Tabla 6.

Valores de índices de diversidad alfa para fustal y latizal en el rastrojo.

Categoría	Parcela	Simpson	Shanon-Wlener	Margalef	CM
FUSTAL	1	NA	NA	NA	NA
	2	0,58	1,08	1,30	0,4
	3	0,78	1,66	1,86	0,28
	4	0,82	1,91	2,11	0,2
	5	0,73	1,66	2,11	0,25
	Promedio	0,73 ($\pm 0,11$)	1,58 ($\pm 0,35$)	1,85 ($\pm 0,38$)	0,28 ($\pm 0,09$)
LATIZAL	1	0,44	0,86	1,04	0,022
	2	0,63	1,39	1,66	0,027
	3	0,80	1,87	1,75	0,037
	4	0,83	2,17	3,38	0,056
	5	0,81	2,07	3,51	0,07
	Promedio	0,70 ($\pm 0,17$)	1,67 ($\pm 0,54$)	2,27 ($\pm 1,11$)	0,04 ($\pm 0,02$)

4.1.3 Curvas de acumulación de especie- área. En la curva de acumulación de especies (Figura 3), se presentó una línea de tendencia R^2 de 96,81% para fustal y 98,25% para latizal, mostrando así, una alta correlación entre los datos. La curva de acumulación de especies tanto para fustal, como para latizal presento un fuerte incremento en la parcela tres, se determinó la ecuación para cada clase diamétrica con el fin de determinar la tendencia a encontrar especies nuevas en más unidades de muestreo, al reemplazar “x” con las unidades de muestreo establecidas ($1 \leq x \leq 5$) y superiores ($x \geq 6$) a las ya registradas en la gráfica, se tiene que para cada unidad de muestreo aumentada, es posible encontrar teóricamente cinco especies nuevas.

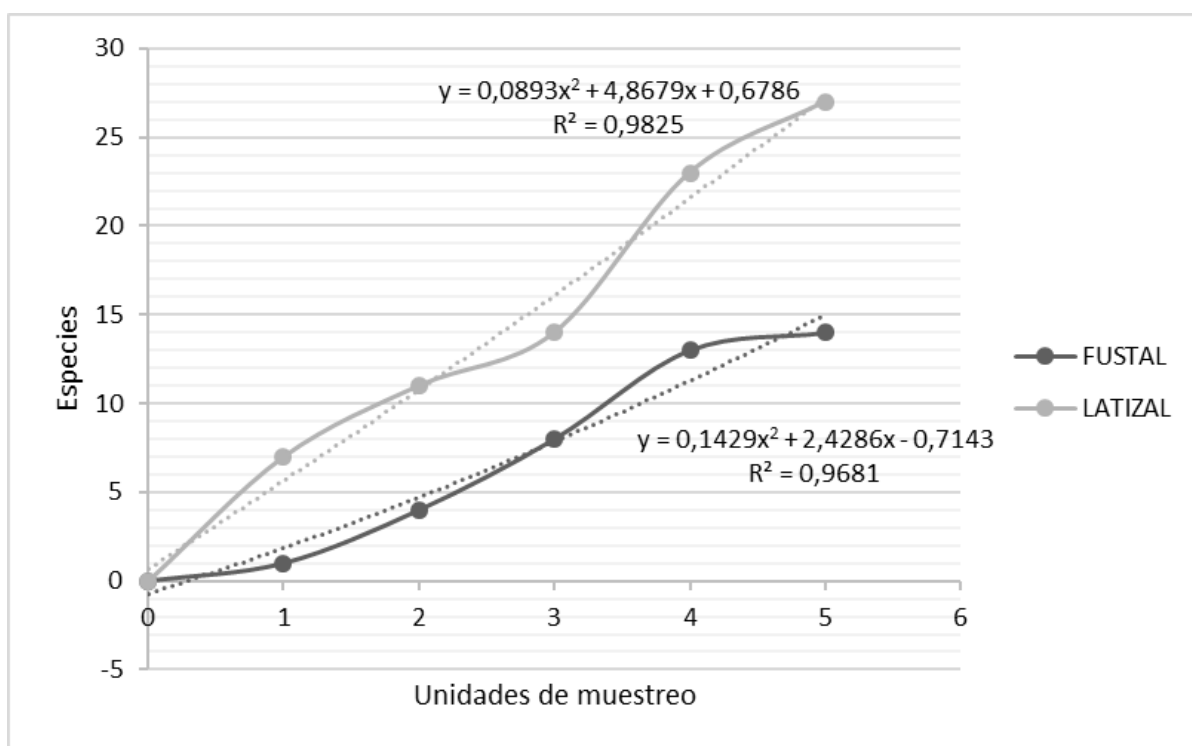


Figura 3. Curvas de acumulación especie – área para rastrojo.

4.1.4 Estructura horizontal.

4.1.4.1 Distribución de clases diamétricas. Se estableció el DAP medio (Tabla 7) de las especies presentes en el rastrojo, para fustal (12,24) y para latizal (4,88).

Tabla 7.

DAP medio para cada parcela en el rastrojo.

Parcela	DAP Medio Fustal	DAP Medio Latizal
1	13,5	4,4
2	11,2	5,0
3	12,2	5,1
4	11,8	5,0
5	12,5	4,9
DAP medio Total	12,24 ($\pm 0,86$)	4,88 ($\pm 0,28$)

Se presenta el número de individuos por cada intervalo de categoría diamétrica (Figura 4), en las cuales obtiene que la mayoría de los individuos se concentra en el intervalo (2,5 a 7,5) con un porcentaje del 83,22%, disminuyendo en relación al aumento del diámetro.

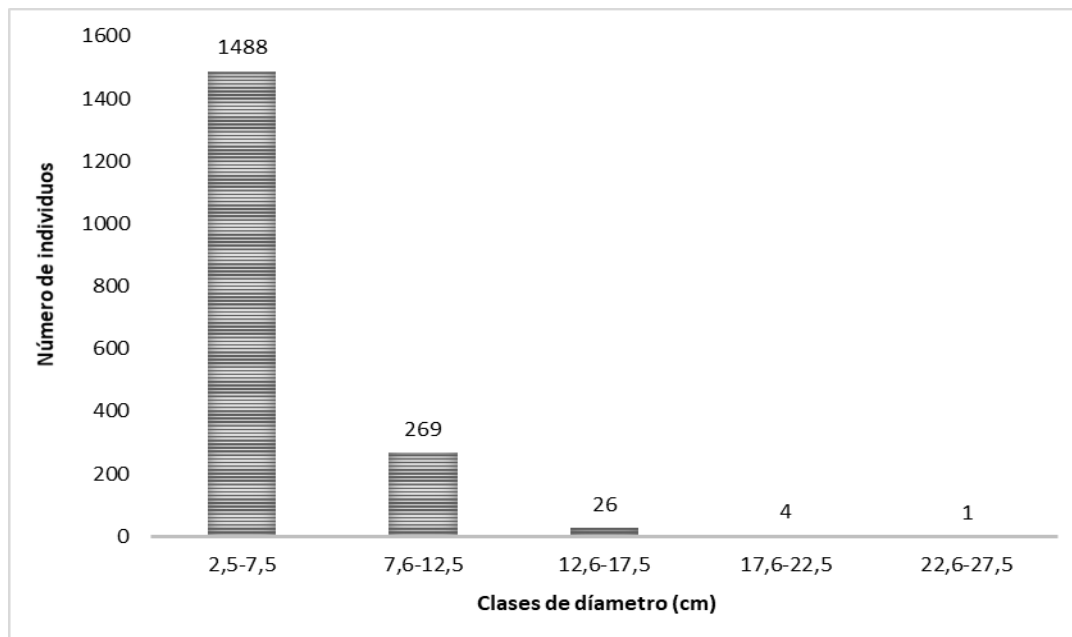


Figura 4. Diagrama de distribución de categorías diamétricas por número de individuos para rastrojo.

4.1.4.2 Distribución del área basal. El área basal acumulada (Tabla 8) para el rastrojo fue de 4,93 m², de los cuales 1,32 m² pertenecen al fustal y 3,61 m² pertenecen al latizal. El área basal se calculó por cada parcela de muestreo obteniendo un valor significativamente menor en la parcela uno para el fustal, debido a que en este sitio la cantidad de individuos fue considerablemente menor; por otro lado, en el latizal los valores presentan menores variaciones.

Tabla 8.

Área basal para cada parcela en el rastrojo.

Parcela	Área basal fustal	Área basal latizal
1	0,01	0,52
2	0,10	0,87
3	0,30	0,72
4	0,49	0,84
5	0,41	0,66
Total, área basal m²	1,32	3,61
AB/ha (m²/ha)	2,64	7,22

4.1.4.3 Densidad. Los valores de densidad obtenidos para cada parcela y el promedio general (Tabla 9), permiten identificar a la parcela 4 (fustal) y la parcela 2 (latizal), como las parcelas con mayores densidades.

Tabla 9.

Densidad para cada unidad de muestreo en el rastrojo.

Parcela	Densidad fustal/ha	Densidad latizal/ha
1	10	3120
2	100	4020
3	250	2950
4	440	3700
5	320	2960
Promedio	224 (±171)	3350 (±484)

4.1.4.4 Índice de valor de importancia (IVI). Los resultados obtenidos del IVI para fustal en la zona de muestreo de rastrojo (Figura 5), muestra a la especie *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng como la más importante con un valor equivalente de 72,59%, debido a su alto valor en abundancia y dominancia relativa, en segundo lugar, de importancia, se encontró al *Escallonia pendula* (Ruiz & Pav.) Pers, con un valor equivalente de 49,24%, en tercer lugar, se encuentra la especie *Cavendishia sp.1* con un valor equivalente a 41,71% las cuales resaltan por su dominancia y frecuencia relativa, en cuarto lugar, se encontró con un valor equivalente del 37,30% al *Bejaria cf. resinosa*, las demás especies poseen valores porcentuales similares, con baja dominancia relativa, siendo el *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. con un valor equivalente de 5,08% y la morfoespecie *Viburnum triphyllum* con un valor equivalente de 4,99% las especies menos importantes.

