

Estudio de distribución y abundancia del *Stigmacoccus asper* en *Quercus humboldtii*, en el municipio de Molagavita - Santander.

Juliana del Mar Ortiz López, Ricardo Andrés Salazar Angarita

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Jorge Andrés Rodríguez Toro

PhD en Ciencias Forestales

Codirector

María Constanza Mesa Elizalde

M.Sc en Manejo uso y conservación del bosque

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia- IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga

2018

DEDICATORIA

Se debe soñar hasta que lo que se imagina se vuelva tangible, pero se requiere de apoyo, compañía y motivación para lograrlo, por tal motivo dedicamos este proyecto a nuestros padres, maestros y demás personas que hicieron posible llevarlo a cabalidad.

Juliana y Ricardo

*“La mejor manera de preservar
los recursos naturales renovables
es darles un valor económico”*

Juan Morales Hernández.

Agradecimientos

A nombre de los realizadores de este proyecto agradecemos profundamente el apoyo, comentarios y sugerencias por parte de diferentes personas e instituciones ya que su aporte proporciono una guía para la realización de este proyecto; para ellos los más sinceros agradecimientos.

- Nuestro agradecimiento a la familia Ortiz López y Angarita Hernández, por el esfuerzo y apoyo incondicional brindado en el transcurso de nuestras vidas y estudios, lo cual nos ha traído hasta acá en pro del desarrollo de nuestras metas profesionales.
- A la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, por recibarnos y brindarnos las herramientas necesarias en nuestro proceso de formación como Ingenieros Forestales. A todo su personal directivo y administrativo, que de una u otra manera nos facilitaron el uso de herramientas y materiales necesarios para la realización del proyecto.
- Al cuerpo docente que acompañó nuestra formación académica, proporcionando los conocimientos que fueron de gran importancia en el desarrollo de la investigación.
- A la Bióloga Ingrith Carolina Flórez García por su orientación para la elaboración de proyectos de investigación, dándonos recomendaciones esenciales y fundamentales de un buen investigador.
- A nuestro director, el doctor Jorge Andrés Rodríguez Toro, por su apoyo en las diferentes etapas del proyecto, por su tiempo y dedicación a la investigación realizada. Además, agradecerle de manera especial sus innumerables aportes a nuestro conocimiento.

- A nuestra Codirectora, M.Sc. María Constanza Mesa Elizalde por el acampamiento y orientación durante el proceso de análisis estadístico. Además, por su asesoría en diversas etapas del proyecto.
- A nuestros amigos y familiares; Sandra Angarita, Sonia Ortiz, Zuleima Ortiz, Adriana Tutira, Mauricio Carrillo, Ingrit Anaya, Freddy López, Sebastián Vera y Jefferson Martínez por su colaboración en la captura de información en campo.
- Al Sr. Carlos Ortiz y al Sr. Daniel Pinzón por su colaboración como guías en la etapa de reconocimiento del sitio de estudio.
- A la Sra. Diocelina López, la Sra. Guillermina Fuentes y la Sra. Diocelina Gómez, quienes nos proporcionaron alojamiento y alimentación en la ejecución del trabajo en campo.
- A los propietarios de las fincas dentro de las cuales se encuentra ubicado el bosque por permitirnos acceder a estas para la ejecución del proyecto.
- Al doctor Fermín J. Chamorro por facilitarnos información, así como la orientación para el planteamiento del proyecto.
- A nuestras familias, amigos y demás personas quienes estuvieron atentos a brindarnos su apoyo, el cual fue muy importante.

Tabla de Contenido

	Pag.
Introducción	22
1. Planteamiento del problema.....	26
1.1 Definición del Problema	26
1.2 Justificación	26
1.3 Antecedentes	28
2. Objetivos.....	32
2.1 Objetivo general.....	32
2.2 Objetivos específicos	32
3. Hipótesis	32
4. Marco referencial	33
4.1 Marco teórico.....	33
4.1.1 <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.....	33
4.1.2 <i>Stigmacoccus asper</i> Hempel 1900.....	34
4.1.3 Miel de mielato como recurso forestal no maderable.....	35
4.2 Marco Jurídico, Normativo e Institucional	37
4.2.1 Instrumentos políticos relacionados con la Conservación y Protección de Bosques.....	37
4.2.2 Elementos normativos referentes al bosque de roble.....	38

4.3. Marco Histórico de la Investigación.	39
5. Metodología	40
5.1 Fase 1: Delimitación del sitio de estudio y revisión de información secundaria.....	40
5.1.1. Revisión de información secundaria.	40
5.1.2. Visita de reconocimiento.	41
5.1.3. Área de estudio.	41
5.2 Fase 2: Gestión y recolección de información primaria	41
5.2.1 Mapa de los puntos de control.	42
5.2.2 Premuestreo.....	42
5.2.3 Numero de muestras.	44
5.2.4 Puntos de muestreo.	44
5.2.5 Muestreo.	44
5.2.6 Porcentajes de infestación.....	44
5.2.7 Nivel de perturbación.....	46
5.2.8 Densidades de <i>S. asper</i>	46
5.3 Fase 3: Análisis de composición florística del robledal.....	47
5.3.1 Índice de Valor de Importancia.....	48
5.3.2 Índice de Posición Sociológica.	48
5.3.3 Índice de Predominancia Fisionómica.	49
5.3.4 Índices de Biodiversidad.....	50

5.4. Fase 4: Análisis de distribución de <i>S. asper</i> en el Robledal	52
5.4.1. Mapa de distribución.....	53
5.5 Fase 5: Análisis de densidad de <i>S. asper</i> en el roble	53
6. Resultados	54
6.1 Aspectos generales del área de estudio.....	54
6.2 Unidades muestréales.....	55
6.2.1 Unidades muestréales.....	59
6.3 Análisis de Composición Florística	62
6.3.1 Riqueza.	62
6.3.2 Índice de Valor de Importancia o Índice Ecológico	66
6.3.3 Estructura Horizontal.	69
6.3.4 Estructura Vertical.	71
6.3.5 Diversidad.....	73
6.4 Distribución y densidad de <i>Stigmacoccus asper</i>	75
6.4.1 Análisis de infestación y distribución de <i>S. asper</i> en el bosque.....	75
6.4.2 Análisis Geoestadístico.....	80
6.4.3 Análisis de densidad de <i>Stigmacoccus asper</i> en roble.	89
7. Discusión.....	94
7.1 Composición Florística	94
7.2 Distribución y abundancia de <i>Stigmacoccus asper</i>	95

8. Conclusiones	98
9. Recomendaciones	100
Referencias Bibliográficas	102
Apéndices.....	109

Índice de Tablas

	Pag.
Tabla 1. Distribución Porcentajes de infestación.....	45
Tabla 2. Coordenadas geográficas de las unidades muestrales.....	55
Tabla 3. Calculos del error de muestreo para el fustal y latizal.....	59
Tabla 4. Datos de las condiciones generales en cada unidad muestral.....	60
Tabla 5. Composición florística Fustal.....	63
Tabla 6. Composición Florística Latizal.....	64
Tabla 7. Análisis de Diversidad florística entre el fustal y latizal para el bosque de roble.....	73
Tabla 8. Índices de diversidad para los fustales y latizales.....	74
Tabla 9. Defectos encontrados en los fustales inventariados.....	74
Tabla 10. Autovalores obtenidos en el análisis de componentes principales.....	79
Tabla 11. Autovectores correspondiente al análisis de componentes principales.....	79
Tabla 12. Datos distribución de frecuencia de la variable Infestación.....	81
Tabla 13. Valores del índice de Moran local observado (Ii), su valor esperado (E.Ii), la varianza(Var.Ii) y el valor-p (Pr(z < 0)) de los 2 inliers detectados para la variable Infestación.....	82
Tabla 14. Criterios de diagnósticos: DFBETAS, DFFITS, COVRATIO, distancia de Cook y leverage de los 2 valores inliers detectados para la variable Infestación.....	82
Tabla 15. Índice de autocorrelación espacial de Moran y su significancia estadística para la variable infestación.....	85
Tabla 16. Criterios de información sobre ajustes de Modelo Lineal Mixto de correlación espacial para variable Infestación.....	87

Tabla 17. Número promedio de filamentos anales por metro cuadrado para cada porcentaje de infestación.....	90
Tabla 18. Análisis de varianza no paramétrico usando la prueba de Kruskal Wallis para las variables infestación y altura de medición (3 metros) de la densidad de <i>S. asper</i> (Nivel de significancia 0.05).....	91
Tabla 19. Análisis de varianza no paramétrico usando la prueba de Kruskal Wallis para las variables infestación y altura de medición (3 metros) de la densidad de <i>S. asper</i> (Nivel de significancia 0.05).....	91
Tabla 20. Coeficiente de correlación de Pearson para la variable densidad a 2 y 3 metros de altura desde el suelo.....	93

Índice de Figuras

	Pag.
Figura 1. Representación diagramática de <i>S. asper</i> chupando savia del roble. Adaptado de: Chamorro et al. (2013).....	36
Figura 2. Mapa área de estudio ubicada en la vereda Potrero de Rodríguez (Molagavita)	56
Figura 3. Mapa condiciones del área de estudio (Pendientes, precipitación, Temperatura y humedad).....	57
Figura 4. Mapa de localización de las unidades muestréales.....	58
Figura 5. Mapa muestreo parcelas latizal.	61
Figura 6. Abundancia, riqueza y composición florística comparada para fustal y latizal.	65
Figura 7. Composición Florística comparada por Familias para Latizal y Fustal	65
Figura 8. Índice de Valor de Importancia Fustal.	67
Figura 9. Índice de Valor de Importancia Latizal	68
Figura 10. Especies con mayor Predominancia Fisionómica en el Bosque.....	70
Figura 11. Abundancia de las Especies con mayor Posición Sociológica por Estratos.....	72
Figura 12. Distribución de los individuos de <i>Q. humboldtii</i> por porcentaje de infestación	75
Figura 13. Distribución de la infestación por <i>S. asper</i> en <i>Q. humboldtii</i>	77
Figura 14. Biplot correspondiente al Análisis de Componentes Principales (ACP).....	78
Figura 15. Histograma (izquierda) y box-plot (derecha) de datos de previo a la eliminación de outliers. Coeficiente de asimetría=-0.21.	81
Figura 16. Gráfico de dispersión de Moran para la variable Infestación. Puntos negros representan inliers.....	83

- Figura 17. Histograma (izquierda) y Box-Plot (derecha) de datos de Infestación luego de la eliminación de outliers. Coeficiente de asimetría=-0.34 84
- Figura 18. Gráfico de dispersión de Moran para la variable Infestación. Sin inliers. 84
- Figura 19. Semivariograma empírico (puntos) y teórico (línea) de la variable Infestación. Abajo se presenta la salida del software R que contiene los parámetros del semivariograma teórico ajustado. 86
- Figura 20. Semivariograma empírico (puntos) y teórico (línea) de la variable Infestación. Abajo se presenta la salida del software R con los parámetros del semivariograma teórico ajustado mediante Modelos Lineales Mixtos. Nugget (0), Sill (C=329.2) y Range (97.96m) o Rango Practico (Rp=97.96m×3)..... 88
- Figura 21. Mapa de variabilidad espacial de Infestación obtenido mediante interpolación por kriging ordinario 89
- Figura 22. Densidades de *S. asper* por porcentaje de infestación a los dos y tres metros. 92

Índice de Apéndices

	Pag.
Apéndice 1. Cartera de campo Inventario Forestal con los porcentajes de infestación.....	109
Apéndice 2. Cartera de campo para los niveles y tipos perturbación.	110
Apéndice 3. Cartera de campo para captura de información de densidades de insecto.....	111
Apéndice 4. Composición Florística Latizal.....	112
Apéndice 5. Resultados absolutos y relativos de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI de las especies registradas.	113
Apéndice 6. Posición sociológica fustal	115
Apéndice 7. Índice de predominancia fisionómica de las especies presentes en el robledal.....	116
Apéndice 8. Base de datos obtenida del análisis exploratorio con la eliminación de los Outliers e Inliers.	117
Apéndice 9. evidencia fotográfica del estado general del bosque.	118
Apéndice 10. Estado general del robledal.....	118
Apéndice 11. Establecimiento de parcelas.....	119
Apéndice 12. Medición y marcaje de los árboles.	119
Apéndice 13. Medición de alturas.	120
Apéndice 14. Conteo de individuos de <i>Stigmacoccus asper</i>	120
Apéndice 15. Observación directa del fuste de árboles altamente infestados.	121
Apéndice 16. Filamento anal y gota de mielato, producto del proceso de alimentación de <i>Stigmacoccus asper</i>	122
Apéndice 17. filamentos anales de <i>Stigmacoccus asper</i> y presencia de fumaginas.	123

Apéndice 18. Afectación por fumaginas en plantas de los estratos inferiores.....	124
Apéndice 19. Árbol de <i>Quercus humboldtii</i> infestado en su totalidad por la presencia de <i>Stigmacoccus asper</i> y fumaginas.	125
Apéndice 20. presencia de fumaginas en el suelo y raíces del bosque.	125
Apéndice 21 <i>Stigmacoccus asper</i> en etapa adulta.	126
Apéndice 22. Abejas alimentandose de mielato	126
Apéndice 23. <i>Weinmannia tomentosa</i> afectada por crecimiento de fumaginas.....	127
Apéndice 24. Ataque de las fumaginas a la regeneración natural de <i>Quercus humboldtii</i>	127
Apéndice 25. Evidencia fotográfica de la especie <i>Ilex kunthiana</i>	128
Apéndice 26. Evidencia fotográfica de la especie <i>Oreopanax acerifolius</i>	128
Apéndice 27. Evidencia fotográfica de la especie <i>Oreopanax incisus</i>	129
Apéndice 28. Evidencia fotográfica de la especie <i>Brunellia comocladifolia</i>	129
Apéndice 29. Evidencia fotográfica de la especie <i>Brunellia propinqua</i>	130
Apéndice 30. Evidencia fotográfica de la especie <i>Viburnum triphyllum</i>	130
Apéndice 31. Evidencia fotográfica de la especie <i>Hedyosmum bonplandianum</i>	131
Apéndice 32. Evidencia fotográfica de la especie <i>Clusia grandiflora</i>	131
Apéndice 33. Evidencia fotográfica de la especie <i>Clusia multiflora</i>	132
Apéndice 34. Evidencia fotográfica de la especie <i>Weinmannia tomentosa</i>	132
Apéndice 35. Evidencia fotográfica de la especie <i>Macleania rupestris</i>	133
Apéndice 36. Evidencia fotográfica de la especie <i>Escallonia paniculata</i>	133
Apéndice 37. Evidencia fotográfica de la especie <i>Quercus humboldtii</i>	134
Apéndice 38. Evidencia fotográfica de la especie <i>Ocotea calophylla</i>	134
Apéndice 39. Evidencia fotográfica de la especie <i>Gaiadendron punctatum</i>	135

Apéndice 40. Evidencia fotográfica de la especie <i>Miconia floribunda</i>	135
Apéndice 41. Evidencia fotográfica de la especie <i>Ficus insipida</i>	136
Apéndice 42. Evidencia fotográfica de la especie <i>Freziera arbutifolia</i>	136
Apéndice 43. Evidencia fotográfica de la especie <i>Myrsine coriacea</i>	137
Apéndice 44. Evidencia fotográfica de la especie <i>Myrsine coriacea</i>	137
Apéndice 45. Evidencia fotográfica de la especie <i>Panopsis suaveolens</i>	138
Apéndice 46. Evidencia fotográfica de la especie <i>Rhamnus goudotiana</i>	138
Apéndice 47. Evidencia fotográfica de la especie <i>Palicourea angustifolia</i>	139
Apéndice 48. Evidencia fotográfica de la especie <i>Cinchona pubescens</i>	139
Apéndice 49. Evidencia fotográfica de la especie <i>Cestrum sp.</i>	140
Apéndice 50. Evidencia fotográfica de la especie <i>Styrax trichocalyx</i>	140

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL *Stigmacoccus asper* EN *Quercus humboldtii*, EN EL MUNICIPIO DE MOLAGAVITA - SANTANDER¹

AUTOR: JULIANA DEL MAR ORTIZ LOPEZ
RICARDO ANDRES SALAZAR ANGARITA².