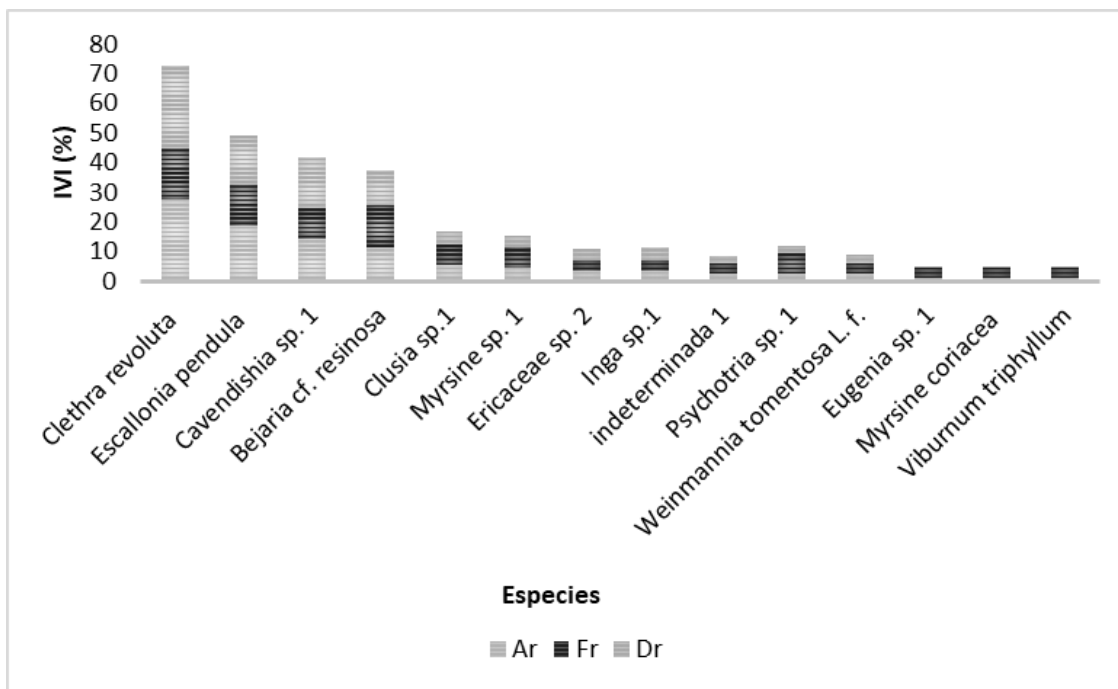


Figura 5. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica fustal en el rastrojo.

Se muestran los resultados del IVI para latizal (Figura 6), en primer lugar, de importancia con un valor de 93,85% se encuentra el *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) por su alta abundancia, dominancia y frecuencia relativas, la segunda especie más importante es el *Psychotria sp.1* con un valor equivalente de 32,88%, en tercer lugar, se encuentra la especie *Myrsine sp.1* con un valor equivalente de 21,59% sobresalen por su dominancia y abundancia relativas, entre las especies menos importantes se encontró la especie *Ericácea sp.1* y *el Schefflera sp.1* con valores inferiores al 2%.

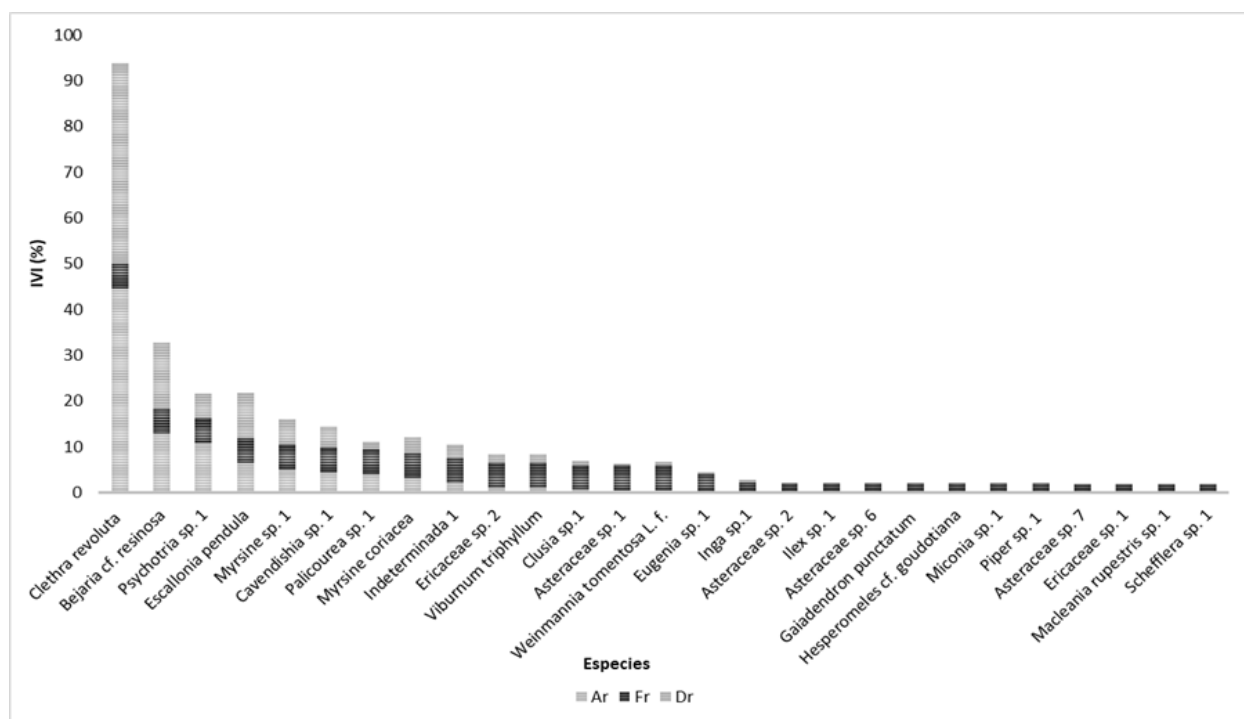


Figura 6. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría de clase diamétrica latizal en el rastrojo.

4.1.5 Estructura vertical. Se presenta la distribución de los árboles respecto a su altura (Figura 7), con un rango de alturas desde un metro hasta 3 m como primera clase de altura, llegando a obtener clases de altura intermedias y finalmente la clase de altura desde los doce metros hasta los quince metros; siendo la clase de altura de tres metros a seis metros la que albergó el mayor porcentaje de individuos con un 83,22%, además se determinó que solo el 0,22% de los individuos superan la altura de los 12,1 m.

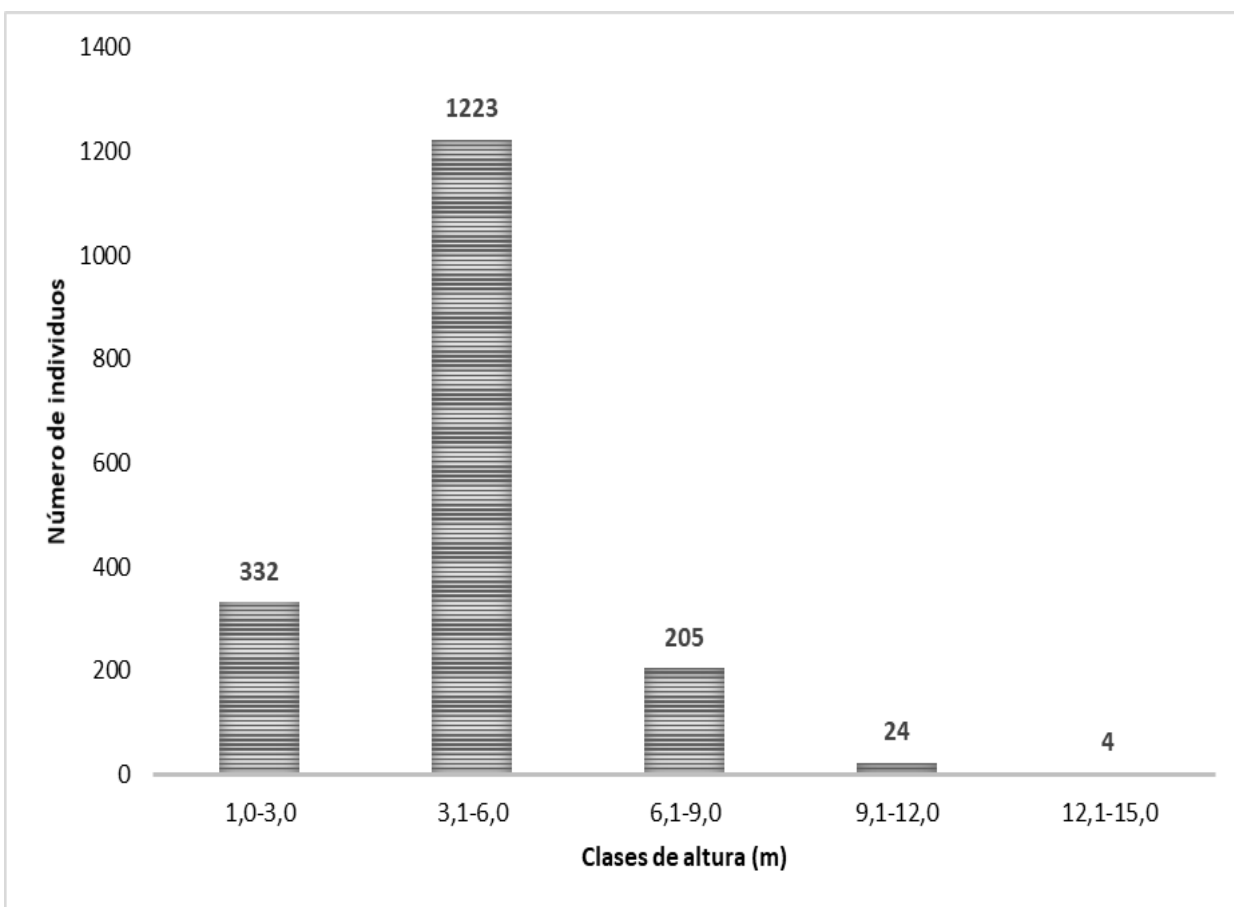


Figura 7. Diagrama de distribución de los árboles respecto a su altura.

4.1.5.1 Altura media. La altura media por cada parcela (Tabla 10), muestra un valor promedio de 5,96 para el fustal y 4,4m el latizal.

Tabla 10.

Altura media para cada unidad de muestreo en el rastrojo.

Clase diamétrica	Parcela	Altura media
Fustal	1	2,3
	2	6,1
	3	6,8
	4	7,3
	5	7,3
Altura media total	5,96 ($\pm 2,10$)	
Latizal	1	3,3
	2	3,8
	3	4,8
	4	5,0
	5	5,1
Altura media total	4,4 ($\pm 0,80$)	

4.1.5.2 Índice de posición sociológica. El índice de posición sociológica permite observar la participación de cada especie en los diferentes sustratos del bosque y además la estructura de la vegetación en cada sustrato (Pla, 2006) de los cuales se tuvieron en cuenta tres clasificaciones de altura para hallar el resultado de este índice:

Bajo (1-6) con un total de 1557 individuos, medio (6,1-12,0) con un total de 227 individuos y alto (> 12) con un total de 4 individuos, en la Figura 8 se presentan los resultados para el índice de posición sociológica, en donde observo que la especie más dominante fue el *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) con un 44,07% predominando en los subniveles bajo y medio, la segunda especie más dominante fue el *Bejaria cf. resinosa* con un 12,86% de los individuos y en tercer lugar el *Psychotria sp.1* con un 10,29% de los individuos con mayor predominancia en el intervalo bajo; por el contrario las especies menos dominantes fueron la *Ericaceae sp.2*, el *Viburnum triphyllum* y

el *Clusia sp.1* con porcentajes equivalentes e inferiores al 0,1%; por otro lado, solo tres especies hacen presencia en el subnivel alto, el *Myrsine sp.1*, Indeterminada 1 y el *Weinmannia tomentosa* l. f.

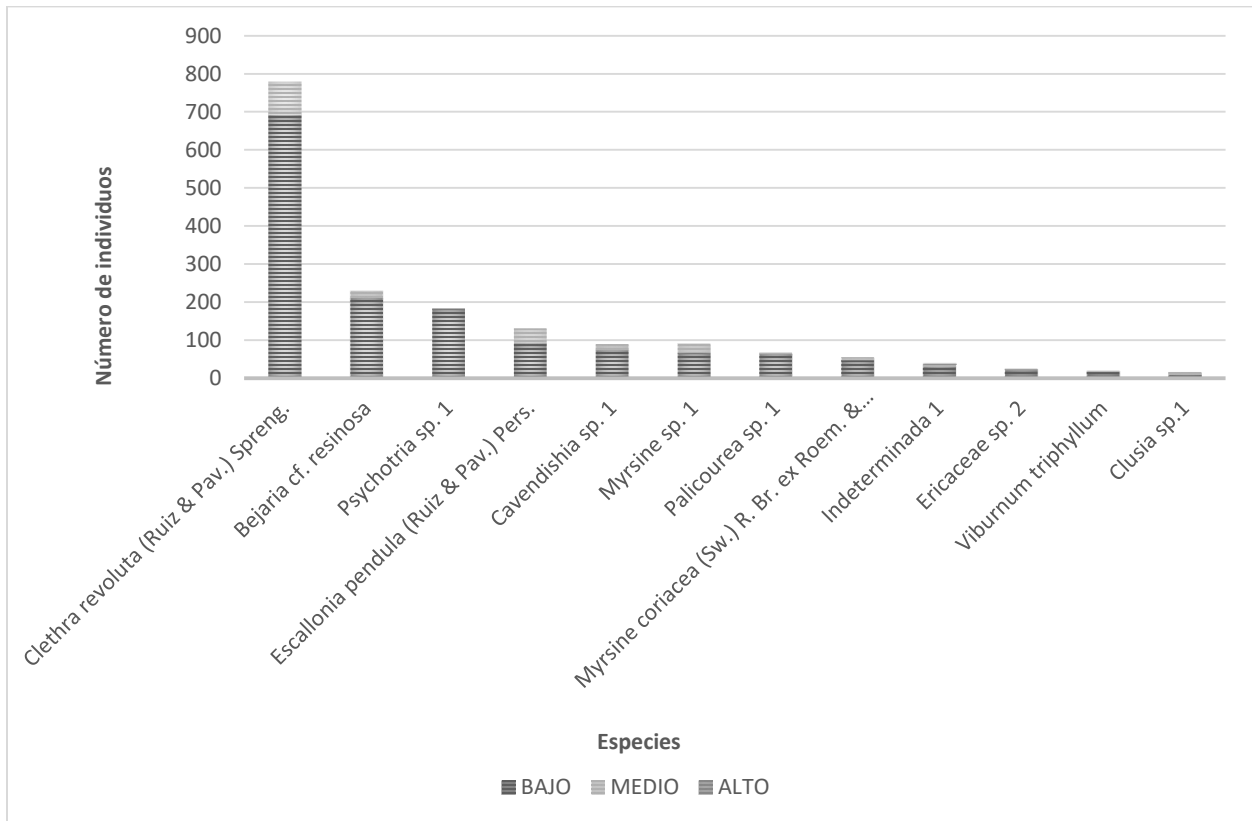


Figura 8. Índice de posición sociológica para el rastrojo.

4.1.5.3 Histogramas de frecuencias diamétricas con respecto a la altura. El promedio de altura para cada clase diamétrica (Figura 9), determinó que, en el intervalo de 22,6 centímetros a 27,5 centímetros, se presentaban los mayores promedios de altura (7 m); por el contrario el intervalo con menor promedio de altura fue el comprendido desde los 2,5 centímetros hasta los 7,5 centímetros, con alturas iguales a los 4,6 metros. En general a diferencia del intervalo con mayor valor, el promedio de altura entre los demás intervalos no presento grandes diferencias.

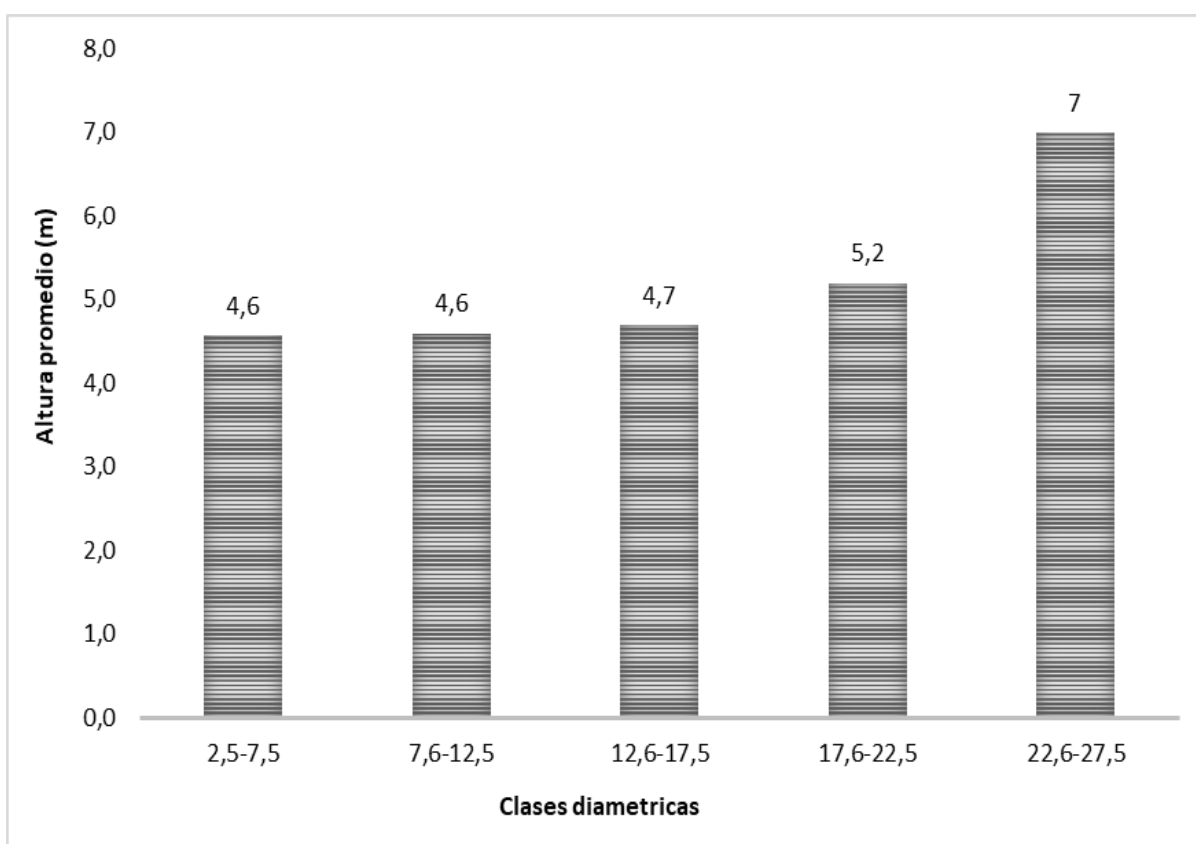


Figura 9. Histograma de frecuencias diamétricas con respecto a la altura para rastrojo.

4.1.6 Análisis de relaciones dendrométricas mediante regresiones. Las relaciones dendrométricas se elaboraron por medio de regresiones simples (Figura 10 y Figura 11) entre DAP, altura y diámetro de copa, para cada clase diamétrica se realizaron correlaciones de Pearson, por medio del cálculo de las relaciones dendrométrías se lograron evidenciar las relaciones de ellas entre sí, obteniendo así los gráficos de dispersión y la ecuación de estas.

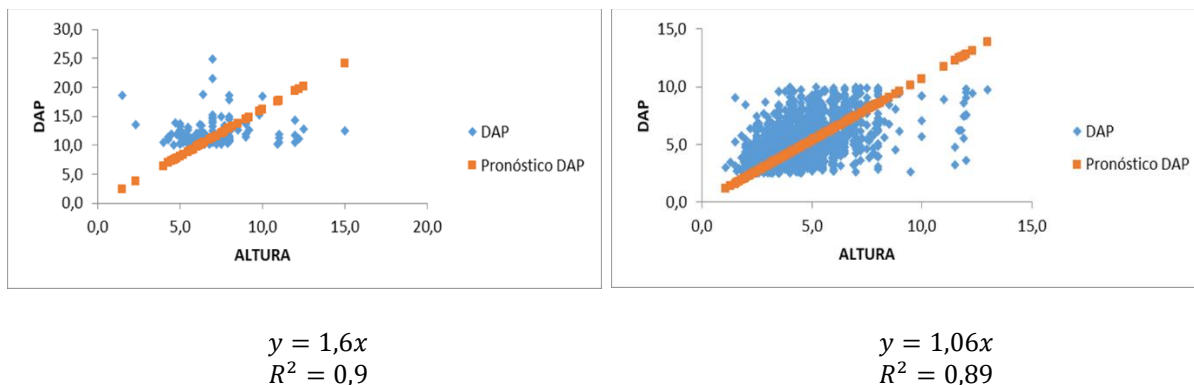


Figura 10. Regresión lineal entre DAP y altura para latizal y fustal en rastrojo.

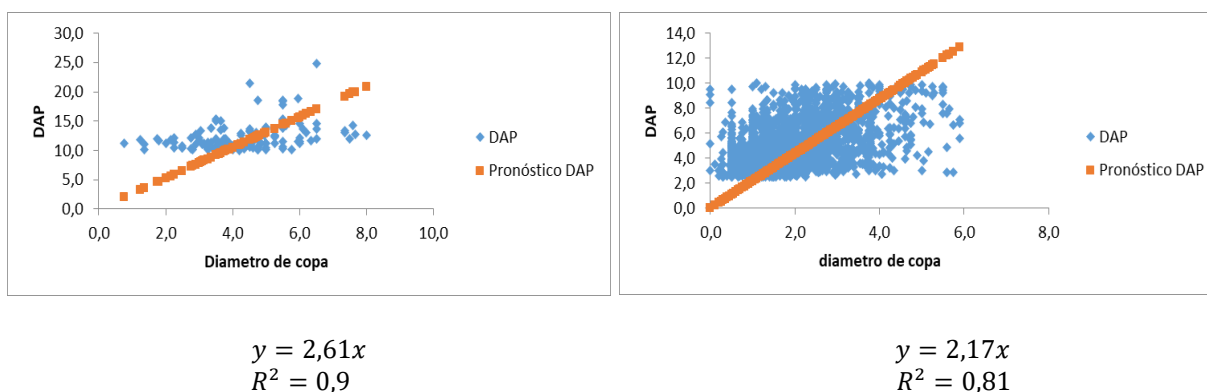


Figura 11. Regresión lineal entre DAP y diámetro de copa para latizal y fustal para rastrojo.