PALABRAS CLAVES: INFESTACION, MIELATO, *Stigmacoccus asper*, *Quercus humboldtii*.

DESCRIPCIÓN:

Stigmacoccus asper (Hemiptera: Stigmacoccidae) es una especie neotropical. se alimenta de savia de roble (*Quercus humboldtii*) y en su proceso alimenticio elimina mielato, el cual representa una fuente de nutrientes importante para varias especies de aves, insectos y fumaginas. En el presente estudio se analizó la infestación por *S. asper* en un robledal del municipio de Molagavita (Santander) con la finalidad de conocer los factores que influyen en la abundancia y distribución de *S. asper*, así como determinar el grado de afectación en que se encuentra el bosque. Entre los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017 se seleccionaron 25 unidades muestrales de 500 m² donde se midieron diámetros, alturas, área de copas y porcentaje de infestación para todos los individuos con DAP (Diámetro altura de pecho) ≥ 10 cm. Adicionalmente se registró, el nivel de perturbación, altitud, longitud, latitud, pendiente y distancia al borde para todas las unidades muestrales. Además, en el mes de marzo de 2017 se midió la densidad de insectos a 2m y 3m en un área de 400 cm² de árboles elegidos al azar.

Los resultados muestran que altos porcentajes de infestación presentan correlación positiva con variables como perturbación alta asociada a pastoreo y presencia de caminos y con altos valores de DAP, altitud, latitud y área basal. Sin embargo, altos valores de distancia al borde y pendiente, así como, bajos niveles de perturbación presentan una correlación inversa con los mayores porcentajes de infestación. Se considera que es necesario realizar estudios que determinen la interacción hemiparásito-hospedero para evaluar los daños reales en la especie *Q. humboldtii*. Finalmente se precisa un modelo geoestadístico para predecir la distribución de la infestación en el bosque.

¹ Trabajo de Grado.

² Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal.
Director: RODRÍGUEZ TORO, Jorge Andrés. PhD Codirector: MESA ELIZALDE, María Constanza.
Ms.

ABSTRACT

TITLE STUDY OF DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF *Stigmacoccus asper* IN *Quercus humboldtii*, IN THE MUNICIPALITY OF MOLAGAVITA- SANTANDER³

AUTHOR: JULIANA DEL MAR ORTIZ LOPEZ
RICARDO ANDRÉS SALAZAR ANGARITA. ⁴

KEYWORDS: Infestation, honeydew, *Stigmacoccus asper*, *Quercus humboldtii*.

DESCRIPTION:

Stigmacoccus asper (Hemiptera: Stigmacoccidae) is a neotropical species. It feeds on oak sap (*Quercus humboldtii*) and in its food process eliminates honeydew, which represents an important source of nutrients for several species of birds, insects and sooty molds. In the present study we analyzed the infestation by *S. asper* in an oak grove in the municipality of Molagavita (Santander) in order to: know the factors that influence the abundance and distribution of *S. asper*, as well as to determine the degree of affectation in which is the forest. Between the months of December 2016 and January 2017, 25 sampling units of 500 m² were selected where diameters, heights, crown area and percentage of infestation were measured for all individuals with DBH (Breast Height Diameter) ≥ 10 cm. Additionally, the disturbance level, altitude, longitude, latitude, slope and edge distance were recorded for all sample units. In addition, in March 2017 the insect density was measured at 2m and 3m in an area of 400 cm² of trees chosen at random.

The results show that high percentages of infestation have high correlation, with variables such as diameter, high disturbance associated with grazing and presence of roads, DBH, altitude, latitude and basal area. However, the slope, distance to the edge and low levels of disturbance have an inverse correlation with the higher percentages of infestation. Likewise, the density of individuals of *S. asper* is associated mainly with the distance to the edge and differs significantly from the height of measurement. It is considered that it is necessary to carry out studies that determine the hemiparasitic-host interaction to evaluate the real damages in the species *Q. humboldtii*. Finally, a geostatistical model is needed to predict the distribution of infestation in the forest.

³ Grade Level work.

⁴ Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: RODRÍGUEZ TORO, Jorge Andrés. PhD Co-Director: MESA ELIZALDE, María Constanza. Ms.

Introducción

El roble de tierra fría (*Quercus humboldtii* Bonpl. FAGACEAE) es una especie característica de los Andes colombianos la cual crece asociada con numerosas especies de flora y fauna (Palacio y Fernández, 2006). El roble generalmente presenta una amplia distribución en las tres cordilleras y se encuentra comúnmente entre los 1700 y 2800 m.s.n.m., este puede variar su límite altitudinal localmente encontrándose desde los 1300 m o menos, hasta los 3600 m de altitud (Hernández, Walschburger, Ortiz, y Hurtado, 1992) aunque otros autores la reportan desde los 750 hasta 3200 metros de altitud (Avella y Cárdenas, 2010). Los bosques de roble tienen una gran importancia ecológica para los ecosistemas andinos debido a que en ellos se puede encontrar gran diversidad de especies (García, Suárez, y Daza, 2010), sin embargo, el Libro Rojo de Plantas de Colombia Volumen 4: Especies maderables amenazadas (Cárdenas y Salinas, 2006), considera que el roble a pesar de ser una especie de amplia distribución, abundante y conforma grandes bosques, se encuentra en un avanzado grado de amenaza debido a la extracción de madera, lo que ha evidenciado una disminución de sus poblaciones llevándolo a la categoría vulnerable (VUA2cd) según el criterio de clasificación IUCN, motivo por el cual se estableció veda nacional para su aprovechamiento forestal; la resolución 0316 de 1974 estableció una veda nacional para el aprovechamiento de algunas especies forestales maderables en las que se incluía el roble, pero excluyó a los departamentos de Cauca, Nariño y Antioquia (INDERENA, 1974) posteriormente con la resolución 1408 de 1975 se excluyeron también los municipios de Venecia (Ospina Pérez), Cabrera, Pandi y San Bernardo, en el Departamento de Cundinamarca. (INDERENA, 1975), finalmente, la resolución 096 del 20 de enero de 2006 estableció en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido veda para el aprovechamiento forestal de ésta especie (Ministerio de

Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006). Por otra parte, la resolución 192 de 2014 estableció el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana, en la cual ratifica que la especie aún se encuentra en peligro de extinción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014); aunque esta resolución fue derogada por la resolución 1912 de 2017 que establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino-costera, en la cual se sigue reportando la especie *Quercus humboldtii* en estado de amenaza (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

No obstante, se deben considerar los productos forestales no maderables como un mecanismo para la protección de los bosques de roble, así como su planificación y ordenamiento (Avella y Cárdenas, 2010). Partiendo de éste planteamiento, se presenta la apicultura a partir del mielato como una alternativa de un producto forestal no maderable que incentiva el cuidado y protección de los robledales, debido a que la miel producida a partir del mielato (sustancia azucarada) está íntimamente ligada con el *Stigmacoccus asper* y la especie *Q. humboldtii* (Chamorro, Nates, y Kondo, 2013).

El insecto escama *S. asper* es una especie neotropical reportada inicialmente por Hempel (1900) y posteriormente descrita más detalladamente por Hodgson, Gamper, Bogo, y Watson (2007) asociada con árboles de las especies *Inga sp* y *Mimosa scabrella*, en Brasil, Panamá y Venezuela por otra parte Chamorro (2011) y Chamorro *et al.* (2013) reportan a este insecto escama como parásito de *Quercus humboldtii*. *Stigmacoccus asper* el cual se hospeda bajo la corteza de los árboles, donde con su aparato bucal perfora las partes tiernas del árbol para extraer la savia elaborada necesaria para sus requerimientos nutricionales (Gamboa, 2014b). Este insecto cuenta con un filamento anal ceroso hueco, por el cual excrementa mielato en forma de gotas, posteriormente el mielato es recolectado por las abejas *Apis mellifera* u otros individuos; el mielato

que no es aprovechado cae sobre la corteza de algunos árboles, suelo o sotobosque, en cuyas superficies se genera el crecimiento de hongos (fumaginas), las cuales solo pueden crecer en presencia de grandes cantidades de mielato (Chamorro *et al.*, 2013). El crecimiento de estos hongos reduce la fotosíntesis del follaje afectando de esta manera el desarrollo de las plántulas presentes en el sotobosque (Castillo, Puebla, Verdugo, y Montaña, 2012).

En Colombia, Madrigal (2003) reporta a *Diabrotica sp*, *Lema sp*, *Acalymma sp*, *Brasilaphthona sp*, *Brachypnoera sp*, *Cardioscarta sp*, y *Metascarta Inpressifrons* Signoret como parásitos de *Q. humboldtii*, sin embargo para esa fecha, no se había reportado *S. asper* asociado con esta especie parasita del roble. No obstante, Chamorro *et al.* (2013) sugieren que los arboles infestados se encontraban tanto en el interior, en el borde y en arboles aislados en los potreros, además observaron que las ramas y troncos completamente cubiertos por fumaginas se encontraban en el borde de los fragmentos boscosos, los cuales presentan un mayor nivel de perturbación, esta distribución coincide con el estudio realizado en México por Gamper, Koptur, García, y Plata (2011) acerca de la relación entre *Stigmacoccus garmilleri* Foldi con 5 especies de *Quercus*. Sin embargo, para Colombia no se ha realizado un estudio cuantitativo que determine si la presencia de *S. asper* en bosques de *Q. humboldtii* cumple con ese patrón de distribución.

Los estudios realizados sobre *S. asper* y su relación con bosques de roble son de gran importancia, ya que permiten reconocer la apicultura como una alternativa productiva que incentiva el cuidado de los bosques de roble los cuales se encuentra amenazados por la tala indiscriminada de los mismos, no obstante, se debe considerar que no se han realizado estudios enfocados a evaluar la abundancia y niveles de infestación por *S. asper* en estos bosques. Chamorro *et al.* (2013), Sugiere que la perturbación en los bosques, puede ser el factor que determina el aumento de las poblaciones, sin embargo, en su trabajo no se presentan evidencias al respecto. Por

este motivo se pretende determinar la distribución y el grado de infestación por *S. asper* en un relicto boscoso de roble en la vereda Potrero de Rodríguez, Molagavita (Santander); con la finalidad de determinar el grado de afectación del bosque, así como analizar la relación entre la abundancia y los niveles de infestación de *S. asper* con parámetros estructurales del árbol. Por último, determinar si existe relación entre la perturbación del bosque con los niveles de infestación.

1. Planteamiento del problema

1.1 Definición del Problema

En los últimos años la comunidad aledaña al bosque en Molagavita ha observado un aumento considerable en las poblaciones de *S. asper*, lo cual puede generar un desequilibrio en el ecosistema de los robledales, así mismo, Chamorro *et al.* (2013) reportan un aumento considerable en las poblaciones de *S. asper* por diferentes factores (tales como: la fragmentación), aunque no se conocen las implicaciones reales de este fenómeno. Se conoce que *S. asper* está asociado a la especie *Q. humboldtii* y que a través de proceso alimenticio produce mielato que es un componente importante para muchas especies dentro del bosque, así como para el desarrollo de la apicultura (Chamorro *et al.*, 2013; Gamboa, 2014b; Gamper *et al.*, 2011; Hodgson *et al.*, 2007). Actualmente no se ha realizado un estudio para determinar el grado de afectación del bosque, así como las variables que proporcionan los medios necesarios para la proliferación del insecto. Se cree que la fragmentación del bosque influye en la distribución y abundancia de los insectos, pero no es algo que este reportado para *S. asper* y su relación con *Q. humboldtii*.

1.2 Justificación

Los productos forestales no maderables son considerados de gran importancia, ya que representan una alternativa para la conservación de los bosques. De acuerdo con Chamorro *et al.* (2013), el mielato producido por *S. asper* es considerado un producto forestal no maderable con beneficios económicos agregados, dado que a partir de este se produce una miel de mayor calidad a tal punto

que la miel de mielato producida en Málaga (Santander) por la asociación de productores (ASOAPIGAR) fue catalogada como la mejor miel del país en el Concurso Nacional de Miel en el año 2014, realizado en el marco del “Primer seminario sobre calidad y generación de valor en productos de las abejas” por la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, si se buscan potenciar este producto como alternativa para la conservación de los bosques de roble, es necesario considerar las implicaciones ecológicas del *S. asper* sobre estos ecosistemas. Por tal motivo se precisa realizar estudios que determinen la relación entre el grado de afectación por *S. asper* en los bosques con diferentes parámetros estructurales del árbol (diámetro del fuste, diámetro de copa y altura total), factores antrópicos (niveles y tipo de perturbación) y abióticos (pendiente, distancia al borde, temperatura, precipitación y altitud), para conocer más a fondo que factores pueden estar asociados a la presencia del insecto.

En Colombia no se han realizado estudios que permitan determinar los efectos de la fragmentación en la distribución y abundancia de *S. asper* en robledales, por tal motivo estudios enfocados en la conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas, aun cuando el *S. asper* es considerado un parásito del roble, es un paso importante para lograr un conocimiento más amplio de la relación parasitaria entre el *S. asper* y el *Q. humboldtii*.

En investigaciones realizadas por (Gamper *et al.*, 2011) se ha reportado que las densidades de insectos están relacionadas con la fragmentación del bosque y a su vez estas densidades pueden influir en el crecimiento de los árboles. Aunque Chamorro *et al.* (2013) reporta a *S. asper* como parásito del roble, no se han realizado los estudios respectivos acerca de cómo se distribuye en el bosque, por este motivo resulta conveniente identificar los factores influyentes en la distribución y densidad de *S. asper* mediante un análisis riguroso con diversos métodos estadísticos.

Este estudio puede ampliar el conocimiento en lo referente a la determinación de los parámetros o factores que inciden en el aumento de las poblaciones de *S. asper* y demás relaciones con *Q. humboldtii*. Dado que, si se conoce la dinámica del insecto en su asociación con robledales, se pueden plantear futuros planes de manejo considerando la presencia del insecto y que a su vez garanticen la preservación de estos bosques.

1.3 Antecedentes

Bogo, Watson, Mantle, y Mottana (1999) en su estudio “*Honeydew sugars eliminated by Stigmacoccus sp. nr. asper hempel (hemiptera: margarodidae) feeding on leguminoustrees in Brazil*” descubrió que el hongo (fumaginas) que recubre los troncos de los árboles maduros de *Schizolobium excelsum*. En Brasil está asociado con el mielato eliminado por la especie *Stigmacoccus asper* Hempel, por otra parte, en el análisis del líquido recogido en las piezas bucales de los insectos mostró presencia de sacarosa y glucosa, compuestos azucarados únicos en la savia de los tejidos vegetales.