4.1.7 Estado de conservación de especies. El estado de conservación de las especies encontradas (Tabla 11), se determinó que para las especies de la presente investigación no se encuentran reportes de amenaza en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Tabla 11.
Estado de conservación de especies para rastrojo.

Nombre científico	Origen	UICN
<i>Viburnum triphyllum</i>	Nativo	NE
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Nativo	NE
<i>Bejaria</i> cf. resinosa	Nativo	NE
<i>Macleania rupestris</i> sp. 1	Nativo	NE
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nativo y cultivada	NE
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz y Pav.) G. Don	Nativo	NE
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Nativo	NE
<i>Hesperomeles</i> cf. <i>goudotiana</i>	Nativa (Endémica)	NE
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	-	-

4.2 Bosque mixto

4.2.1 Composición florística. Según los resultados obtenidos en campo (Tabla 12), en el área de estudio muestreada, se registraron entre el latizal y el fustal un total de 1172 individuos, pertenecientes a 25 familias, 27 géneros y 35 morfoespecies, encontrando mayor número de individuos en el latizal (859), en comparación con el fustal (313), dentro del conteo se incluyen las especies indeterminadas, las cuales no se incluyen en la tabla 11.

Tabla 12.
Cantidad de familias, géneros, morfoespecies e individuos para fustal y latizal para mixto.

Clase Diamétrica	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Morfoespecies	Nº Individuos
Fustal	18	21	23	313
latizal	25	27	35	859

En la Tabla 13, se presenta el listado de familias y especies identificadas con nombres científicos.

Tabla 13.

Familias y morfoespecies en bosque mixto.

Familia	Nombre Científico
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz y Pav.) Kuntze
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>
Araliaceae	<i>Dendropanax sp. 1</i>
	<i>Schefflera sp. 1</i>
Asteraceae	<i>Asteraceae sp. 2</i>
	<i>Asteraceae sp. 3</i>
	<i>Asteraceae sp. 4</i>
	<i>Asteraceae sp. 5</i>
	<i>Asteraceae sp. 6</i>
	<i>Asteraceae sp. 7</i>
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.
Clusiaceae	<i>Clusia sp.1</i>
Ericaceae	<i>Cavendishia sp. 1</i>
	<i>Macleania rupestris sp. 1</i>
Escalloniaceae	<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Euphorbiaceae	<i>Acalypha sp. 1</i>
	<i>Hieronyma sp. 1</i>
Fabaceae	<i>Inga sp.1</i>
	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Lauraceae	<i>Ocotea sp. 1</i>
	<i>Ocotea sp. 2</i>
Melastomataceae	<i>Miconia sp. 1</i>
Myrsinaceae	<i>Myrsine sp. 1</i>
	<i>Eugenia sp. 1</i>
	<i>Eugenia sp. 2</i>
	<i>Myrcia sp. 1</i>
	<i>Myrsine sp. 1</i>
Nyctaginaceae	<i>Nyctaginaceae sp. 1</i>
Piperaceae	<i>Piper sp. 1</i>
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sp. 1</i>
Rubiaceae	<i>Palicourea sp. 1</i>
	<i>Psychotria sp. 1</i>
Sapindaceae	<i>Cupania sp. 1</i>
Solanaceae	<i>Cestrum sp. 1</i>
Styracaceae	<i>Styrax sp. 1</i>
Verbenaceae	<i>Lippia sp.1</i>
	<i>Verbenaceae sp. 1</i>

En la Tabla 14, se muestra el número de géneros, morfoespecies e individuos pertenecientes a cada familia encontrada en el bosque mixto, para las categorías diamétricas fustal y latizal; se encontraron cuatro géneros y cinco especies en la familia Ericaceae, además de cuatro especies, pero un género en la familia Asteraceae, se destacaron de las demás familias por presentar más géneros y morfoespecies.

Tabla 14.

Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.

Familia	Nº Genero	Nº Morfoespecie	Nº Individuos
Myrsinaceae	1	1	311
Rubiaceae	2	2	273
Clusiaceae	1	1	112
Melastomataceae	1	1	104
Myrtaceae	3	4	90
Fabaceae	1	1	62
Sapindaceae	1	1	55
Asteraceae	1	6	30
Escalloniaceae	1	1	25
Fagaceae	1	1	20
Araliaceae	2	2	18
Solanaceae	1	1	13
Styracaceae	1	1	9
Proteaceae	1	1	8
Adoxaceae	1	1	6
Primulaceae	1	1	6
Ericaceae	2	2	5
Clethraceae	1	1	4
Verbenaceae	2	2	4
Euphorbiaceae	2	2	3
Lauraceae	1	2	3
Rhamnaceae	1	1	2
Anacardiaceae	1	1	1
Aquifoliaceae	1	1	1
Nyctaginaceae	1	1	1
Piperaceae	1	1	1
TOTAL			1167

4.2.2 Índices de diversidad alfa. Se evaluaron los índices (Tabla 15) de Simpson, Shannon y Margalef, para determinar la alfa diversidad del área estudiada en bosque mixto, dichos índices nos permiten obtener una concepción más amplia del bosque a nivel de dominancia, equidad y riqueza específica. El índice de Simpson presenta una mayor diversidad en la categoría diamétrica de latizal, con un valor cercano a uno, el valor más cercano a uno se obtuvo en la parcela ocho perteneciente a la categoría diamétrica latizal, con un valor de 0,87, posicionándose como la parcela con mayor biodiversidad; mientras que el valor más cercano a cero se presentó en la parcela siete de la categoría diamétrica fustal, siendo la de menor diversidad, de igual forma los índices de Shannon y Margalef, presentaron mayor diversidad en la categoría diamétrica latizal, en general por ser un bosque intervenido antropicamente, a diferencia del índice de Simpson para latizal, los demás índices no presentaron diversidades altas en las dos categorías diamétricas.

Tabla 15.

Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.

Categoría	Parcela	Simpson	Shanon-Wlener	Margalef	CM
FUSTAL	6	0,55	1,32	2,10	0,14
	7	0,47	0,87	0,94	0,07
	8	0,75	1,77	2,50	0,20
	9	0,76	1,80	2,57	0,22
	10	0,63	1,32	1,66	0,12
	Promedio	0,63(+/-0,12)	1,42(+/-0,38)	1,95(+/-0,67)	0,15(+/-0,06)
LATIZAL	6	0,86	2,22	2,79	0,13
	7	0,75	1,70	1,88	0,05
	8	0,87	2,27	3,38	0,09
	9	0,86	2,21	3,56	0,08
	10	0,83	2,11	2,82	0,18
	Promedio	0,83(+/-0,05)	2,10(+/-0,23)	2,89(+/-0,66)	0,11(+/-0,05)

4.2.3 Curvas de acumulación de especies – área. En la curva de acumulación de especies (Figura 12), se presentó una línea de tendencia R^2 de 97,96% para fustal y 97,81% para latizal, mostrando así, una alta correlación entre los datos. La curva de acumulación de especies para latizal presento un fuerte incremento a partir de la parcela dos, Se determinó la ecuación para cada clase diamétrica con el fin de determinar la tendencia a encontrar especies nuevas en más unidades de muestreo, al reemplazar “x” con las unidades de muestreo establecidas ($1 \leq x \leq 5$) y superiores ($x \geq 6$) a las ya registradas en la gráfica, se tiene que, para cada unidad de muestreo aumentada, es posible encontrar teóricamente nueve especies nuevas.

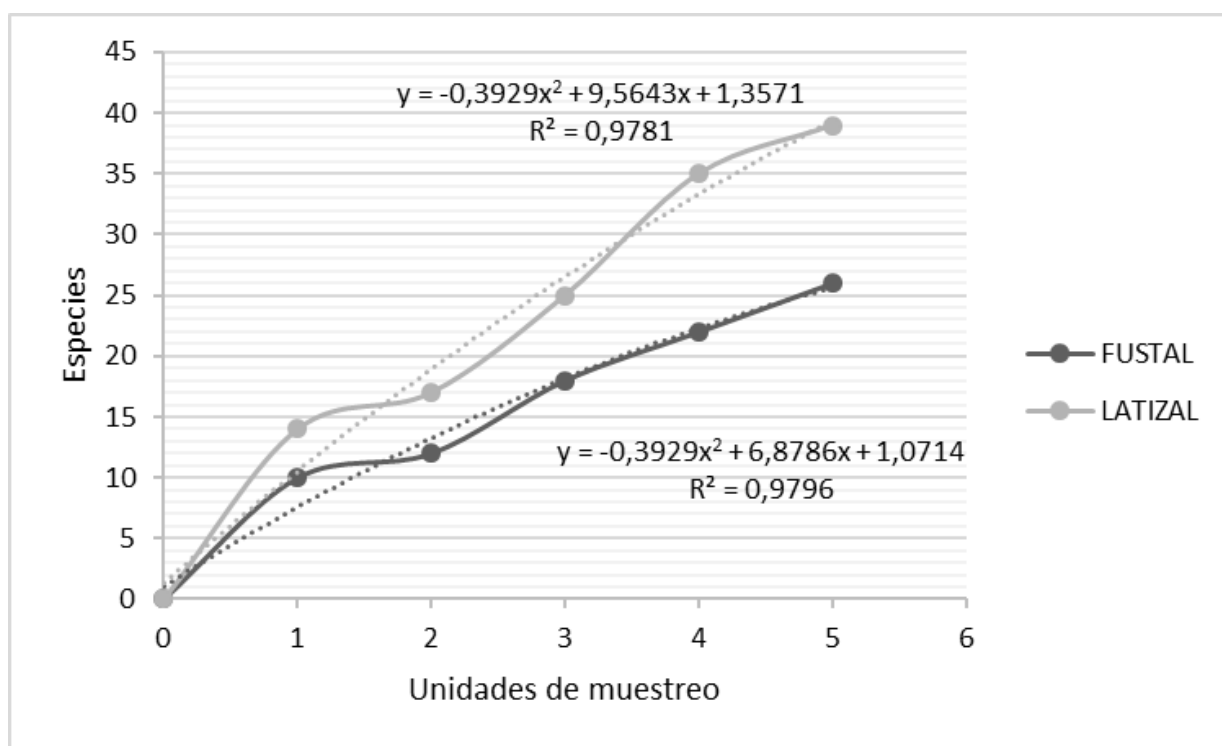


Figura 12. Curvas de acumulación especie – área para latizal y fustal para bosque mixto.

4.2.4 Estructura horizontal.

4.2.4.1 Distribución de clases diamétricas. Se estableció el DAP medio (Tabla 16) de las especies presentes en el bosque mixto, para fustal (19,54) y para latizal (4,92).

Tabla 16.

Número de géneros, morfoespecies e individuos por familia en el bosque mixto.

Parcela	DAP Medio Fustal	DAP Medio Latizal
6	18,3	5,5
7	19,0	4,8
8	17,3	4,9
9	17,3	4,3
10	25,8	5,1
DAP Medio Total	19,54 (+/- 3,57)	4,92 (+/- 0,44)

Se presenta el número de individuos por cada intervalo de clase diamétrica (Figura 13), en las cuales obtiene que la mayoría de los individuos se concentra en el intervalo (2,5 a 10,0) con un porcentaje del 73,20%, disminuyendo con relación al aumento del diámetro.

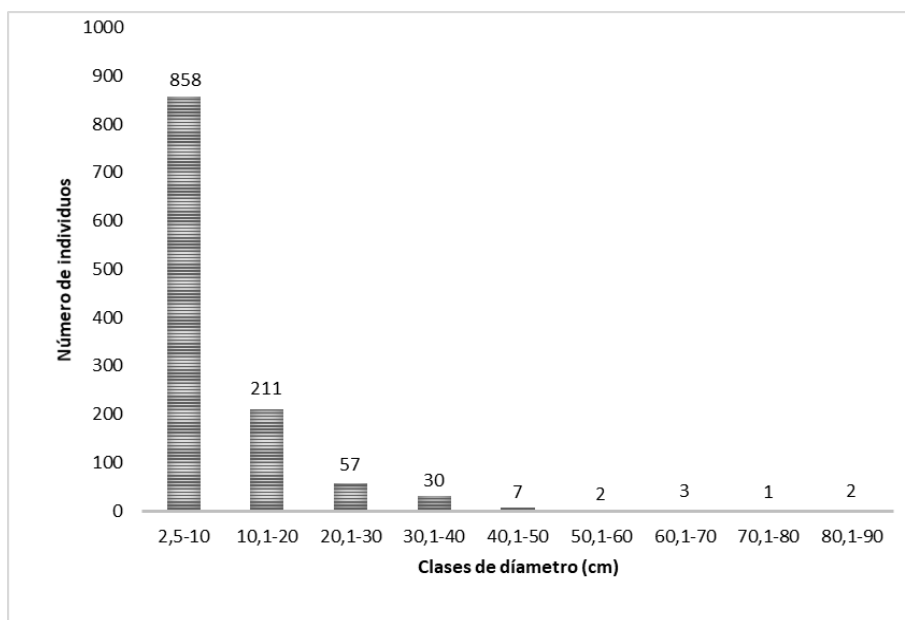


Figura 13. Diagrama de distribución de clases diamétricas por número de individuos para bosque mixto.

4.2.4.2 Distribución del área basal. El área basal acumulada (Tabla 17) para el bosque mixto fue de 14,61m², de los cuales 12,86m² pertenecen al fustal y 1,75m² pertenecen al latizal. El área basal se calculó por cada parcela de muestreo obteniendo un valor significativamente menor en la parcela nueve para el fustal, debido a que en este sitio la cantidad de individuos fue considerablemente menor; por otro lado, en el latizal los valores presentan menores variaciones.

Tabla 17.

Área basal para cada parcela en el bosque mixto.

Parcela	Área Basal Fustal	Área Basal Latizal
6	2,44	0,29
7	2,66	0,42
8	1,46	0,44
9	1,36	0,45
10	4,94	0,16
Total área basal m²	12,86	1,75
AB/ha(m²/ha)	25,73	3,51

4.2.4.3 Densidad. Los valores de densidad obtenidos para cada parcela y el promedio general (Tabla 18), permiten identificar a la parcela 1 (fustal) y la parcela 4 (latizal), como las parcelas con mayores densidades.

Tabla 18.

Densidad para cada unidad de muestreo en el bosque mixto.

Parcela	Densidad fustal/ ha	Densidad latizal/ ha
1	720	1060
2	690	2020
3	550	2060
4	490	2740
5	680	710
Promedio	626 (+/-100)	1718 (+/-822)

4.2.4.4 Índice de valor de importancia (IVI). Los resultados obtenidos del IVI para fustal en la zona de muestreo de bosque mixto (Figura 14), muestra a la especie *Clusia sp.1* como la más importante con un valor equivalente de 80,28%, debido a su alto valor en abundancia y dominancia relativa, en segundo lugar, de importancia, se encontró al *Myrsine sp.1*. con un valor equivalente de 61,77%, en tercer lugar, se encontró la especie *Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers* con un valor equivalente a 27,22% la cual resalta por su dominancia relativa, las demás especies poseen valores porcentuales similares, con baja dominancia relativa, siendo el *Cestrum sp.1*. con un valor equivalente de 2,60% y la morfoespecie indeterminada 5 con un valor equivalente de 2,60% las especies menos importantes.

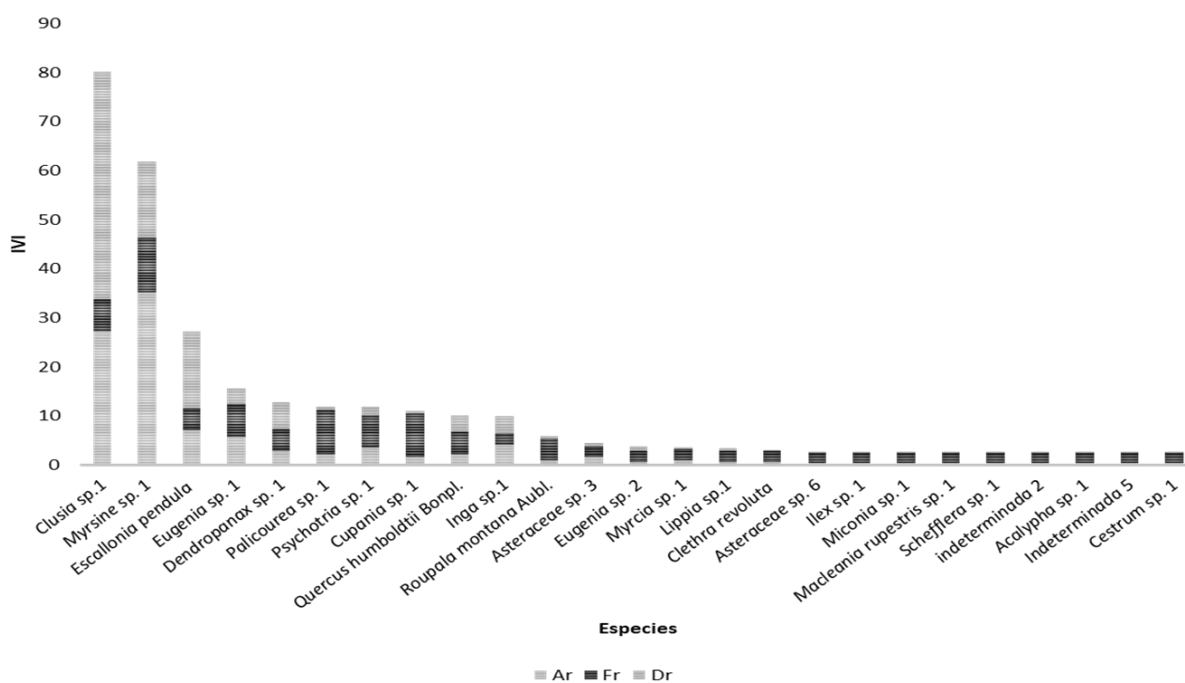


Figura 14 Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica fustal en el bosque mixto.

Se muestran los resultados del IVI para latizal (Figura 15), en primer lugar, de importancia con un valor de 61,46% se encuentra el *Myrsine sp.1* por su alta abundancia, dominancias relativas, la segunda especie más importante es el *Psychotria sp.1* con un valor equivalente de 32,01%, en tercer lugar, se encuentra la especie *Palicourea sp.1* con un valor equivalente de 29,72% sobresalen por su dominancia y abundancia relativas, entre las especies menos importantes se encontró la especie *Piper sp.1.1* y el *Ocotea sp.2* con valores inferiores al 1,43%.

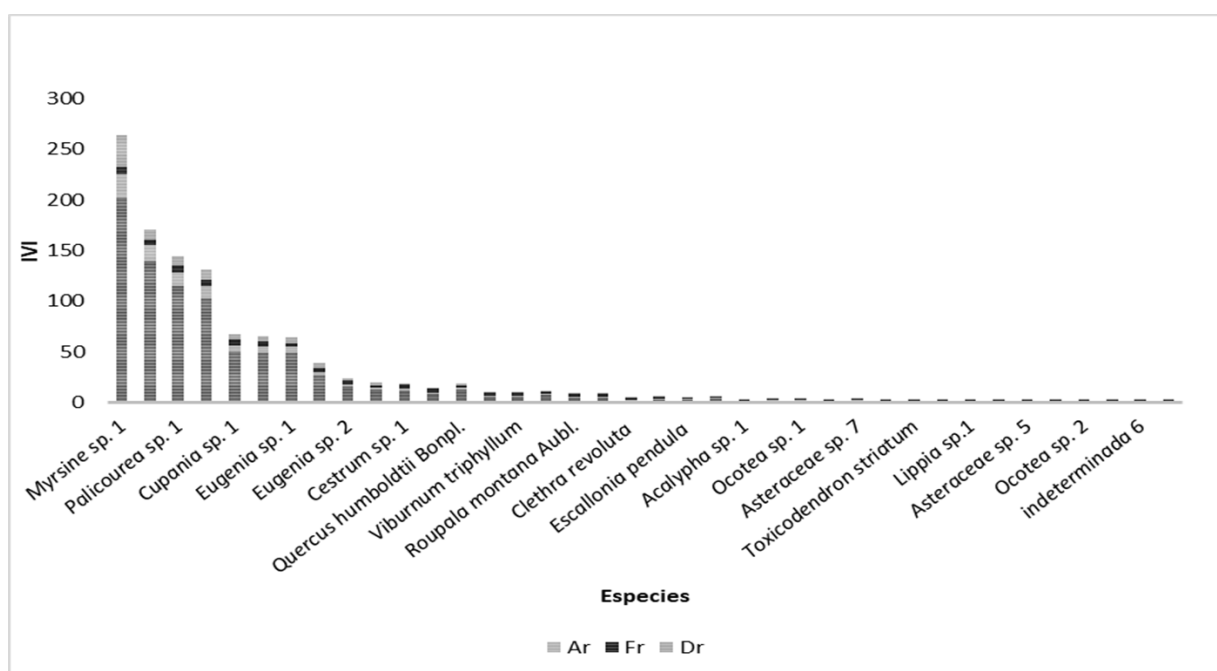


Figura 15. Índice de valor de importancia (IVI) para la categoría diamétrica latizal en el bosque mixto.