Hodgson *et al.* (2007) en su estudio “*A taxonomic review of the Margaroid genus Stigmacoccus Hempel (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Stigmacoccidae), with some details on their biology*” realizaron una descripción de tres especies (*Stigmacoccus asper*, *Stigmacoccus garmilleri* y *Stigmacoccus paranaensis*) en sus diferentes estadios (gateadores, quistes y adultos). Además, realizaron algunas observaciones sobre la biología y el ciclo de vida de estas especies, determinando la importancia ecológica del mielato como fuente de energía para algunas aves paseriformes (colibríes). Así mismo, detallaron el proceso de eliminación de mielato mediante el tubo anal, las tasas de flujo, concentración de azúcar y densidad de quistes. Por otra

parte, determinaron que el mielato podría ser económicamente importante como fuente de azúcar para la apicultura, pero que a su vez debía manejarse cuidadosamente para mantener un equilibrio ecológico dada la afectación fitosanitaria que le ocasiona a los bosques.

Gardner y Beggs (2009), en su estudio denominado “*Distribution and abundance of endemic coelostomidiid scale insects (Hemiptera: Coelostomidiidae) in Auckland forests, New Zealand*”, determinaron la distribución y abundancia de *Coelostomidiids* en tres diferentes tipos de bosque. Para la realización del análisis se tomaron 10 parcelas circulares de 5m de radio, donde se contaron todos los árboles, además, evaluaron la presencia de fumaginas o de *Coelostomidiid*. La presencia o ausencia de fumaginas en las ramas del dosel se estimó a partir del suelo, además la infestación se determinó examinando el tronco de cada árbol huésped a una altura de 1,3 metros y se consideró infestado un árbol si el tubo anal de al menos un *Coelostomidiid* era visible. Se obtuvo como resultado que los árboles con mayores infestaciones presentaban en promedio 360 tubos anales por metro cuadrado, además se determinó que el 99% de las infestaciones por *Coelostomidiid* estaban acompañado por fumaginas, aunque esta relación podría variar dependiendo de la especie parásito y del tipo de bosque. Este trabajo aportó a la investigación de patógenos asociados a especies forestales una herramienta bibliográfica importante ya que proporciona parámetros metodológicos y una guía para su ejecución. En este sentido se puede considerar la adaptación al estudio de las parcelas circulares, así como los parámetros para evaluar el porcentaje de infestación.

Una segunda investigación que proporciona elementos importantes es el trabajo realizado por Gamper *et al.* (2011) denominado: “*Alteration of forest structure modifies the distribution of scale insect, Stigmacoccus garmilleri, in Mexican tropical montane cloud forests*”. El estudio investigó las poblaciones de *Stigmacoccus garmilleri*, un insecto escama que produce mielato a partir de la savia de árboles de *Quercus*, en bosques de niebla en México. El objetivo principal fue comparar

la distribución de los insectos y su producción de mielato en el árbol huésped, en tres hábitats distintos (interior del bosque, borde del bosque y en pastizales aislados). Para esta investigación se midieron la densidad de insectos, el volumen de mielato y la concentración de azúcar en árboles de los tres distintos hábitats. Además, se midió el filamento anal y se extrajo experimentalmente para medir el rebrote. Se encontró que las densidades de insectos en los trocos de los árboles fueron mayores en los pastizales, mientras las densidades intermedias se encontraron en los árboles del borde del bosque y las bajas densidades en el interior del bosque. Lo que sugiere que en áreas con algún tipo de perturbación son más susceptibles a la infestación por este tipo de insectos. La relevancia de este estudio se debe al aporte en cuanto a metodología y bibliografía, así como la de parámetros que permitan realizar el muestreo en campo y tener una base para determinar los factores a considerar para el estudio.

El trabajo realizado por (Gamboa, 2014a) en el Anexo B. titulado: “*Miel de roble: Miel de mielato de los bosques de roble de Colombia*” del programa estrategias para establecer la denominación de origen de productos de las abejas en Colombia. El objetivo principal fue determinar el origen del mielato de los bosques de roble, la contribución de este recurso a la producción de miel, la caracterización microscópica y fisicoquímica de este tipo de mieles y datos preliminares sobre sus propiedades bioactivas. Se tomaron en 11 localidades de la cordillera oriental en las cuales se observó si había presencia de apiarios y según la presencia o no de árboles altamente infestados se asignaba el grado de infestación para cada localidad como baja, media o alta. En este estudio se identificó el insecto productor de mielato como *S. asper* y se dio una descripción de la asociación del insecto con *Q. humboldtii*. A partir de este estudio el mielato se presentó como un nuevo recurso melífero que puede ser la base para obtener un producto novedoso para el país, con beneficios económicos y ambientales.

Por otra parte, está el trabajo realizado por Chamorro *et al.* (2013) titulado: “*Mielato de Stigmacoccus asper (Hemiptera: Stigmacoccidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia*” en este estudio se reporta el mielato producido por *S. asper* a partir de la savia de árboles de *Q. humboldtii* como un producto forestal no maderable, novedoso para el país, con beneficios económicos y especialmente ambientales. Fueron estudiados bosque de roble de la cordillera oriental en los departamentos de Santander y Boyacá, los cuales correspondían a fragmentos altamente intervenidos, sin sotobosque definido y con evidencia de pastoreo. En este estudio encontraron que el mielato es tan importante como el néctar floral para la producción de miel en estas zonas. Los aportes de este estudio están en la descripción del proceso de producción de mielato, que se considera la base fundamental para conocer las relaciones entre *S. asper* y *Q. humboldtii*, y que permite conocer datos fundamentales sobre la identificación del insecto y el área de estudio.

Gamboa (2014b) en su trabajo denominado “*Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de Apis mellifera*” analizó la miel de mielato proveniente del corredor de boques de roble (*Quercus humboldtii*) localizados en la zona andina oriental. El objetivo principal de la investigación fue caracterizar mieles originarias de los mielatos colectados por *Apis mellifera* en el corredor de bosques nativos de Colombia. Se determinó que las mieles provenientes de los bosques de *Q. humboldtii* presenta características únicas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la infestación y abundancia del *Stigmacoccus asper* en un relicto boscoso de *Quercus humboldtii*, en la vereda Potrero de Rodríguez del municipio Molagavita (Santander).

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar y determinar la cantidad de árboles infestados y el grado de infestación por *S. asper* en el bosque.
- Identificar y relacionar la densidad de insectos presentes en el árbol con diferentes factores y variables para determinar su comportamiento en el bosque.

3. Hipótesis

Dado que la presencia de *S. asper* puede generar problemas fitosanitarios para los árboles de *Q. humboldtii*, y a su vez, si sus poblaciones están aumentando desmesuradamente, entonces, se precisa de evaluar el grado de infestación y abundancia del *S. asper*.

4. Marco referencial

4.1 Marco teórico

4.1.1 *Quercus humboldtii* Bonpl.

4.1.1.1 Características botánicas: es un árbol de gran porte, el cual puede alcanzar hasta los 30 metros de altura y un metro de diámetro. Se ramifica entre los 4 a 5 metros y su copa es redonda. Su corteza externa es rugosa, de color negruzco y a veces presenta grietas. La madera presenta un peso específico de $0,97 \text{ g/cm}^3$, clasificada entre la categoría de maderas duras y pesadas. Presenta hojas simples, alternas, espiraladas y borde entero (M. Gómez, Toro, y Piedrahita, 2013). Además, las flores son unisexuales de color crema y el fruto es una bellota de forma ovoide, color café claro. Posee una cúpula escamosa, además tiene una testa de color café claro y textura lisa (R. Gómez, 2010).

4.1.1.2 Los bosques de roble (*Q. humboldtii* Bonpl.) en Colombia. Los robledales están dominados por *Q. humboldtii* una especie neotropical de la familia FAGACEAE, que se distribuye a lo largo de las tres cordilleras, comúnmente desde los 750 m hasta los 3450 m de altitud (Avella y Cárdenas, 2010). *Q. humboldtii* se desarrolla a una temperatura que va desde los 10°C hasta los 17°C , y con una precipitación de 1300 a 3000 mm/año. La amplia distribución altitudinal que presenta la especie genera una marcada diferencia morfológica (Muller, 1942). Los bosques de roble tienen una importancia trascendental para la conservación de la biodiversidad, debido a que estos proporcionan un hábitat para diferentes especies de flora y fauna (Kappelle, 1996).

El roble presenta diferentes tipos de amenazas entre las que cabe mencionar la explotación ilegal de madera, la producción de carbón y leña como principales fuentes de degradación. Se debe considerar que tanto la deforestación, así como la apertura de frontera agrícola han generado que la especie este desapareciendo en forma gradual (Calderón, 2001). Como una medida para evitar la explotación indiscriminada se estableció una veda nacional para su aprovechamiento, mediante la resolución 0096 del 20 de enero del 2006 (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

4.1.1.3 Servicios ecosistémicos de los bosques de roble. Es importante considerar la existencia de diversos bienes y servicios ambientales que aporta el bosque a la sociedad y que dan un valor agregado al mismo (Avella y Cárdenas, 2010). Cabe destacar que entre los servicios ecosistémicos más importantes del bosque está la regulación y oferta hídrica, la protección de suelos, la prevención de desastres y el refugio de especies silvestres (Kappelle, 1996).

4.1.2 *Stigmacoccus asper* Hempel 1900. Es una especie neotropical, perteneciente a la familia STIGMACOCCIDAE orden Hemiptera, fue descrita por Hodgson *et al.* (2007) asociada a árboles de *Inga sp.* (FABACEAE) en Villavicencio (Meta). Además, han reportado la presencia de *S. asper* en Brasil, Panamá y Venezuela para árboles de *Cassia sp* e *Inga sp.* El *S. asper* se ubica bajo la corteza y así como otros insectos productores de mielato, utiliza sus piezas bucales para perforar los vasos del floema el cual es rico en carbohidratos; pero presenta bajas concentraciones de aminoácidos y compuestos que contienen nitrógeno (Williams y Williams, 1980). En su proceso alimenticio *S. asper* debe consumir grandes cantidades de savia elaborada para adquirir suficientes aminoácidos que le permiten realizar la síntesis de proteínas (Malumphy, 1997).

4.1.2.1 *Stigmacoccus asper* en los bosques de roble. Este insecto se ubica bajo la corteza de *Q. humboldtii*, se alimenta de la savia y elimina mielato en forma de gotas a través de un filamento anal ceroso hueco (Figura 1). A su vez, éste puede caer sobre la superficie del fuste, ramas y hojas del bosque, lo que ocasiona el medio ideal de cultivo para el crecimiento de fumaginas (Chamorro *et al.*, 2013).

4.1.3 Miel de mielato como recurso forestal no maderable. Comúnmente se produce miel a partir del néctar de las flores, sin embargo, se conocen otras fuentes de azúcares que desempeñan un papel importante en la apicultura. Para Colombia se ha encontrado una importante fuente de azúcar producida por un Hemíptera a partir de la savia de *Q. humboldtii* (Chamorro *et al.*, 2013). El programa “Estrategias para la denominación de origen de los productos de la colmena” clasificó la miel y el polen provenientes de los bosques de roble como productos forestales no maderables. Además, dentro de este programa se identificó el insecto productor del mielato, *S. asper* de la familia STIGMACOCCIDAE (orden Hemíptera).

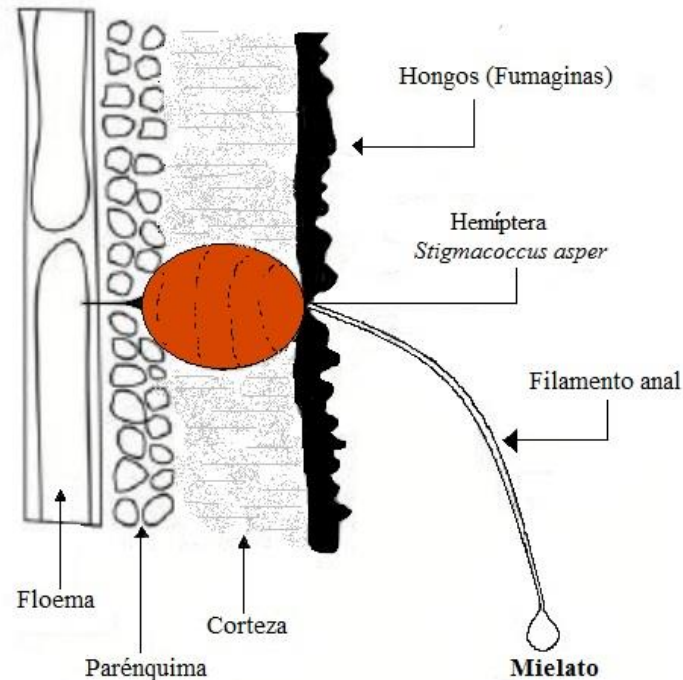


Figura 1. Representación diagramática de *S. asper* chupando savia del roble. Adaptado de: Chamorro *et al.* (2013).

4.1.3.1 Mielato. Es una sustancia azucarada consumida por muchos organismos; cuando se produce en grandes cantidades genera un aumento de la biodiversidad. Su formación se da gracias a que el insecto productor con sus aparatos bucales perfora las partes tiernas de la planta, llegando hasta los vasos conductores y succionando la savia elaborada (Gamboa, 2014b) y posteriormente a través del proceso alimenticio el insecto segrega una sustancia rica en carbohidratos (mielato), en forma de gotas al final del filamento anal por el que es excretada (Williams y Williams, 1980).

La savia es rica en carbohidratos derivadas de la fotosíntesis y presenta en bajas cantidades aminoácidos esenciales, proteínas y productos secundarios (Grant y Beggs, 1989; Molyneux, Campbell, y Dreyer, 1990). Los aminoácidos que se pueden encontrar en la savia elaborada pueden variar dependiendo de la especie, el momento del día y la parte de la planta donde se extrae la savia (Fisher y Gifford, 1986).

Actualmente, el mielato es reconocido como una sustancia metabolizada por insectos tras suplir sus necesidades metabólicas (Crane, 1975). La savia es procesada gracias a la simbiosis entre el insecto y una bacteria la cual obtiene los aminoácidos suficientes para el crecimiento del insecto (Wilkinson, Twell, y Lindsey, 1997) el aparato digestivo de este tipo de insectos está provisto de cámaras filtrantes que retiran cualquier líquido en exceso durante la digestión, sin necesidad de cruzar todo el intestino (Gamboa, 2014b).

Cabe resaltar que la composición del mielato depende tanto de la especie huésped, así como del insecto productor y las condiciones ambientales. La presencia de mielato se puede identificar en el roble por la aparición de las fumaginas a lo largo del fuste, suelo y sotobosque. Las fumaginas son hongos superficiales que se caracterizan por tener micelios oscuros y solamente se desarrollan en grandes cantidades de mielato, el cual les proporciona un medio de crecimiento (Chamorro, 2011; Chamorro *et al.*, 2013). Las fumaginas pueden reducir la fotosíntesis de las plantas. Además, cuando sus poblaciones son muy elevadas pueden provocar cambio en la coloración de las hojas, deformación, defoliación ramificación excesiva y retrasos en el crecimiento de la planta (Hodkinson, 1999).