4.2.5 Estructura vertical. Se presenta la distribución de los árboles respecto a su altura (Figura 16), con un rango de alturas desde un metro hasta tres metros como primer clase de altura, llegando a obtener clases de altura intermedias y finalmente la clase de altura desde los doce metros hasta los quince metros; siendo la clase de altura de tres metros a seis metros la que albergo el mayor porcentaje de individuos con un 57,38%, además se determinó que solo el 4,86% de los individuos superan la altura de los 12,1 m.

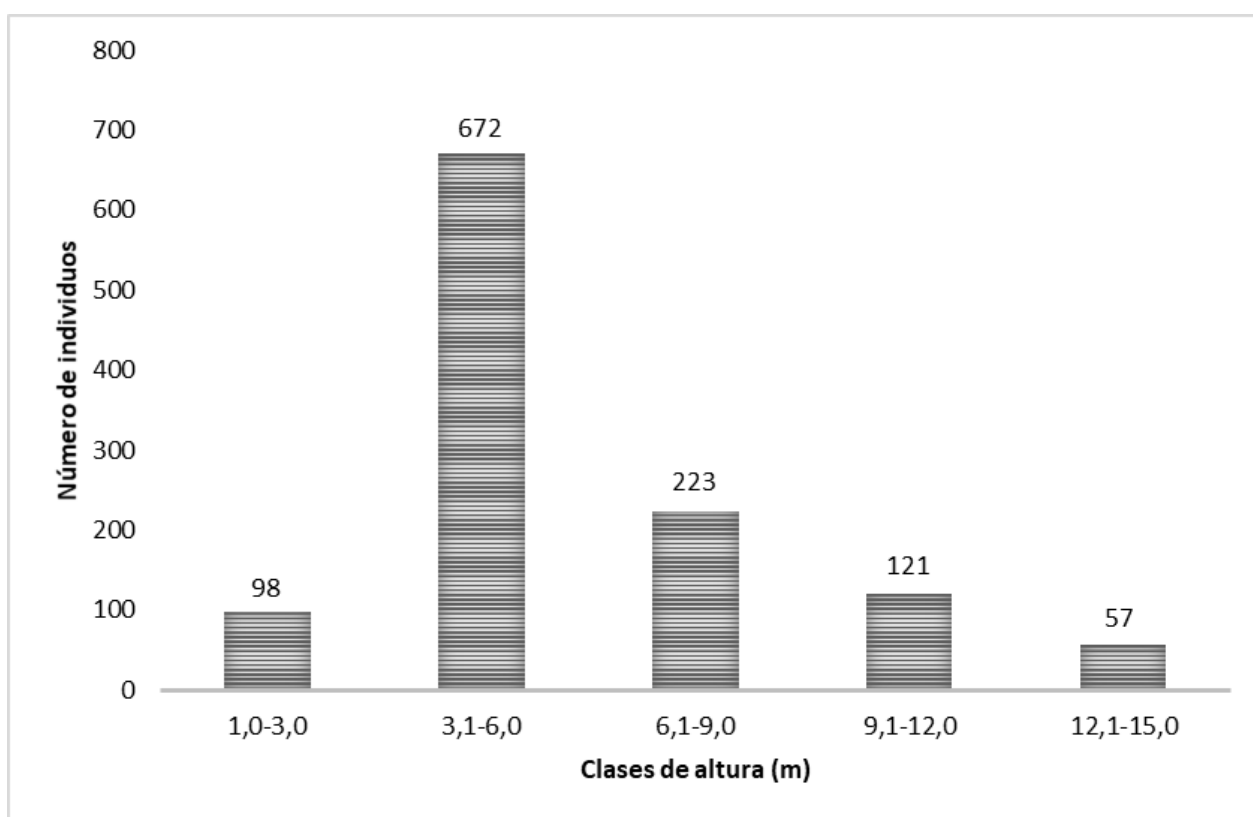


Figura 16. Diagrama de distribución de clases de altura por número de individuos para bosque mixto

4.2.5.1 Altura media. La altura media por cada parcela (Tabla 19), muestra un valor promedio de 9,32 metros para el fustal y 4,74 metros el latizal.

Tabla 19.

Altura media para cada unidad de muestreo en el bosque mixto.

Clase Diamétrica	Parcela	Altura Media
Fustal	6	8,6
	7	11,1
	8	8,8
	9	8,3
	10	9,8
Altura Media Total	9,32(+/-1,14)	
Latizal	6	4,7
	7	5,1
	8	4,4
	9	4,6
	10	4,9
Altura Media Total	4,74(+/-0,27)	

4.2.5.2 Índice de posición sociológica. El índice de posición sociológica permite observar la participación de cada especie en los diferentes substratos del bosque y además la estructura de la vegetación en cada substrato, de los cuales se tuvieron en cuenta tres clasificaciones de altura para hallar el resultado de este índice:

Bajo (1-6) con un total de 770 individuos, medio (6,1-12,0) con un total de 344 individuos y alto (>12) con un total de 57 individuos, en la Figura 17 se presentan los resultados para el índice de posición sociológica, en donde se observó que la especie más dominante fue el *Myrsine sp.1* con un 26,64% predominando en todos los niveles, la segunda especie más dominante fue el *Psychotria sp.1* con un 12,80% de los individuos y en tercer lugar el *Palicourea sp.1* con un 10,41% de los individuos con mayor predominancia en el intervalo bajo; por el contrario las especies menos dominantes fueron la *Schefflera sp. 1*, el *Toxicodendron striatum* (Ruiz y Pav.) Kuntzey y el *Verbenaceae sp. 1*.

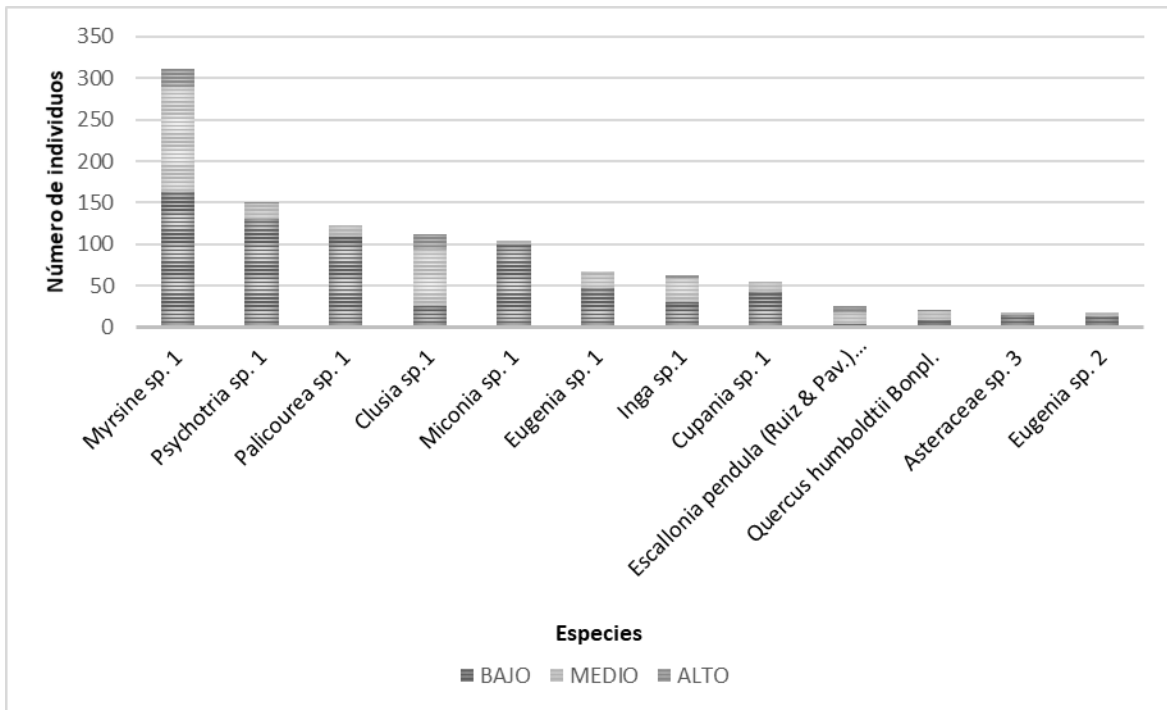


Figura 17. Índice de posición sociológica para bosque mixto.

4.2.5.3 Histograma de frecuencias diamétricas con respecto a la altura. El promedio de altura para cada categoría diamétrica (Figura 18), determino que, en el intervalo de 50,1 centímetros a 60,0 centímetros, se presentaban los mayores promedios de altura (catorce metros); por el contrario el intervalo con menor promedio de altura fue el comprendido desde los 2,5 centímetros hasta los 10,0 centímetros, con alturas iguales a los 4,7 metros. En general a diferencia del intervalo con menor valor, el promedio de altura entre los demás intervalos no presento grandes diferencias.