4.2 Marco Jurídico, Normativo e Institucional

4.2.1 Instrumentos políticos relacionados con la Conservación y Protección de Bosques

- Constitución Política de Colombia Art. 79/1991, se refiere a proteger la diversidad e integridad del Medio Ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para lograr estos fines, (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

- Ley 2da/1959. Por la cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables, (Congreso de Colombia, 1959).
- Ley 99/1993 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).
- Ley 165/1994 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).
- Decreto Ley 2811/1974 por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, (Presidencia de Colombia, 1974).
- Decreto Ley 216/2003 por el cual se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y se dictan otras disposiciones, (Presidencia de Colombia, 2003).
- Documento CONPES 2834/1996 por medio del cual se propone lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población, (Minambiente-DNP: UPA, 1996).

4.2.2 Elementos normativos referentes al bosque de roble

- Resolución 096/2006 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*). (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)

- Libro Rojo de Plantas de Colombia: Especies Maderables Amenazadas. Primera Parte/2007. Por la cual se cataloga a la especie *Quercus humboldtii* como especie amenazada en la Categoría Vulnerable (VU A2cd), (Cárdenas y Salinas, 2006).
- Resolución 192/2014 por la cual estableció el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana, en la cual ratifica que la especie aún se encuentra en peligro de extinción. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).
- Deroga la resolución 192 de 2014 además, establece el listado de las especies silvestres amenazadas y sigue reportando que la especie *Quercus humboldtii* se encuentra en estado de amenaza. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

4.3. Marco Histórico de la Investigación.

Fermín J. Chamorro, Giomar Nates-Parra y Takumasa- Kondo (2013) de la Universidad Nacional de Colombia, mediante su publicación en la Revista Colombiana de Entomología titulado, “*Mielato de Stigmacoccus asper (Hemíptera: Stigmacoccidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia, fueron los primeros en reportar la presencia de S. asper en los bosques de roble Quercus humboldtii como productores de mielato*”, el cual es un producto forestal no maderable novedoso en el país, además reportan que los bosques de roble donde se encontró *S. asper* son fragmentos de bosques altamente intervenidos pues observaron que donde hay mayor presencia de mielato es al borde del mismo, pero no se realizaron un estudio para medir estas variables. El estudio lo realizaron en 11 localidades ubicadas entre los 2400 y 2800 msnm en los departamentos de Boyacá y Santander. Dado que no se midieron las densidades de insectos

presentes en el interior como en el borde los autores sugieren hacer una cuantificación de los niveles de infestación de *S. asper*. Los autores reportan a *S. asper* como parásito del bosque.

5. Metodología

Para determinar el comportamiento de *S. asper* en la especie *Q. humboldtii* se realizó un análisis espacial que permitió relacionar la distribución y densidad de *S. asper* con parámetros estructurales del árbol (diámetro, altura y área de copa), factores antrópicos del bosque (tipo y nivel de perturbación) y factores abióticos (humedad, pendiente, longitud, latitud y altitud). Las fases para lograr los objetivos planteados en la investigación son las siguientes:

5.1 Fase 1: Delimitación del sitio de estudio y revisión de información secundaria

Esta fase comprende la localización del área de estudio dentro del contexto nacional, departamental y regional; involucra su delimitación.

Esta misma fase incluye la revisión de bibliografía para la obtención de información secundaria, que permita fortalecer conocimientos teóricos relacionados con el comportamiento de *Stigmacoccus asper*, forma de vida, su relación con roble y corroborar su presencia en el área de estudio.

5.1.1. Revisión de información secundaria. Se realizó la revisión de literatura acerca del hemíptero *S. asper* referente a su comportamiento, la manera cómo se puede identificar en campo

y su asociación con la especie *Q. humboldtii* por medio de artículos científicos en revistas nacionales e internacionales.

5.1.2. Visita de reconocimiento. Una vez realizada la revisión de literatura se hizo un reconocimiento en campo de *S. asper* en la zona de estudio, con el fin de observar los signos del bosque y determinar si correspondían con los descritos en la literatura. De igual modo se dialogó con los campesinos para conocer como ha sido el avance del insecto en el bosque en los últimos años.

5.1.3. Área de estudio. Se estudio un relicto boscoso de la vereda Potrero de Rodríguez del municipio de Molagavita, el cual a través de programas de sistemas información geográfica se determinó sus vías de acceso y población circundante. La delimitación del robledal se realizó con un GPS marca GARMIN (modelo 64s) y por medio del software libre QGIS (Sherman, Sutton, Blazek, y Luthman, 2004) se determinó el área total del bosque.

También se observó en campo aspectos geográficos, características bióticas y abióticas evidenciadas en el área de estudio.

5.2 Fase 2: Gestión y recolección de información primaria

Esta fase comprende la captura de información en las unidades muestrales mediante la realización de un inventario forestal en sus etapas de premuestreo y muestreo. Esta fase incluye el reconocimiento del estado de infestación de aquellos árboles en los cuales se observó la presencia

de al menos un individuo (*S. asper*). Además, comprende el análisis de la perturbación de la parcela o unidad muestral y a su vez la medición de las densidades en los arboles seleccionados.

5.2.1 Mapa de los puntos de control. El número de parcelas para el muestreo se determinó estableciendo una rejilla sistemática partiendo de un punto seleccionado de forma aleatoria, con distancia entre puntos de control de 160 metros abarcando la totalidad del bosque.

5.2.2 Premuestreo. Realizado el mapa donde se delimitó el bosque a estudiar se hizo un muestreo sistemático (un muestreo sistemático busca cubrir totalmente el área por inventariar, facilitando la ubicación dentro del campo partiendo de un punto seleccionado de forma aleatoria como lo define la guía técnica para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques (Rojas, Suárez, Guauque, y Otavo, 2002)) para lo cual se establecieron parcelas circulares de 500 m² para fustales y 125 m² para latizales.

5.2.2.1 Captura de información en parcelas. Se localizaron las unidades muestrales por medio de un dispositivo GPS GARMIN 64s. En estas parcelas se capturo información, tal como: Fecha de la captura de la información, cobertura del área de estudio, geoforma, municipio, número de parcela o punto de control, el azimut, el norte y el este, observaciones y el número de formulario. Mediante el Software Qgis (Sherman *et al.*, 2004) se midió la distancia al borde de cada parcela, con imágenes DEM se hizo el análisis de pendiente de cada sitio.

5.2.2.2 Captura de información por individuo. En cada parcela del inventario realizado se midió en todos los árboles la altura utilizando un hipsómetro HAGA, capturando tanto el ángulo

inferior como superior a una distancia de 15 metros del árbol, el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta diamétrica a una altura de 1.30 metros del suelo, los diámetros de copa en sentido NS – EW con una cinta métrica, además se observó el estado del árbol en lo referente así estaba vivo o muerto y los defectos del fuste (bifurcado, caído con actividad fisiológica, enfermo, liana, quebrado, torcido).

5.2.2.2.1 Fustal. Se consideraron fustales aquellos arboles con $DAP \geq 10$ cm, los fustales fueron medidos en las unidades muestréales, dentro de una parcela circular de 12.62 m de radio, equivalente a 500 m². De acuerdo con Condés y Millán (2001) para los árboles que estaban más alejados se consideran que estaban dentro de la parcela cuando la distancia entre el centro de la parcela y el centro del árbol es menor al radio establecido para los fustales.

5.2.2.2.2 Latizal. Se consideraron latizales aquellos árboles con $DAP < 10$ cm y $\geq 2,5$ cm, los latizales fueron medidos en las unidades muestréales, con parcela circular de 6.31 m de radio, equivalente a 125 m². A los individuos que entraban en estas parcelas solo se les midió el DAP y la altura y se observó el estado del árbol.

5.2.2.3 Formulario para recolección de información. En el Apéndice 1 se podrá observar la cartera de campo diseñada para la toma de información en campo, este formulario fue empleado tanto para los fustales y latizales. En este formulario se registraron parámetros dendrómetros y condiciones fitosanitarias.

5.2.3 Numero de muestras. Posterior a la captura de información del premuestreo se calculó el número de muestras totales que se requieren mediante al siguiente formula:

$$n = t^2(Cv)^2 / (E\%)^2$$

Donde:

N = unidad de muestreo.

Cv = Coeficiente de variación.

E = error de muestreo.

T = Valor tabular (tabla t Student).

Este método estadístico fue tomado del libro “*Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales*” (Rojas *et al.*, 2002) y se aplicó para la información tomada en fustales como latizales.

5.2.4 Puntos de muestreo. Una vez calculado el error de muestreo se procedió a establecer de forma aleatoria las parcelas faltantes, para que la muestra fuese representativa de manera estadística; la cual se obtuvo a través del software Qgis® (Sherman *et al.*, 2004).

5.2.5 Muestreo. Establecidas las parcelas se capturo la información faltante en campo; la ubicación y toma de datos se realizó de la misma manera que en el premuestreo. Posteriormente esta fue digitalizada en una hoja de cálculo de Ms Excel®.

5.2.6 Porcentajes de infestación. De acuerdo con Chamorro *et al.* (2013) se considera un árbol infestado aquel que mediante observación presento el filamento anal de al menos un insecto de *S. asper* y presencia o crecimiento de fumaginas.

Para determinar el porcentaje de infestación se diseñó una escala de evaluación del grado de afectación por *S asper* en el árbol, adaptada de la metodología propuesta por Gardner y Beggs (2009).

Tabla 1.
Distribución Porcentajes de infestación

NIVEL	%	DESCRIPCION
1	0	Árbol sin infestación, no se observó presencia de los filamentos anales ni crecimiento o desarrollo de fumaginas.
2	25	Árbol infestado con al menos un filamento anal y este es visible ya sea en el fuste o ramas principales o ramas secundarias y no sobrepasa ¼ parte de la totalidad del árbol. Se observa crecimiento de fumaginas, pero este no es tan elevado.
3	50	Árbol infestado hasta la mitad esto concierne el fuste, algunas ramas principales, y tal cual rama secundaria. Se observó crecimiento de fumaginas en el tronco y ramas principales.
4	75	Árbol infestado casi en su totalidad esto concierne el fuste, gran parte de las ramas principales y secundarias. La presencia de las fumaginas no alcanzó la totalidad del árbol.

Continuación Tabla 1.

NIVEL	%	DESCRIPCION
5	100	Árbol infestado en su totalidad esto concierne el fuste, ramas principales, ramas secundarias y ramillas. El crecimiento de las fumaginas se observó en todo el árbol.

5.2.7 Nivel de perturbación. De acuerdo con el *Manual de campo IFN Inventario Nacional Forestal Colombia 2015*) en cada punto de control se observó el tipo de perturbación (claros con actividad antrópica, corta de lianas y bejucos, claros por condición natural, evidencia de aprovechamientos: trozas, árboles derribados, fuego, huracanes o vientos, pastoreo, presencia de trochas, caminos o vías de arrastre, plagas y enfermedades, sin perturbación, presencia de vegetación invasora. Para la severidad de la perturbación se tomó y modifíco de este mismo manual los rangos de perturbación así (Mayor o fuertemente perturbado, mediana o moderadamente perturbado, bajo o escasamente perturbado y no perceptible).

5.2.7.1 Formulario para recolección de información. En el *Apéndice 2* se observa la cartera de campo diseñada para la toma de información referente a la perturbación en cada punto de control.

5.2.8 Densidades de *S. asper*. Capturada la información en las etapas de premuestreo y muestreo y determinados los porcentajes de infestación para los fustales, se seleccionaron para cada parcela cuatro árboles aleatoriamente, correspondientes a cada porcentaje de infestación (25%, 50%, 75% y 100 %).

5.2.8.1 Conteo. Para la realización del conteo de *S. asper* por árbol se adaptó la metodología usada por Gamper *et al.* (2011), para lo cual se hicieron marcos de 400 cm² de superficie de área. Se contaron el número de insectos que se encuentran dentro del marco para ello se contaron la cantidad de filamentos anales dentro del mismo.

5.2.8.2 Altura de conteo. Por cada árbol se realizaron dos mediciones a los 2 y 3 metros de altura del suelo en dirección norte, la cual se constató por medio de una brújula.

5.2.8.3 Área de densidad. Se midieron las densidades de insecto en cada árbol seleccionado aleatoriamente. El área de muestreo a los 2 y 3 metros fue de 400 cm²; para un total de 800 cm² de unidad de muestreo por árbol.

5.2.8.4 Formulario para recolección de información. En el Apéndice 3 se observa la cartera de campo diseñada para la toma de información referente a la densidad de *S. asper* en cada árbol seleccionado aleatoriamente.

5.3 Fase 3: Análisis de composición florística del robledal

Esta fase comprende el análisis de la composición florística del robledal referente al: Índice de Valor de Importancia (IVI), Índice de Posición Sociológica (IPS) o Índice Vertical, Índice de Predominancia Fisionómica (IPF) o índice Horizontal e índices de Biodiversidad.

5.3.1 Índice de Valor de Importancia. De acuerdo con Cottam y Curtis (1956) El índice de valor de importancia permite determinar cuál es la ocurrencia o dominancia de las especies presentes en un ecosistema así como el grado de heterogeneidad del mismo. El IVI se obtiene de la sumatoria de la Frecuencia relativa, Abundancia Relativa y Dominancia Relativa.

$$IVI = Fr + Ar + Dr$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

Fr = Frecuencia Relativa

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Ar = Abundancia Relativa

$$Ar = \frac{\text{Numero de individuos de la especie}}{\text{Numero total de individuos}} \times 100$$

Dr = Dominancia Relativa

$$Dr = \frac{\text{Dominancia de la especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

5.3.2 Índice de Posición Sociológica. La posición sociológica es la expresión vertical de las especies, mediante este se pueden observar la composición florística en los distintos substratos de la vegetación y del papel que juegan las especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). De acuerdo con la metodología de Finol (1978) se debe asignar un valor fitosociológico a cada substrato. Este se obtiene dividiendo el número de individuos presentes en el sub-estrato entre el número total de individuos de todas las especies.

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

Donde:

PSa = Posición Sociológica absoluta;

VF = Valor Fitosociológico;

N = número de individuos de cada especie;

I = inferior; m: medio; s: superior

Los substratos de acuerdo con la altura se clasificaron así: ≥ 5 y < 8 metros suprimido o inferior, ≥ 8 y < 15 metros codominante o medio y ≥ 15 dominante o superior. El índice de posición sociológica relativo se calculó mediante la siguiente formula:

$$IPSr = \frac{PSa}{\sum_{i=1}^n PSa}$$

Donde:

IPSr = Índice de posición Sociológica Relativa.

PSa = Posición Sociológica Absoluta.

5.3.3 Índice de Predominancia Fisionómica. De acuerdo con Rangel y Garzón (1994) el índice de predominancia fisionómica es aquel que reúne la área basal, la cobertura y la densidad de las especies.

$$IPF = \text{Area Basal Relativa}\% + \text{Covertura Relativa}\% + \text{Densidad Relativa}\%$$

Donde:

IPF: Índice de Predominancia Fisionómica.

Área basal relativa (%):

$$\text{Area basal relativa (\%)} = \frac{\text{Area basal de la especie}}{\text{Area basal total}} \times 100$$

Cobertura relativa (%):

$$\text{Cobertura relativa (\%)} = \frac{\text{Cobertura de la especie (\%)}}{\text{Cobertura (\%) total de las especies}} \times 100$$

Densidad relativa (%):

$$\text{Densidad relativa (\%)} = \frac{\text{Numero de individuos de la especie}}{\text{Numero total de individuos}} \times 100$$

5.3.4 Índices de Biodiversidad. Para el análisis de biodiversidad se calculó el índice de riqueza de especies, índice de riqueza específica, y los índices de abundancia proporcional (dominancia y equidad).

5.3.4.1 Índice de riqueza de especies. Este índice mide el número total de especies (S).

5.3.4.2 Índice de riqueza específica. Se calculo mediante el índice de Margalef (D_{Mg}) y Menhinick.

El índice de Margalef que es la relación entre el número total de especies (S) y el número de total de individuos observados (N), (Clifford y Stephenson, 1975)

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

Donde:

S = Número de especies recolectadas.

N = Número total de individuos o abundancia absoluta total.

Y el índice de Menhinick propuesto por Whittaker (1972) corresponde a:

$$\frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde:

S = Número de especies recolectadas

N = Número total de individuos o Abundancia Absoluta Total

5.3.4.3 Índices de abundancia proporcional. Se calcularon índices de dominancia y equidad; para la dominancia se calculó el índice de Simpson y el de Berger Parker y para la equidad el índice de Shannon-Wiener.

Se calculo el índice de Simpson (λ) propuesto por Simpson (1949).

$$= \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

Pi = Abundancia proporcional de la i-ésima especie.

De este índice se deriva la teoría de probabilidad y este mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones diferentes.

$$1 - \lambda \text{ (Heterogeneidad)}$$

El índice de Berger Parker también se empleó para el análisis de la dominancia en lo referente a la abundancia proporcional. Mediante lo propuesto por Berger y Parker (1970).

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

Donde:

N_{Max} = Abundancia Absoluta de la especie más representativa

N = Abundancia Absoluta Total

Para observar la equidad se empleó el índice de Shannon-Wiener (H) propuesto por Pielou (1975).

$$H = \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Donde:

P_i = Abundancia proporcional de la i -ésima especie: (n_i/N)

5.4. Fase 4: Análisis de distribución de *S. asper* en el Robledal

Para este análisis se aplicaron métodos de comparaciones múltiples mediante un análisis multivariado, donde se comparó el porcentaje de infestación con las variables longitud, latitud, altitud, pendiente, distancia al borde, nivel de perturbación y tipo de perturbación, además, se tomó el promedio por parcela de las variables diámetro a la altura del pecho, altura del árbol, diámetro cuadrático medio y área de copa, para determinar la relación entre las diferentes variables e identificar las variables estratégicas o determinantes y las interacciones más importantes entre las mismas.

Para ello se realizó un análisis de componentes principales, empleando las variables: pendiente, distancia al borde, nivel de perturbación (sin perturbación, baja, media, alta), tipo de perturbación (claros naturales, pastoreo, presencia de caminos), DAP (diámetro a la altura del pecho), diámetro

cuadrático medio, diámetro de copas, porcentaje de infestación (0, 25, 50, 75, 100) y altura total. Para el ingreso de las variables cualitativa, se crearon variables auxiliares (dummy), el criterio de clasificación fue el nivel de perturbación.

En caso de encontrar relación entre la infestación y variables geoespaciales se propone realizar un análisis geoestadístico para el cual se distinguen tres etapas:

1. Análisis exploratorio de los datos: se estudia la distribución de los datos y se eliminan los datos raros (Outliers e Inliers)
2. Análisis estructural: se calcula el variograma experimental (Cassie y Michael, 1968) para explicar la variabilidad espacial. Este variograma se ajusta posteriormente a los datos de un variograma teórico, el cual será analizado e interpretado cuando se haga el ajuste del modelo.
3. Predicciones: Estimaciones de la variable estudiada en los puntos no muestrales, mediante interpolación por el método de Kriging para así obtener finalmente el mapa que muestra la variabilidad espacial.

5.4.1. Mapa de distribución. Se realizó un mapa donde se muestra la distribución espacial del insecto en el bosque se utilizó el programa Arcgis®. En este mapa se muestran las áreas con mayor afectación por *S. asper*.

5.5 Fase 5: Análisis de densidad de *S. asper* en el roble

Contadas las densidades de insectos por árbol se realizó el análisis estadístico. Para el análisis de densidades se realizó un análisis de correlación con el cual se determinaron las variables que

presentaban algún tipo similitud o que diferencian significativamente. Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro Wilkis.

Posteriormente se realizó el análisis de varianza no paramétrica usando la prueba de Kruskal Wallis para determinar si variables como: infestación, DAP, altura total, diámetro de copa, distancia al borde y grado de perturbación tenían algún tipo de influencia en las densidades de insectos en las diferentes alturas (2m y 3m).

6. Resultados

6.1 Aspectos generales del área de estudio

El robledal en estudio se localiza en la Republica de Colombia, en el departamento de Santander, municipio de Molagavita, en la parte alta de la vereda Potrero de Rodríguez entre las coordenadas 6°39'43,01" – 6°40'28.308" sentido SN y 72°46'22.504" – 72°47'11.396" sentido EW. Tiene una extensión total de 66,96 hectáreas y 8,53 Km de perímetro (ver Figura 2). El bosque está comprendido en las fincas El Recreo, Mesetas, Los Cinchos, la Calera, el Higuerón, Pozo Negro y La Loma. La precipitación promedio es de 1550 mm anuales y la temperatura promedio es de 13 °C se encuentra entre los 2500 a 2900 metros de altitud, la pendiente máxima es de 53° y el valor del índice de humedad presente en el bosque oscila entre el 122 y 166 (Ver Figura 3). De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida según Holdridge (1987), el área de estudio corresponde a un Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

6.2 Unidades muestréales

El número de unidades muestrales se determinó estableciendo una rejilla sistemática con distancia de 160 metros entre cada punto de control, en la Tabla 2 se podrá observar la localización de las 25 unidades muestréales establecidas de manera sistemática; estas unidades muestréales fueron las utilizadas en el premuestreo y se encuentran distribuidas a lo largo del bosque ver Figura 4.

Tabla 2.

Coordenadas geográficas de las unidades muestréales

Parcela	Altitud	Latitud	Longitud
1	2785	N 6° 40' 20,47"	W -72° 46' 58,04"
2	2669	N 6° 40' 15,28"	W -72° 47' 3,27"
3	2741	N 6° 40' 15,26"	W -72° 46' 58,07"
4	2806	N 6° 40' 15,24"	W -72° 46' 52,86"
5	2500	N 6° 40' 10,10"	W -72° 47' 8,50"
6	2565	N 6° 40' 10,07"	W -72° 47' 3,30"
7	2650	N 6° 40' 10,05"	W -72° 46' 58,09"
8	2743	N 6° 40' 10,03"	W -72° 46' 52,88"
9	2796	N 6° 40' 10,01"	W -72° 46' 47,67"
10	2847	N 6° 40' 9,98"	W -72° 46' 42,47"
11	2645	N 6° 40' 4,82"	W -72° 46' 52,90"
12	2733	N 6° 40' 4,80"	W -72° 46' 47,70"
13	2798	N 6° 40' 4,78"	W -72° 46' 42,49"
14	2487	N 6° 39' 59,63"	W -72° 46' 58,13"
15	2572	N 6° 39' 59,83"	W -72° 46' 52,94"
16	2671	N 6° 39' 59,58"	W -72° 46' 47,73"
17	2755	N 6° 39' 59,57"	W -72° 46' 42,51"
18	2536	N 6° 39' 54,41"	W -72° 46' 52,95"
19	2646	N 6° 39' 54,39"	W -72° 46' 47,75"
20	2742	N 6° 39' 54,36"	W -72° 46' 42,54"
21	2808	N 6° 39' 54,33"	W -72° 46' 37,33"
22	2862	N 6° 39' 54,34"	W -72° 46' 32,52"
23	2821	N 6° 39' 49,11"	W -72° 46' 32,14"
24	2839	N 6° 39' 49,08"	W -72° 46' 26,94"
25	2784	N 6° 39' 45,92"	W -72° 46' 31,21"

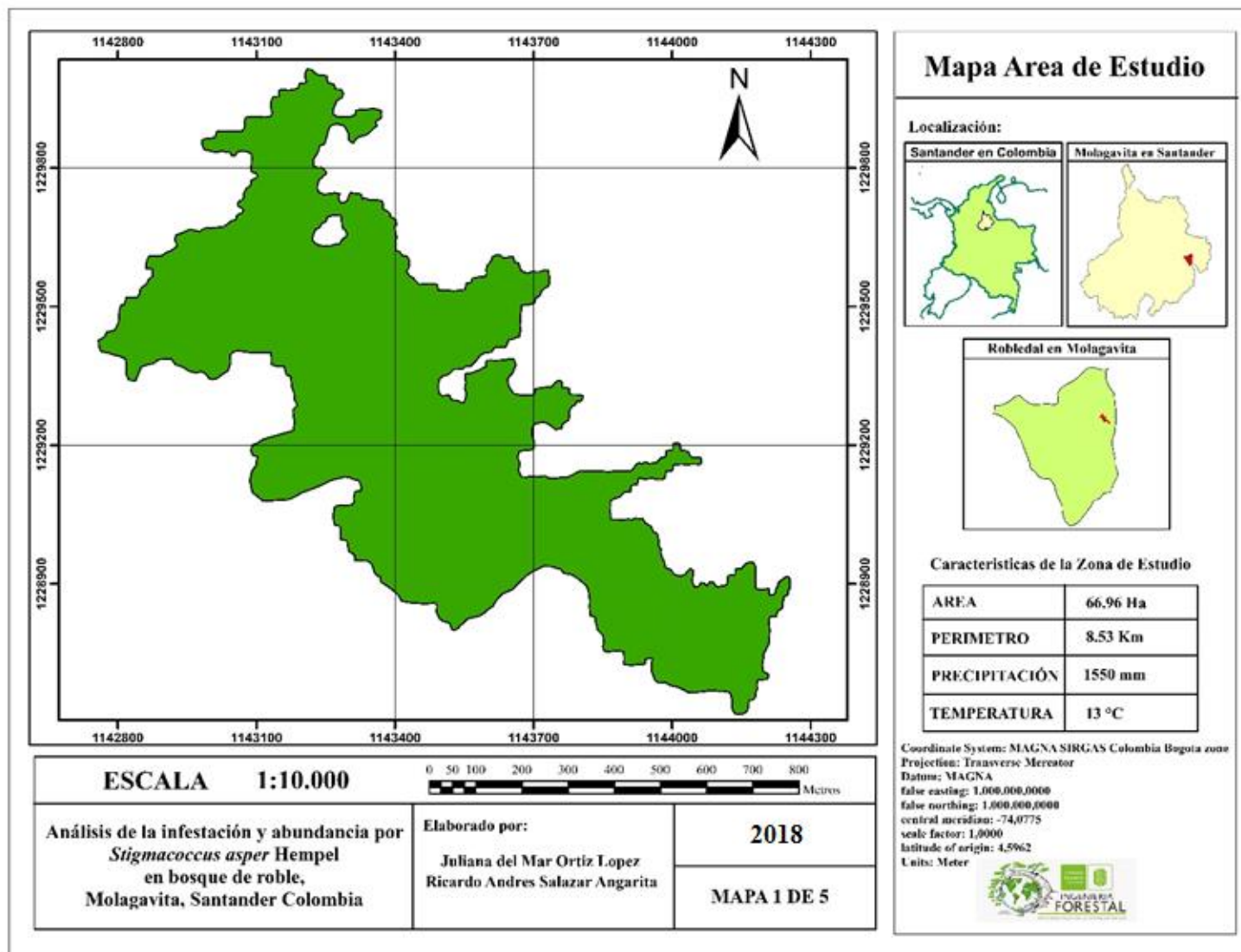


Figura 2. Mapa área de estudio ubicada en la vereda Potrero de Rodríguez (Molagavita)

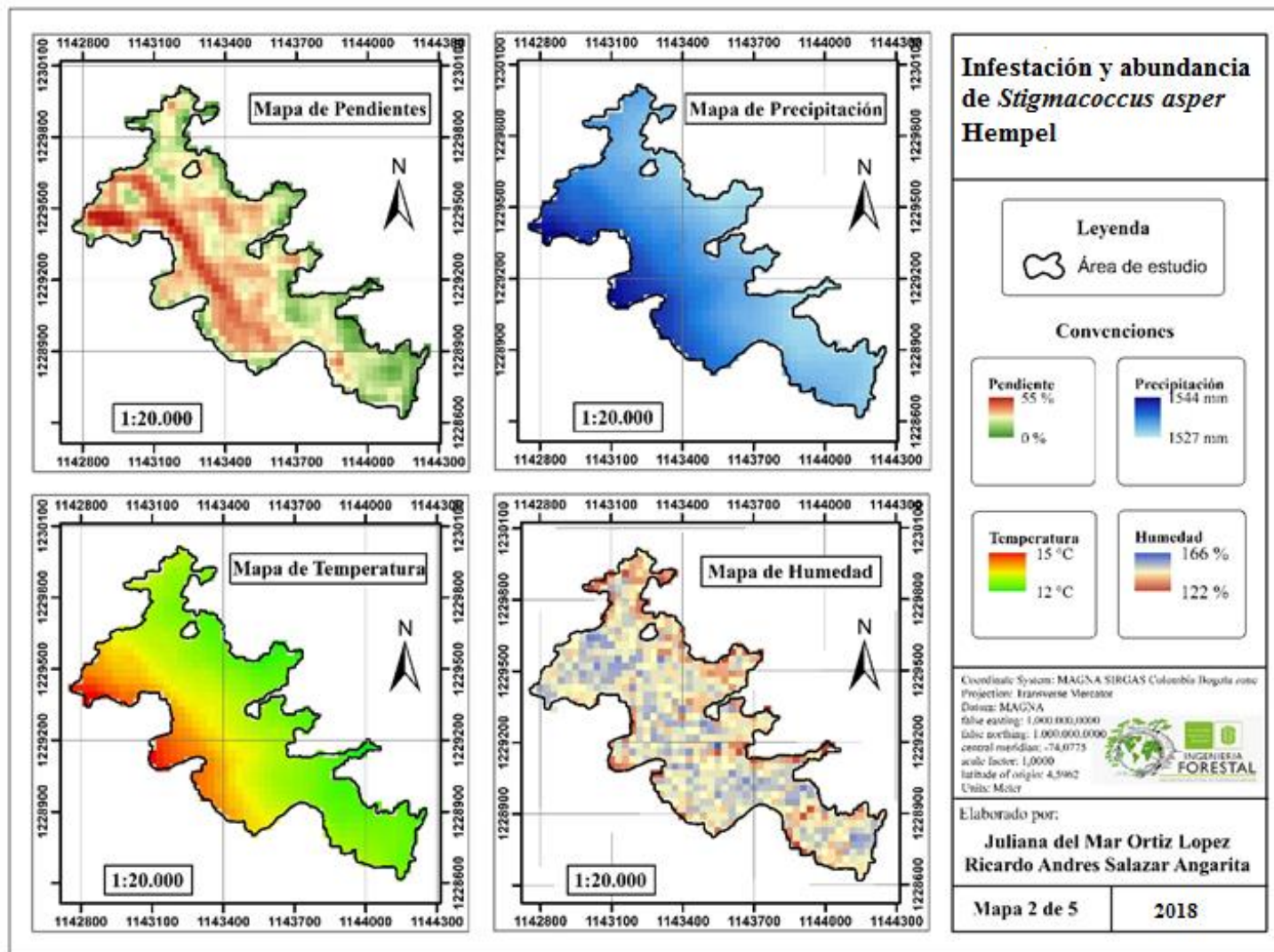


Figura 3. Mapa condiciones del área de estudio (Pendientes, precipitación, Temperatura y humedad).