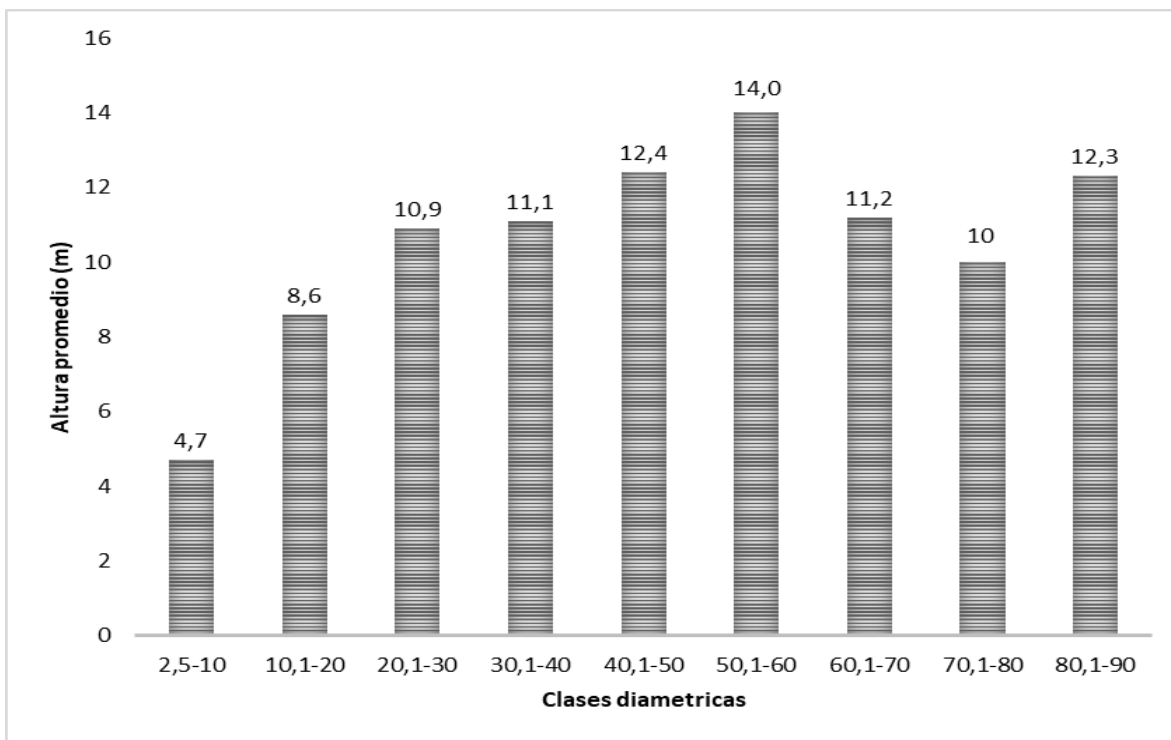
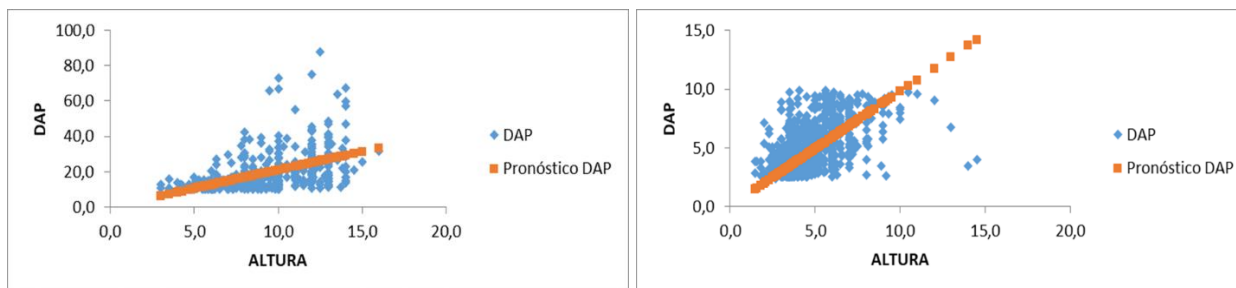


Figura 18. Histograma de frecuencias diamétricas con respecto a la altura para bosque mixto.

4.2.6 Análisis de relaciones dendrométricas mediante regresiones. Las relaciones dendrométricas se elaboraron por medio de regresiones simples (Figura 19 y Figura 20) entre DAP, altura y diámetro de copa, para cada clase diamétrica se realizaron correlaciones de Pearson, por medio del cálculo de las relaciones dendrométrías se lograron evidenciar las relaciones de ellas entre sí, obteniendo así los gráficos de dispersión y la ecuación de las mismas.



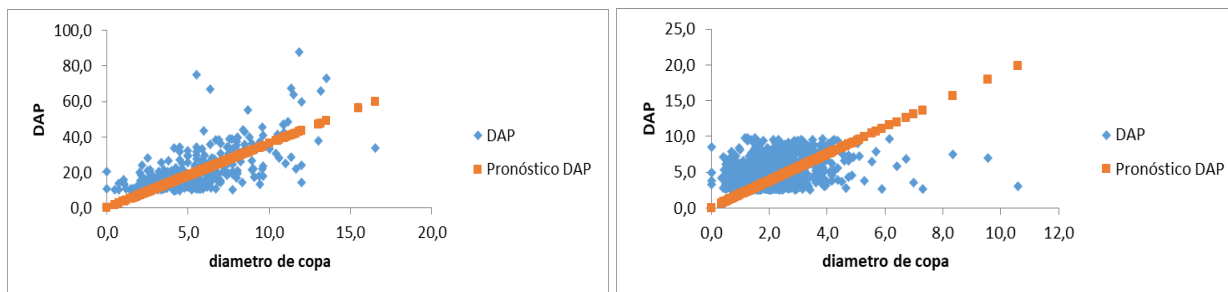
$$y = 2,08x$$

$$R^2 = 0,79$$

$$y = 0,97$$

$$R^2 = 0,89$$

Figura 19. Regresión lineal entre DAP y altura para latizal y fustal para bosque mixto.



$$y = 3,61x$$

$$R^2 = 0,85$$

$$y = 1,87x$$

$$R^2 = 0,78$$

Figura 20. Regresión lineal entre DAP y diámetro de copa para latizal y fustal para bosque mixto.

4.2.7 Estado de conservación de especies. El estado de conservación de las especies encontradas en bosque mixto (Tabla 20), se determinó que para la especie *Quercus humboldtii* Bonpl, se encuentra en estado de veda, para las demás especies de la presente investigación no se encuentran reportes de amenaza en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Tabla 20.
Estado de conservación de especies para bosque mixto.

Nombre científico	Origen	UICN
<i>Viburnum triphyllum</i>	Nativo	NE
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz y Pav.) Kuntze	Nativo	NE
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	-	-
<i>Macleania rupestris</i> sp. 1	Nativo	NE
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nativo y cultivada	NE
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Nativo y cultivada	VU
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Nativo	NE
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Nativo	NE

5 Discusión

La presente investigación confirma lo dicho por Cuatrecasas (1958) acerca de la composición florística de los bosques típicos de formación andina, debido a que se llegó a la conclusión que los bosques estudiados se caracterizan de igual manera por presentar una especie con alta dominancia. Lo anterior, debido a que al comparar el bosque mixto y el rastrojo, se evidencia que en el rastrojo la colonización horizontal y vertical, se da por una especie *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng mientras que en el bosque mixto se puede presenciar como la especie *Myrsine sp.1* se encuentra en estado de colonización del bosque, puesto que se encuentra predominante en el latizal para la estructura horizontal y en la estructura vertical.

Lo mencionado por MinAmbiente (2002) se corroboró en la presente investigación, puesto que en una de las parcelas inventariadas se encontró un solo individuo en la categoría fustal, determinando que la intervención antrópica es alta debido a que los árboles grandes y desarrollados son los que más aprovechamiento sufren, por medio de la presente investigación también se pudo corroborar lo mencionado por Vallejo & Joyas (2005), ya que la cobertura natural, la estructura y la dinámica del bosque mixto y rastrojo se pudo determinar con parcelas permanentes y la comparación de las mismas.

En la presente investigación se logró apreciar lo que describe Alvares (2007), sobre la importancia de realizar estudios con la finalidad de analizar el nivel de intervención antrópica en el que se encuentran los bosques por medio de la dinámica, estructura y diversidad, puesto que se logró determinar que el rastrojo era el bosque con mayor intervención antrópica y por ende recomendando futuras investigaciones sobre su protección y recuperación.

Lo postulado por Van der Hammen (2001) acerca de la biodiversidad propia de los bosques altoandinos, se confirmó por medio de la presente investigación, puesto que el bosque mixto y el rastrojo al estar ubicados en los mismos niveles altitudinales, presentaron la misma variedad de especies propias de los bosques altoandinos, evidenciando además como las especies presentan características importantes no solo para la absorción de agua, sino que también para la fijación de la misma en el suelo, puesto que los suelos son ricos en humedad debido a esta característica de las plantas.

La presente investigación demostró que las alteraciones en las masas boscosas, por medio de las intervenciones antrópicas si han disminuido las masas boscosas, puesto que se evidenciaban actividades ganaderas y expansiones de dichas fronteras, comprobando de esta manera lo postulado por Henderson (1991), ya que los bosques altoandinos han sufrido fuertes disminuciones por las actividades agropecuarias.

Hamilton (1995) afirma que en los bosques altoandinos se encuentran grandes diversidades y especiaciones en las masas boscosas, por consiguiente, en la presente investigación se logró comprobar todo esto puesto que se encontraron grandes cantidades de familias, géneros y morfoespecies propios de los bosques altoandinos.

En los inventarios realizados en el bosque mixto y rastrojo no se encontraron especies exóticas y mucho menos que las especies nativas se encontraran en disminución, por lo tanto, contradecimos en parte lo mencionado por Carrizosa (1990), puesto que lo relacionado con la disminución de las masas boscosas altoandinas si pudo ser evidenciado en los bosques evaluados en la presente investigación.

En la presente investigación se evidencio lo postulado por Samper y Vallejo (2007) y Ávila, Ángel y López (2010) en bosque alto andino, ya que se observó una disminución del número de

individuos con relación al aumento del DAP y la altura, presentando un mayor número de individuos en clases inferiores.

En cuando a lo mencionado por Gentry (1991) sobre la riqueza de los bosques altoandinos y la diversidad que representan para el territorio del país, la presente investigación confirma que los bosques altoandinos representan gran parte de la diversidad para el territorio nacional, puesto que se evidencio un gran número de familias con una vasta cantidad de individuos.

Rodríguez (2004) sugiere que se estudien los bosques altoandinos, puesto que son de vital importancia, ya que algunas especies allí presentes representan gran parte de las especies del país, por ende, la presente investigación encontró gran diversidad de especies nativas en los bosques altoandinos estudiados.

Condit (1995) afirma que para estudiar de una manera más precisa el bosque y su diversidad, se deben de estudiar como mínimo 13 ha, pero en la presente investigación con un área menor de estudio se logró caracterizar gran parte de las especies presentes en las masas boscosas evaluadas, llegando a concluir que la cantidad de área que se debe inventariar o estudiar depende del área total del bosque y no de un valor estándar o constante, puesto que los bosques tiene diferentes estructuras y formas, inclusive en comparación con otros de su misma clasificación ecológica

La presente investigación confirma lo postulado por Philips (1996), ya que se llegó a la conclusión, de que el estudio de las parcelas establecidas debe de ser permanente, puesto que las variaciones y los cambios en el bosque pueden ser estudiados con tiempo, permitiendo generar metodologías específicas, que permitan la intervención oportuna para la conservación de las especies nativas.

Se logró determinar que la presente investigación comprobó lo mencionado por Bakker (1996), ya que las parcelas en los bosques naturales permiten el estudio de los mismos con gran precisión

sobre las apreciaciones del estado del mismo, por medio del análisis de la estructura y la diversidad, en los fustales y latizales como los analizados en el bosque mixto y rastrojo, algo que se puede incluir es que se deben de estudiar los brinzales con igual importancia como lo menciona Bakker (1996), puesto que son las especies que pueden llegar a poblar el bosque en el futuro, permitiendo analizar hacia donde se dirige la diversidad del bosque y como dicha diversidad puede alterar algunos procesos ecosistémicos, como el intercambio simbiótico de especies de flora con las especies de fauna y entre ellas mismas.