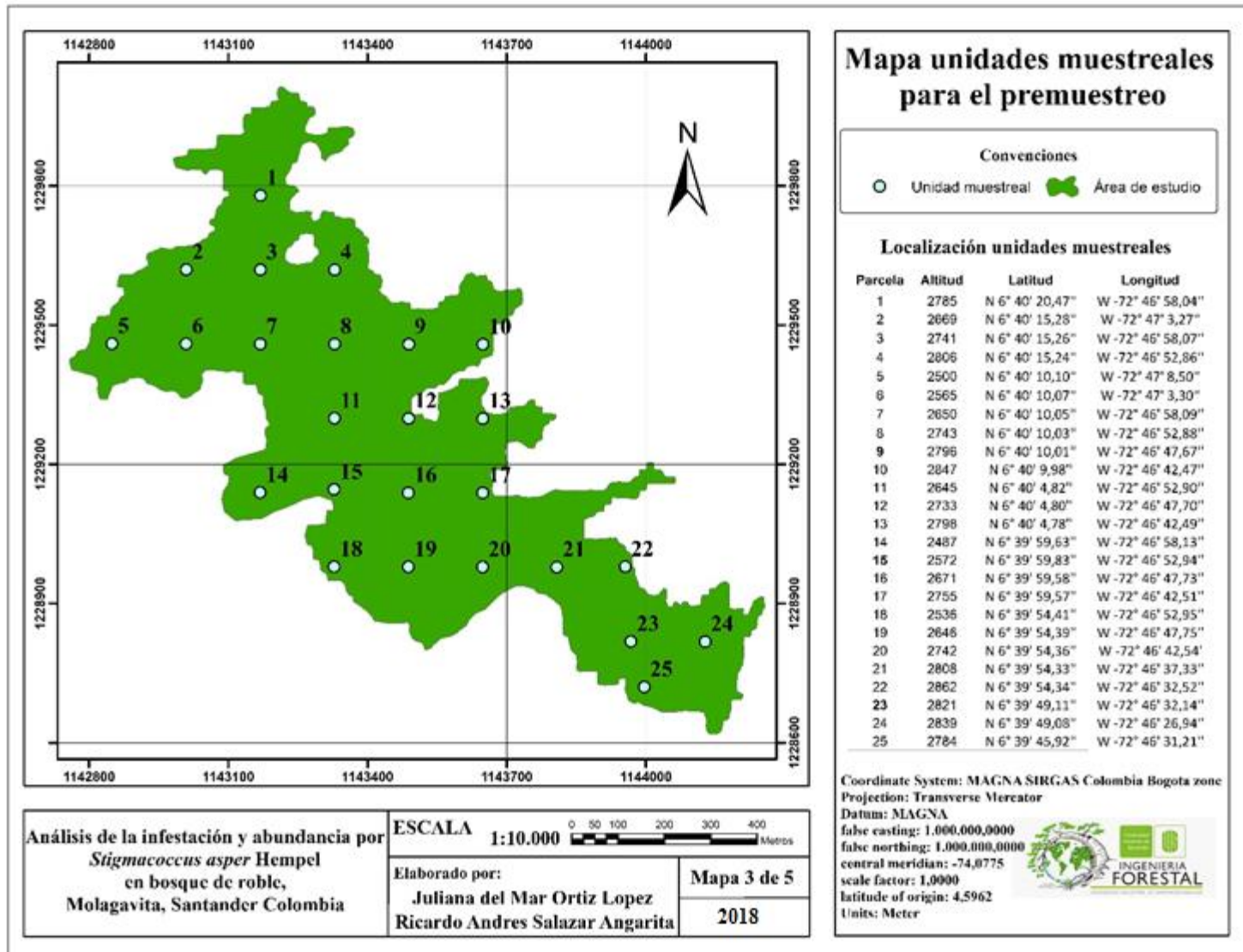


Figura 4. Mapa de localización de las unidades muestrales

6.2.1 Unidades muestrales

Se midieron 1061 individuos en la etapa de premuestreo y muestreo de las cuales 644 pertenecen a fustal con un porcentaje de mortandad del 5,12% y 417 a latizal, muestreando 1.25 hectáreas del bosque en fustal y 0.6 hectáreas en latizal. Mediante el calculado el error de muestreo (ver Tabla 1) se determinó que para fustal la muestra era representativa mientras que en latizal fue necesario muestrear 22 parcelas adicionales, las cuales se establecieron de manera aleatoria (ver Figura 5).

Tabla 3.
Calculos del error de muestreo para el fustal y latizal

	Fustal	Latizal
Media	29.077	1.001
Desviación estándar	12.089	0.784
Coefficiente de variación	41.575	78.310
t. student	1.318	1.321
Error de muestreo	15	15
Numero de parcelas	13	47

En la Tabla 4 se presentan los datos de cada unidad muestral referente a pendiente, distancia al borde y tipo de cobertura al borde, nivel y tipo de perturbación.

Tabla 4.

Datos de las condiciones generales en cada unidad muestral

Parcela	PC	PA	CN	PE	SP	Nivel de perturbación	Tipo de borde	Distancia al borde	Pendiente (%)
1	SI	SI	-	-	-	3	Potrero	64,29	22,58
2	-	SI	-	-	-	1	Potrero	59,21	45,46
3	SI	-	-	-	-	2	Potrero	20,41	16,62
4	-	-	-	-	SI	0	Potrero	77,56	29,29
5	-	-	-	-	SI	0	Potrero	45,96	51
6	-	-	-	-	SI	0	Potrero	66,82	37,67
7	-	-	-	-	SI	0	Potrero	60,04	45,71
8	-	-	-	SI	-	1	Potrero	158,44	23,2
9	SI	-	-	-	-	1	Potrero	86,31	32,69
10	-	SI	-	-	-	3	Potrero	21,61	13,87
11	-	-	-	-	SI	0	Potrero	135,29	34,85
12	-	SI	-	-	-	3	Potrero	25,08	30,19
13	SI	SI	-	-	-	3	Potrero	25,87	33,58
14	-	-	-	-	SI	0	Potrero	45,08	30,38
15	-	-	-	-	SI	0	Potrero	13,04	22,12
16	-	-	SI	-	-	1	Potrero	155,78	26,71
17	-	-	-	-	SI	0	Potrero	27,63	20,83
18	-	-	-	-	SI	0	Potrero	13,97	14,3
19	-	-	SI	-	-	1	Potrero	109,79	39,35
20	-	SI	-	-	-	2	Potrero	66,7	29,13
21	-	-	-	-	SI	0	Potrero	52,94	29,91
22	-	-	-	-	SI	0	Potrero	22,82	10,16
23	SI	-	-	-	-	1	Potrero	70,42	21,78
24	-	-	-	-	SI	0	Potrero	87,01	9,85
25	-	-	-	-	SI	0	Potrero	25,06	24,41

Nota: las siglas corresponden a tipos de perturbación encontrado. Donde; PC= Presencia de caminos, PA= pastoreo, CN= Claros Naturales, SP= sin perturbación

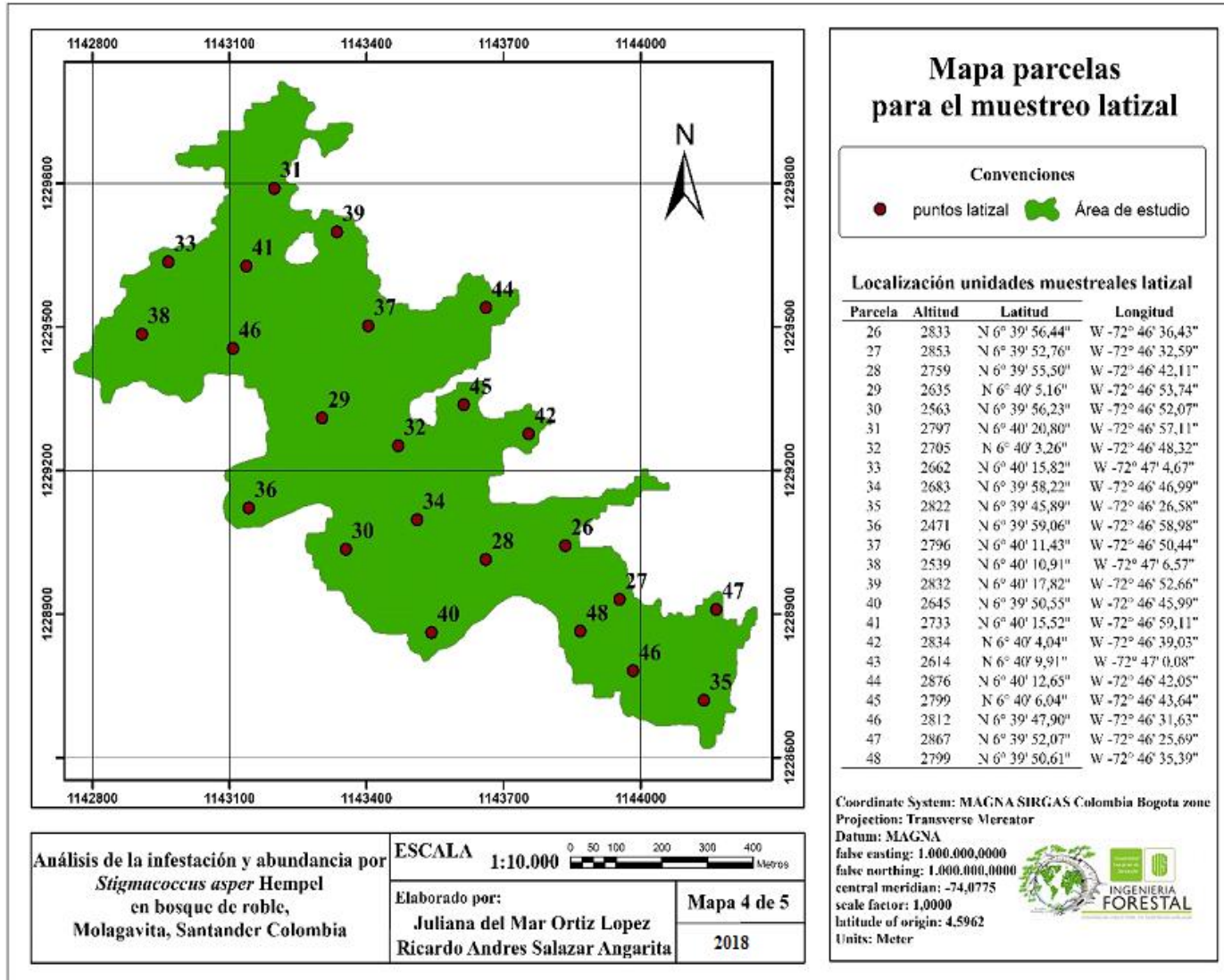


Figura 5. Mapa muestreo parcelas latizal.

6.3 Análisis de Composición Florística

6.3.1 Riqueza. Este componente se refiere al análisis de los distintos grupos de fustales y latizales presentes en las unidades de muestreo analizadas en el bosque de estudio. Para el robledal en fustales se muestro un área de 1.25 hectáreas midiendo 611 individuos vivos los cuales se encuentran representados en 18 familias, 18 géneros y 22 especies. Ver Tabla 5 para los latizales se muestrearon 0.6 hectáreas midiendo 412 individuos vivos representados en 23 familias, 25 géneros y 29 especies. Ver (Apéndice 4). En la Figura 6 se compara la abundancia, riqueza y composición florística detectada en el área de estudio mientras que en la Figura 7 se compara la composición con base a las 12 familias más representativas del Bosque.

Tabla 5.
Composición florística Fustal.

Familia	Nombre científico	N. Común	No. Árboles
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia comocladifolia</i>	Cedrillo	2
	<i>Brunellia propinqua</i>	Cedrillo nogal	2
CLETHRACEAE	<i>Clethra sp</i>	Auyamo	1
CLUSIACEAE	<i>Clusia grandiflora</i>	Gaque Hoja grande	2
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	9
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	9
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia paniculata</i>	Tobo	4
FAGACEAE	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	528
LAURACEAE	<i>Ocotea calophylla</i>	Susque	1
LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Asarito	1
MELASTOMATACEAS	<i>Miconia caudata</i>	tuno 2	1
	<i>Miconia floribunda</i>	Tuno	3
MORACEAE	<i>Ficus insípida</i>	Ficus	1
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i>	Garrocho	6
PENTAPHYLACACEAE	<i>Freziera arbutifolia</i>	Peine	6
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriácea</i>	Cucharro rojo	4
	<i>Myrsine latifolia</i>	Cucharro	2
PROTEACEAE	<i>Panopsis suaveolens</i>	Mango	8
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafecito	10
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	7
STYRACEAE	<i>Styrax trichocalyx</i>	Cacaíto	2
THEACEAE	<i>Gordonia fruticosa</i>	Manzano	2

Nota: Listado completo de las especies encontradas para fustal.

Tabla 6.

Composición Florística Latizal

Familia	Nombre científico	N. Común	N. Árboles
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex kunthiana</i>	Sombrerito	1
ARALIACEAE	<i>Oreopanax acerifolius</i>	Mano de Oso 2	5
	<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de Oso	17
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia comocladifolia</i>	Cedrillo	1
	<i>Brunellia propinqua</i>	Cedrillo Nogal	4
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i>	Garrocho	1
CHOLRANTHACEAE	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Granizo	1
CLETHRACEAE	<i>Clethra sp</i>	Auyamo	3
CLUSIACEAE	<i>Clusia grandiflora</i>	Gaque Hoja grande	5
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	5
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	6
ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i>	Uva Camarera	1
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia paniculata</i>	Tobo	3
FAGACEAE	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	161
HELIOTROPIACEAE	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Indio	3
LAURACEAE	<i>Ocotea guianensis</i>	Susque	10
	<i>Persea ferruginea</i>	amarillo	1
LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Asarito	1
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia floribunda</i>	Tuno	5
MORACEAE	<i>Morus insignis</i>	Lechero	4
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i>	Garrocho	44
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	Cucharo rojo	47
	<i>Myrsine latifolia</i>	Cucharo	19
PROTEACEAE	<i>Panopsis suaveolens</i>	Mango	12
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus goudotiana</i>	Florito	3
RUBIACEAE	<i>Cinchona pubescens</i>	Quina	1
	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafecito	22
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	4
	<i>Solanum oblongifolium</i>	Bailarín	2
STYRACEAE	<i>Styrax trichocalyx</i>	Cacaíto	20

Nota: Listado completo de las especies encontradas para latizal.

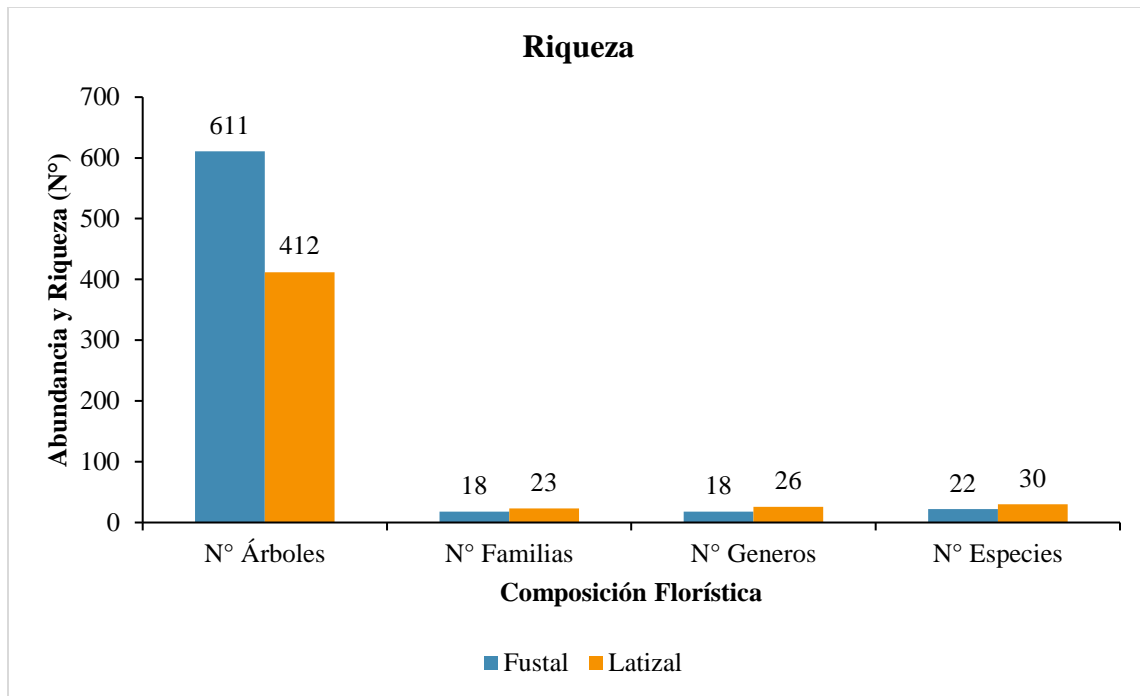


Figura 6. Abundancia, riqueza y composición florística comparada para fustal y latizal.

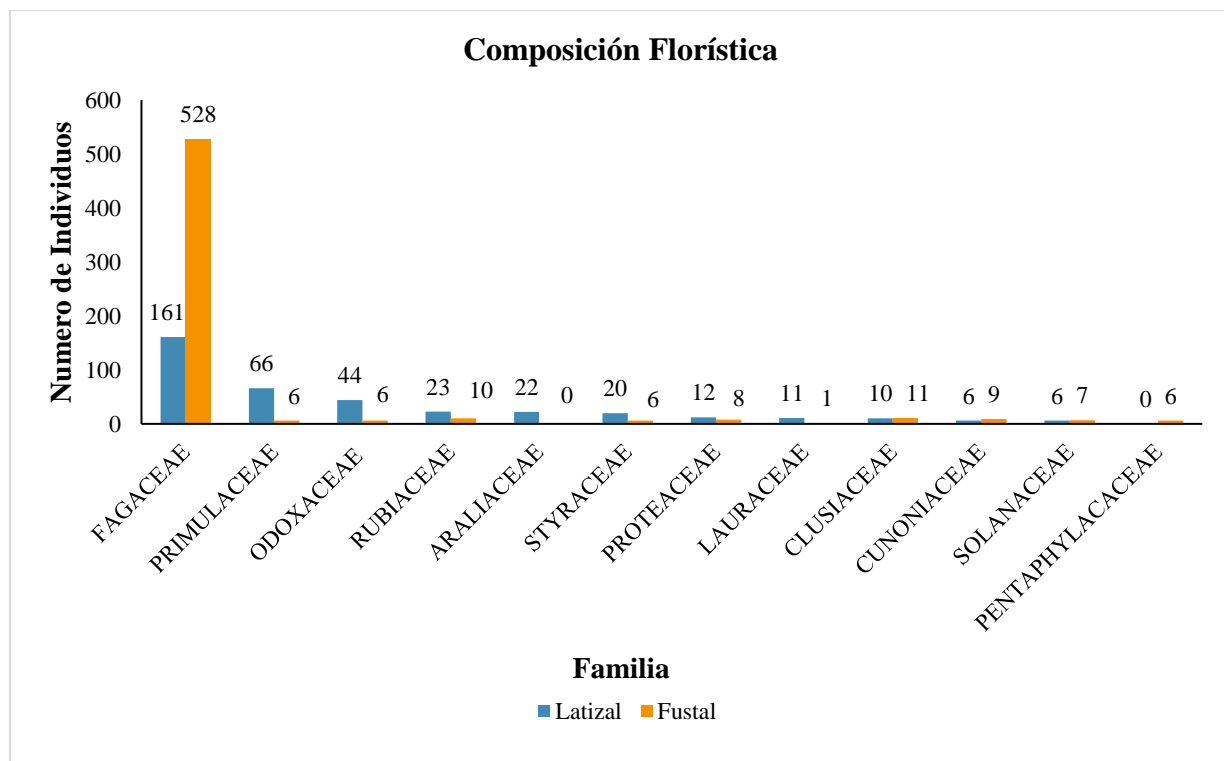


Figura 7. Composición Florística comparada por Familias para Latizal y Fustal

6.3.2 Índice de Valor de Importancia o Índice Ecológico. Para el análisis del índice ecológico se calculó el IVI tanto para los fustales como para los latizales, con base a la abundancia, frecuencia y dominancia de cada especie (Apéndice 5). Las especies más abundantes encontradas fueron *Quercus humboldtii*, *Palicourea angustifolia*, *Weinmannia tomentosa* y *Clusia multiflora*; las especies con mayor dominancia relativa fueron *Quercus humboldtii*, *Clusia multiflora* y *Freziera arbutifolia*. En la Figura 8 podremos ver el peso ecológico de las especies en los fustales y en la Figura 9 en los latizales. Los resultados permiten determinar una importante presencia de la especie *Q. humboldtii* (Roble) para los fustales y latizales con pesos ecológicos de 212, 50 y 112, 45 respectivamente. Sin embargo, *Weinmannia tomentosa* (Encenillo) registra el segundo mayor valor de importancia para los fustales debido por su frecuencia, pero en los latizales se registra *Myrsine coriácea* (Cucharro rojo) como la segunda especie con mayor valor de importancia pues es la segunda especie con mayor abundancia.

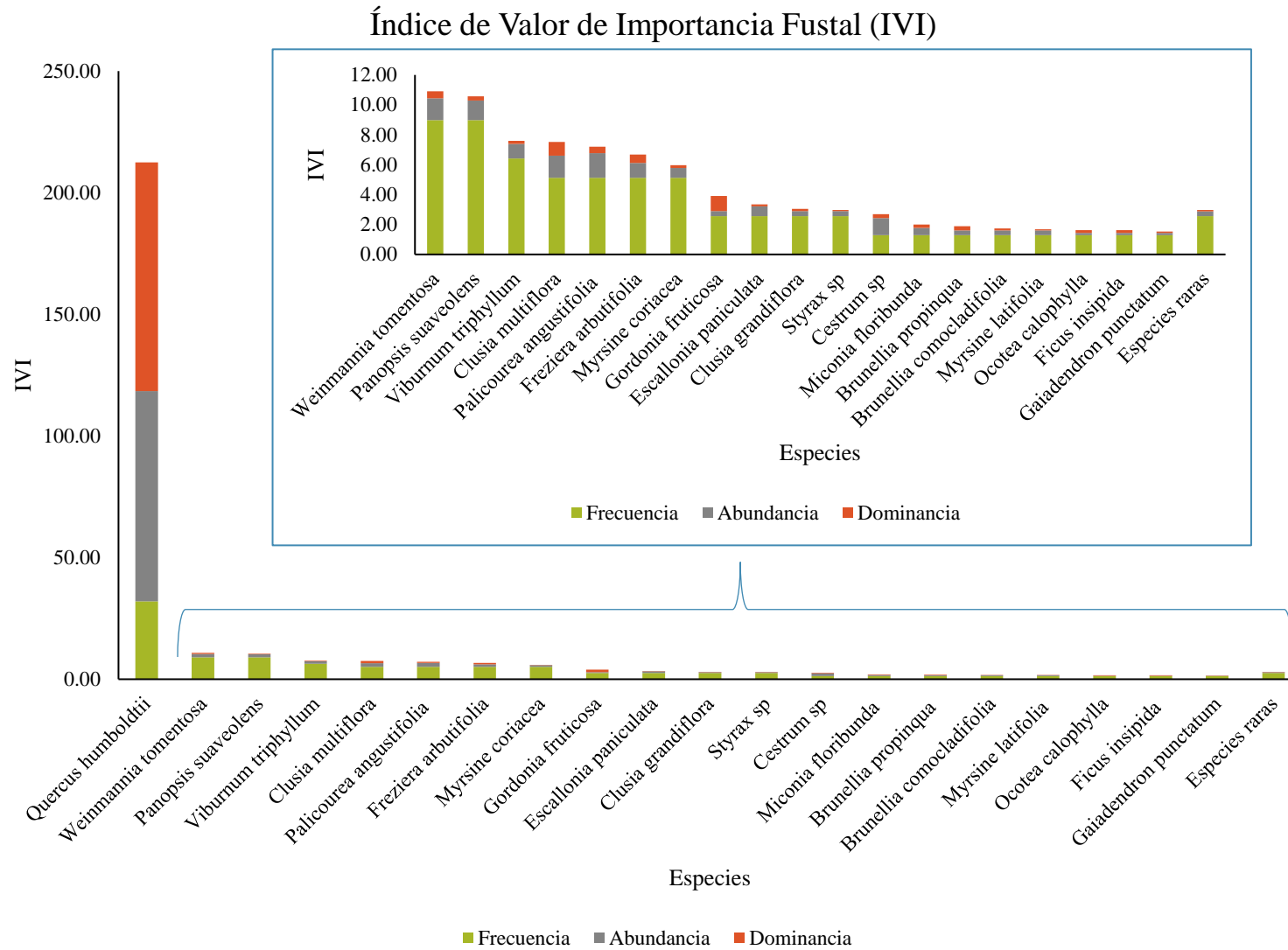


Figura 8. Índice de Valor de Importancia Fustal.

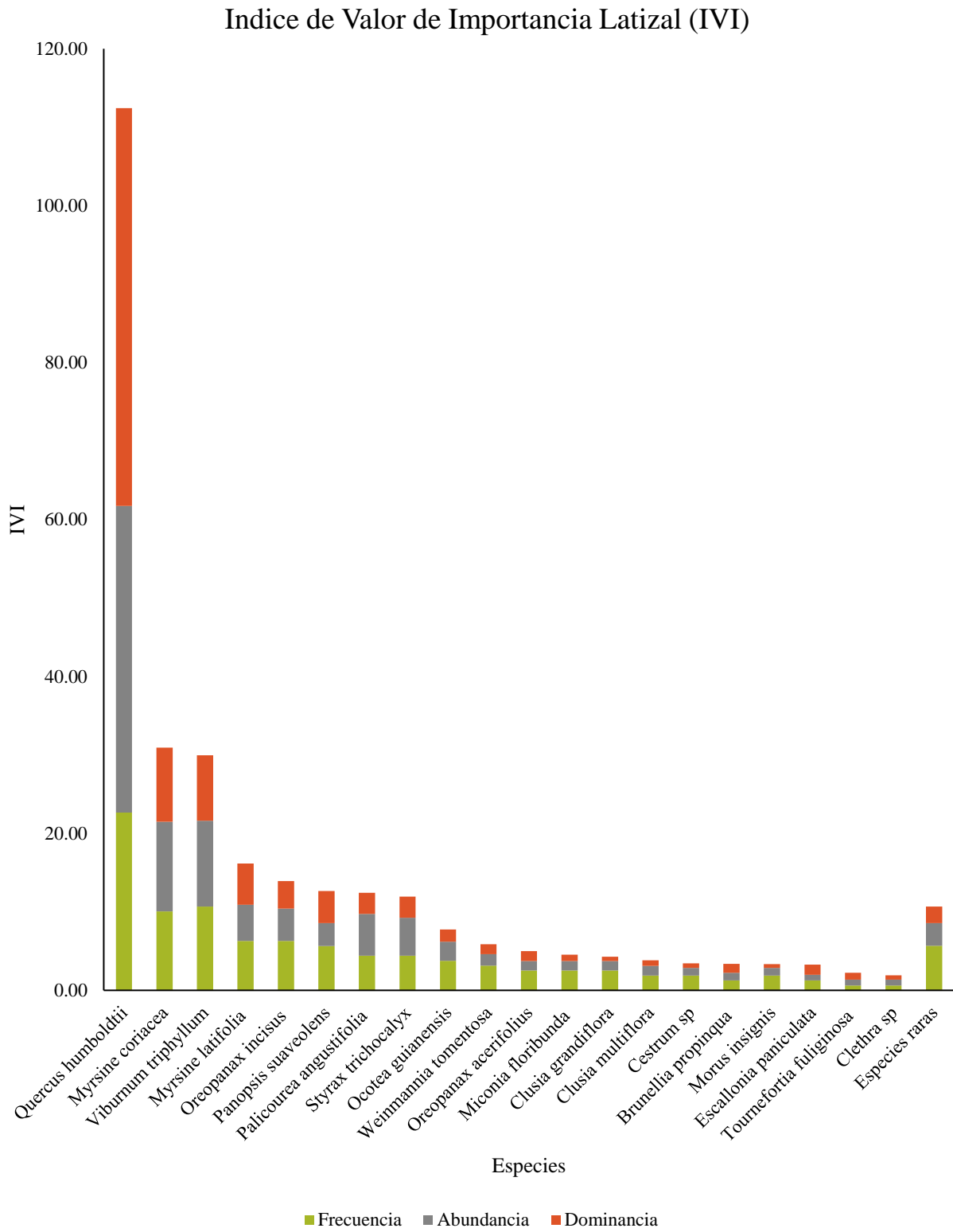


Figura 9. Índice de Valor de Importancia Latizal

6.3.3 Estructura Horizontal. La estructura horizontal se calculó mediante el índice de Predominancia fisionómica (IPF) con los fustales presentes en los estratos arbóreos Dominante, Codominante y Oprimido (ver Apéndice 7). En la Figura 10 podrán observar el índice de predominancia fisionómica dentro del bosque. Los resultados permiten establecer una predominancia fisionómica a nivel de bosque en la especie *Q. humboldtii* (274.75) dado que esta representa los mayores valores en área basal, densidad y cobertura de copas. Las demás especies representan un I.P.F. muy bajo con un valor acumulado de 3.20 y 2.37 para la especie *Clusia multiflora* y *Panopsis suaveolens* respectivamente esto debido a su densidad, especies como *Clethra sp* y *Miconia caudata* fueron especies que presentaron menor índice de predominancia fisionómica.