Al comparar el bosque mixto y el rastrojo, se evidencia que en el rastrojo la colonización horizontal y vertical, se da por una especie (*Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng) mientras que en el bosque mixto se puede presenciar como la especie *Myrsine sp.1* se encuentra en estado de colonización del bosque, puesto que se encuentra predominante en el latizal para la estructura horizontal y en la estructura vertical.

6 Conclusiones

Por medio de los análisis de diversidad se determinó que el rastrojo tiene alta intervención antrópica, ya que el bosque mixto presentó 313 individuos en el fustal y 859 individuos en el latizal, pertenecientes a 25 familias, 27 géneros y 35 morfoespecies; de igual manera el rastrojo presentó 112 individuos en el fustal y 1676 individuos en el latizal, distribuidos en 19 familias, 22 géneros y 27 morfoespecies.

La estructura del bosque mixto determinó que la especie *Clusia sp.1* con un 80,28% fue la más representativa en el fustal y el latizal *Myrsine sp.1* con un 61,46% en la estructura horizontal y para la vertical fue la *Myrsine sp.1* con un 26,64%; por otro lado, para el rastrojo la estructura determinó que la especie *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng con un 72,59% fue la más representativa en el fustal y para el latizal con un 93,85% para la estructura horizontal y para la vertical fue la *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng con un 44,07%.

Al comparar el bosque mixto y el rastrojo, se evidencia que en el rastrojo la colonización horizontal y vertical, se da por una especie (*Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng) mientras que en el bosque mixto se puede presenciar como la especie *Myrsine sp.1* se encuentra en estado de colonización del bosque, puesto que se encuentra predominante en el latizal para la estructura horizontal y en la estructura vertical.

La diversidad de los bosques mixto y rastrojo presentaron altas diferencias, puesto que los índices de diversidad en el bosque mixto arrojaron seis familias, cinco géneros y ocho morfoespecies, diferentes y adicionales a las encontradas en el rastrojo, ya que el bosque mixto arrojó más familias, géneros y morfoespecies en latizales y fustales; por consiguientes se puede inferir que el rastrojo tiene mayor intervención antrópica que el bosque mixto.

7 Recomendaciones

Se recomienda elaborar un plan de restauración y regeneración en el rastrojo, ya que se pudo evidenciar que se encuentra altamente degradado, debido a la intervención antrópica.

Es necesario proteger la zona de transición entre el bosque propiamente dicho y los linderos de los potreros que rodean la zona de reserva, con el fin de que el ganado no siga alterando las condiciones del bosque.

Es importante realizar más estudios de flora y fauna que complementen, lo presentado en este proyecto con el fin de conocer con mayor profundidad la dinámica y comportamiento del bosque.

Referencias bibliográficas

- Alvarez Mejía, L. M., Sanín, D., Alzate Quintero, N. F., Castaño, N., Mancera, J. C., & González, G. (2007). Plantas de la región Centro-Sur de Caldas-Colombia. Universidad de Caldas.
- Arango, J. I. D. V. (1979). Curva preliminar de crecimiento del cativo (*Prioria copaifera*) en bosque virgen empleando el método de los tiempos de paso. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 32(2), 19-26.
- Bakker, J. P., Olff, H., Willems, J. H., & Zobel, M. (1996). Why do we need permanent plots in the study of long term vegetation dynamics?. *Journal of Vegetation Science*, 7(2), 147-156.
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 2 17 de enero de 1959, Diario Oficial No. 29.853 (1959).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 23 19 de diciembre de 1973, Diario Oficial No. 34.001 (1973).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 2811 18 de diciembre de 1974, Diario Oficial No. 34.230 (1974).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 99 22 de diciembre de 1993, Diario Oficial No. 41.146 (1993).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 165 09 de noviembre de 1994, Diario Oficial No. 41.589 (1994).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1996 15 de octubre de 1999, Diario Oficial No. 43.751 (1999).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 216 03 de febrero de 2003, Diario Oficial No. 45.083 (2003).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 2372 01 de julio de 2010, Diario Oficial No. 47.757 (2010).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1076 26 de mayo de 2015, Diario Oficial No. 49.523 (2015).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1655 10 de octubre de 2017, Diario Oficial No. 50.382 (2017).
- Carrizosa, U. J. (1990). La selva andina. Selva y futuro. Bogotá (Colombia): El Sello Editorial, 151-184.

- Cleef, A. M. (2013). Origen, evolución, estructura y diversidad biológica de la alta montaña colombiana. Cortés-Duque, J. y C. Sarmiento (Eds.), 13.
- Colomo, B. y Elorrieta, O. (1914). Estudio sobre experimentación forestal. Imprenta Alemana. Madrid.
- Condit, R. 1995. Research in large, long-term tropical forest plots. *Trends in Ecology y evolution* 10(1): 18-22.
- Forero, E., & Mori, S. (1995). The organization for flora neotropica. *Brittonia*, 47(4), 379-393.
- Franco Maass, S., Regil García, H. H., & Ordóñez Díaz, J. A. B. (2006). Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Madera y bosques*, 12(1), 17-28.
- Franco, M., Betancur, J., & Franco, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera Central Colombiana. *Caldasia*, 32(1).
- Gentry, A. (1991). Vegetación del bosque de niebla. *Bosques de niebla de Colombia*. Banco de Occidente, Cali, 23-52.
- Giraldo-Cañas, D. (2001). Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial andino, Cordillera Central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 187-199.
- Hamilton, L. (1995). Una campaña por bosques nublados: Ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Serie Focus de la UICN.
- Henderson, A., Churchill, S. P., & Luteyn, J. L. (1991). Neotropical plant diversity. *Nature*, 351(6321), 21.
- Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM, PNUD. (2002), Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición de HotSpot & Global Climatic Tensor. Impresión IDEAM, Bogotá-Colombia.
- Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, (2015), Resolución número 209, Parque nacionales naturales de Colombia, 29 de diciembre de 2015. Por medio de la cual se registra la reserva natural de la sociedad civil “La Llanada”.
- Phillips, O.L. 1996. Long-term environmental change in tropical forest: Increasing tree turnover. *Environmental Conservation* 23(3): 235-248.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Salaman, P., Jørgensen, P., Consiglio, T., Suárez, L., Arjona, F., & Bensted-Smith, R. (2004). Tropical Andes. Hotspots Revisited: Earths Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Goettsch Mittermeier C, et al.. Mexico City: CEMEX, 73-79.

Sheil, D., Jennings, S., & Savill, P. (2000). Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 16(6), 865-882.

VALLEJO-JOYAS, M. I., LONDOÑO-VEGA, A. C., LÓPEZ-CAMACHO, R., GALEANO, G., ALVAREZ-DÁVILA, E., & DEVIA-ÁLVAREZ, W. (2005). Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

VAN DER HAMMEN, T. & H. HOOGHIEMSTRA. 2001. Historia y paleoecología de los bosques montanos andinos neotropicales. Páginas 63-84.

Apéndices

Apéndice 1. Primer inventario forestal.



Apéndice 2. Inspección de muestras botánicas.



Apéndice 3. Marcaje de individuos forestales parcela 1.



Apéndice 4. Marcaje de individuos forestales parcela 2.



Apéndice 5. Identificación de muestras botánicas.



Apéndice 6. Almacenamiento de muestras botánicas.



Apéndice 7. Marcaje de subcuadrantes de parcelas.



Apéndice 8. Delimitación de la parcela.



Apéndice 9. Transporte de material para la delimitación de parcelas.



Apéndice 10. Corrección de vértices de la parcela.



Apéndice 11. Linderos de parcela.



Apéndice 12. Fustal de las parcelas.



Apéndice 13. Asteraceae muestra botánica.



Apéndice 14. Marcaje de fustales.



Apéndice 15. Equipo de trabajo.



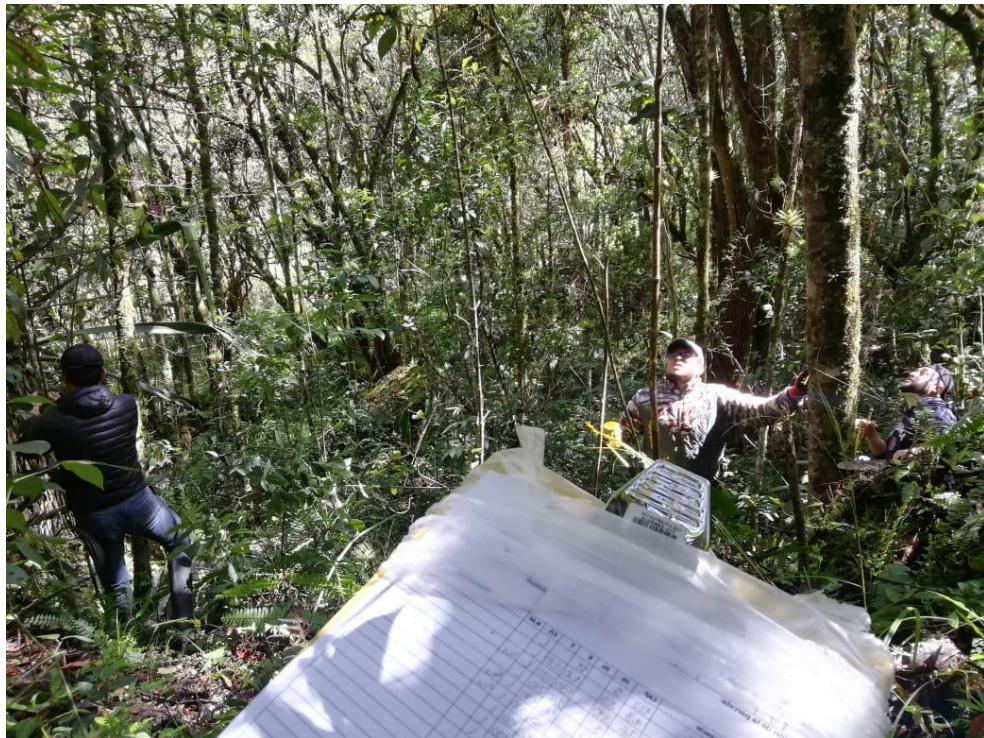
Apéndice 16. Fijación de puntos.



Apéndice 17. Corrección de pendientes.



Apéndice 18. Toma de datos en campo.



Apéndice 19. Etiquetado de muestras botánicas.



Apéndice 20. Alcoholizado de muestras botánicas.



Apéndice 21. Identificación de fustales.



Apéndice 22. Selección de muestras botánicas.



Apéndice 23. Acople de muestras botánicas.



Apéndice 24. Toma de puntos con GPS.