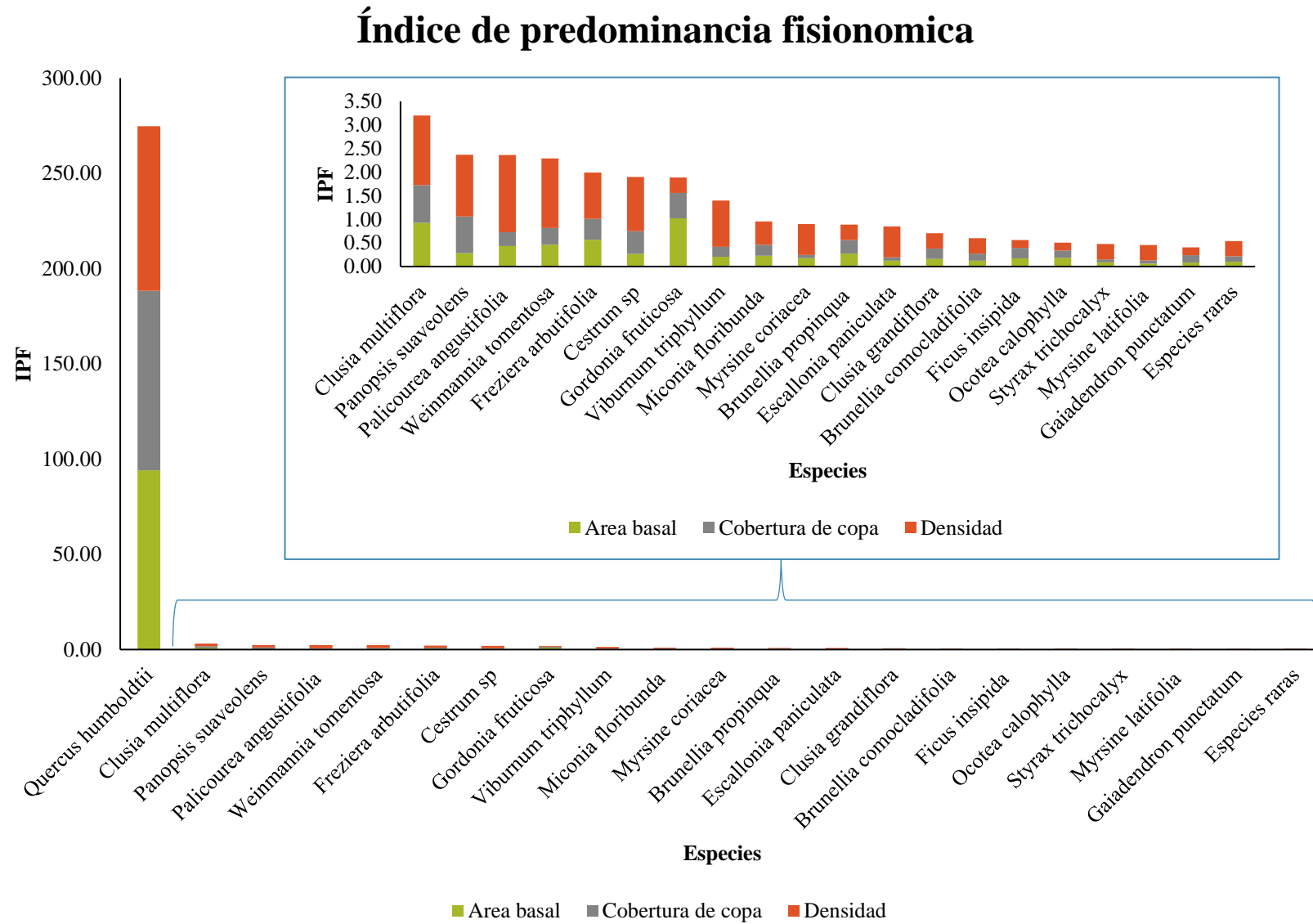


Figura 10. Especies con mayor Predominancia Fisionómica en el Bosque.

6.3.4 Estructura Vertical. Para el análisis de la estructura vertical se calculó el Índice de Posición Sociológica (IPS) para los fustales, los cuales se clasificaron en tres estratos arbóreos (Dominante, Codominante y Oprimidos), este índice informa la composición florística de diversos substratos y el papel que desempeñan cada una en ellas (ver Apéndice 6); bosque con una altura promedio del dosel de 15,62 m. El estrato arbóreo dominante con 57% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Freziera arbutifolia*; el estrato arbóreo codominante con una cobertura relativa total de 38% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia tomentosa*, y *Palicourea angustifolia*. En el estrato oprimidos con cobertura relativa promedio de 5% se destacan *Quercus humboldtii*, y *Cestrum sp*, en la Figura 11 podemos ver a *Q. humboldtii* (89,65%) como la especie con mayor posición sociológica además, tiene su lugar asegurado dentro de la estructura y composición del bosque, pues se encuentra representada dentro de los 3 estratos; seguidamente se encontraron las especies *Clusia multiflora* (1,26%), *Palicourea angustifolia* (1,21%) y *Weinmannia tomentosa* (1,19%) respectivamente con los mayores índices de posición sociológica y representadas en los tres estrados; otras especies como *Panopsis suaveolens* (0,84%), *Cestrum sp* (0,53%) y *Myrsine coriácea* (0,48) fueron especies con menores índices de posición sociológica pero que se encontraron en los tres estratos.

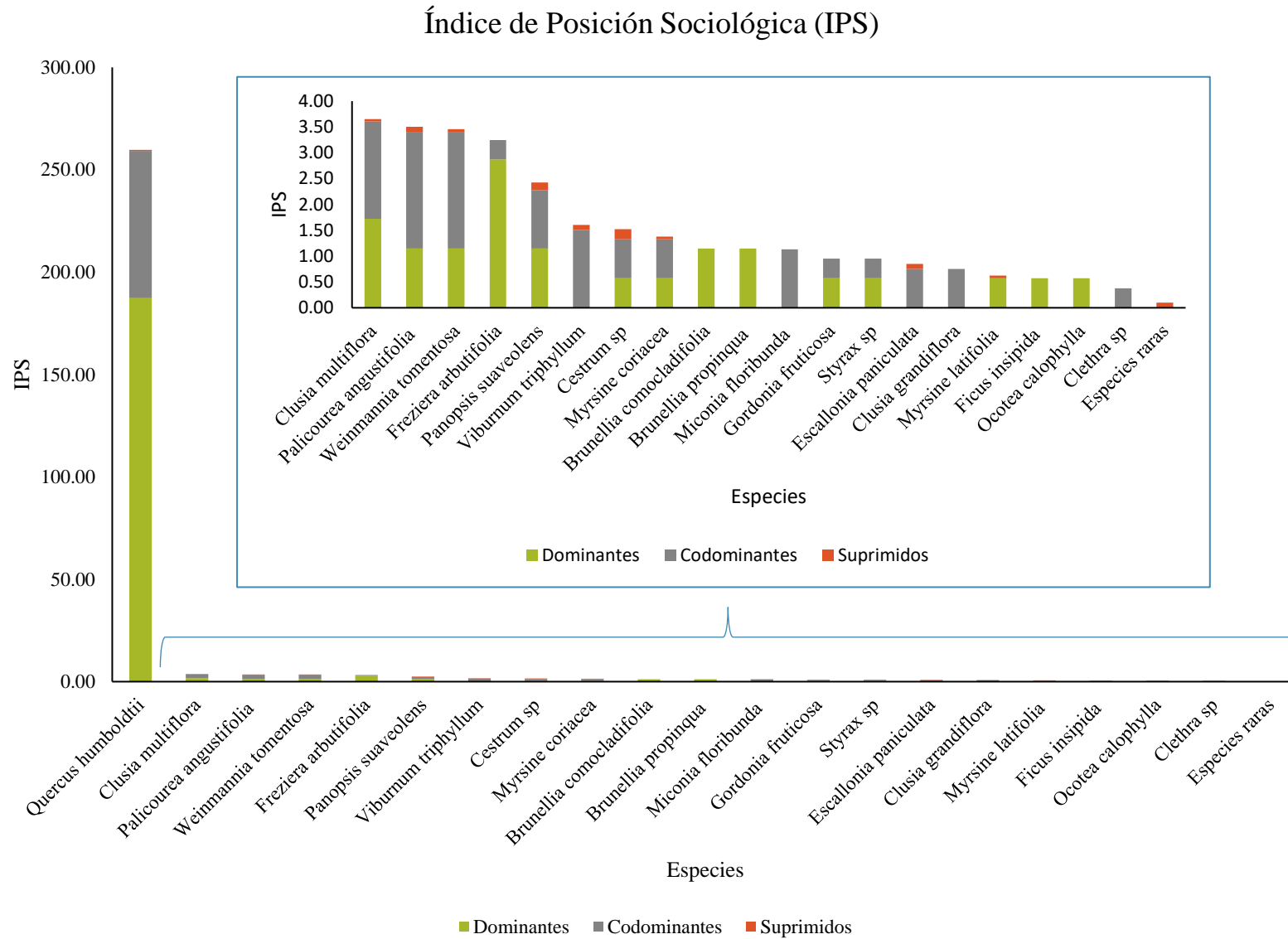


Figura 11. Abundancia de las Especies con mayor Posición Sociológica por Estratos.

6.3.5 Diversidad. El análisis comparado se la diversidad Florística permite establecer que el bosque reporta mayor número de especies (29) o riqueza específica (S) en estado de crecimiento Latizal; pero se registra menor abundancia absoluta (412). Obteniéndose un coeficiente de mezcla para latizal de 7,03% revelando una mayor heterogeneidad a la encontrada en fustal que, con 22 especies distribuidas en 611 individuos, evidencio un coeficiente de mezcla de 3,60% (Tabla 7). La proporción indica la relación entre la abundancia absoluta y la riqueza específica, señalando que en los fustales es posible encontrar 1 especie por cada 27 individuos (1:27), mientras que en latizal se encuentra una especie por cada 14 (1:14), confirmando de esta manera una mayor heterogeneidad en esta.

Tabla 7.

Análisis de Diversidad florística entre el fustal y latizal para el bosque de roble.

Índices	Fustal	Latizal
Abundancia absoluta (N)	611	412
Riqueza Especifica (S)	22	29
Coeficiente de mezcla (CM)	3,60	7,03
Proporción (N/S)	27,8	14,21

Se presenta una alta dominancia en los fustales y latizales por parte de la especie *Q. humboldtii* con un Índice de Simpson (0,748 y 0,189, respectivamente) equivalente a una baja heterogeneidad del 25.18% en fustales y alta heterogeneidad del 81% en latizales, con una menor equidad según el índice de Shannon-Wiener (0,77 en fustales y 2,31 en latizales), ocasionada en este caso por

Quercus humboldtii, en fustales y latizales; las cuales tiende a conformar coberturas monoespecíficas.

Tabla 8.
Índices de diversidad para los fustales y latizales

Índices de diversidad			Fustal	Latizal	
Riqueza específica			22	29	
Índice de riqueza específica					
Índice de Margalef			3,27	4,65	
Índice de Menhinick			0,89	1,43	
Índice de Simpson			0,75	0,19	
Estructura	Índices de abundancia proporcional	Dominancia	1-(heterogeneidad)	25%	81%
			índice de Berger Parker	0,86	0,39
		Equidad	Índice de Shannon-Wiener	0,77	2,31

6.3.6 Defectos del fuste. En la tabla Tabla 9 se puede observar los defectos del fuste con mayor representación en el bosque y la cantidad de individuos, cabe resaltar que arboles inclinados como torcidos fueron los defectos que con mayor frecuencia se encontraron. Estos defectos están dados por las condiciones del sitio pues la competencia por disposición de luz es uno de los factores con mayor influencia para que se presenten este tipo de defectos en los individuos.

Tabla 9.
Defectos encontrados en los fustales inventariados.

Defectos del fuste	No. Arboles
Inclinado	112
Torcido	110
Bifurcado	60
Bifurcado e Inclinado	26
Bifurcado y Torcido	14
Lianas	13
Inclinado y Torcido	9

6.4 Distribución y densidad de *Stigmacoccus asper*.

6.4.1 Análisis de infestación y distribución de *S. asper* en el bosque. En las 25 unidades muestrales establecidas en el área de estudio se analizaron un total de 528 árboles de la clase diamétrica fustal de *Q. humboldtii* de los cuales 443 (84%) árboles estuvieron infestados por *S. asper*, determinando así que por cada 6 árboles dentro del bosque 5 presentaron la presencia de al menos un individuo de *S. asper* o se evidenciaba el crecimiento de fumaginas. De los 528 árboles 224 individuos presentaron un 25% de infestación, 61 individuos un 50%, 69 individuos el 75%, 89 individuos una infestación del 100% y el resto, 89 individuos no mostraron presencia de siquiera un insecto o el crecimiento de fumaginas (Ver. Figura 12).

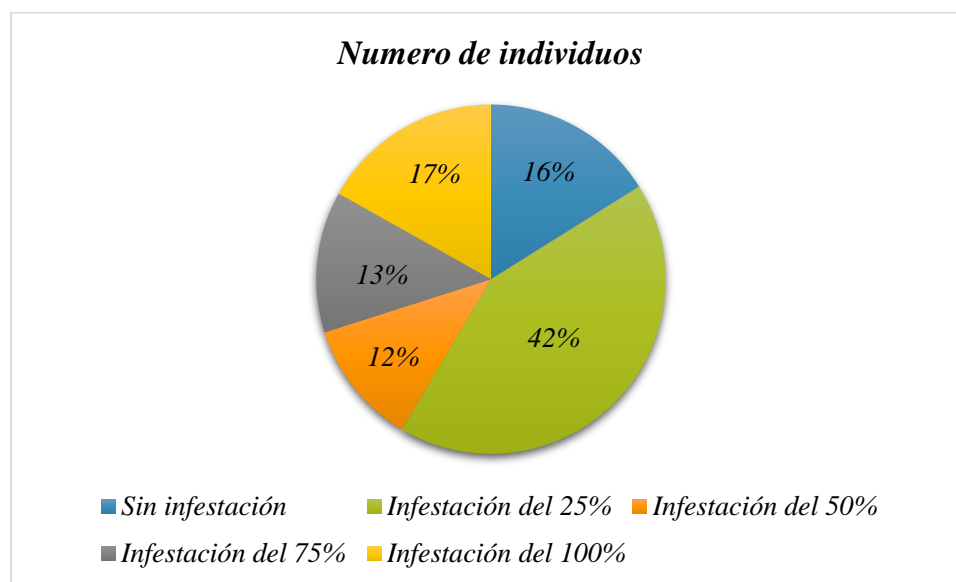


Figura 12. Distribución de los individuos de *Q. humboldtii* por porcentaje de infestación

El robledal presentó un grado de infestación promedio del 43.13%, en la Figura 13 se observa la distribución de *S. asper* en el área de estudio en el cual se puede observar que las parcelas 1 y

12 con porcentajes de infestación promedio de 78% y 67.11% respectivamente se presentaron como los focos donde se encuentre mayor afectación promedio mientras que las parcelas 22 y 18 con infestación promedio de 13.79% y 17.31% fueron las parcelas donde se observa menor infestación por la presencia de *S. asper*. Es de resaltar que en todas las parcelas se encontró la presencia de por lo menos un individuo de *S. asper*.

Por medio del método de componentes principales se hace un análisis exploratorio de datos con el fin de determinar las principales relaciones entre las variables estudiadas. A continuación, se muestra el biplot del análisis de componentes principales (ACP).

En la Figura 14 se aprecia la distribución de las variables estudiadas en un plano que consta de dos ejes denominados Componentes Principales 1 (CP1), abscisas o eje X y la Componente Principal 2 (CP2), eje de las ordenadas o Y. El esquema de componentes principales explica un 79.9% de la variabilidad total de los datos, lo cual indica que estas componentes contienen una gran cantidad de información.

A continuación, se muestra los autovalores y los autovectores resultado del análisis de componentes principales, estos valores muestran más detalladamente las correlaciones entre las variables. Los autovectores, coeficientes asociados a las variables son ponderadores o pesos, mientras más grande sea este coeficiente mayor inercia o “peso” tendrá esa variable para explicar la variabilidad de las observaciones. El signo que tiene el autovalor indica el sentido, si es negativo la proyección de la variable será hacia la izquierda de la CP1, mientras que si es positivo su proyección será hacia la derecha de la CP1.

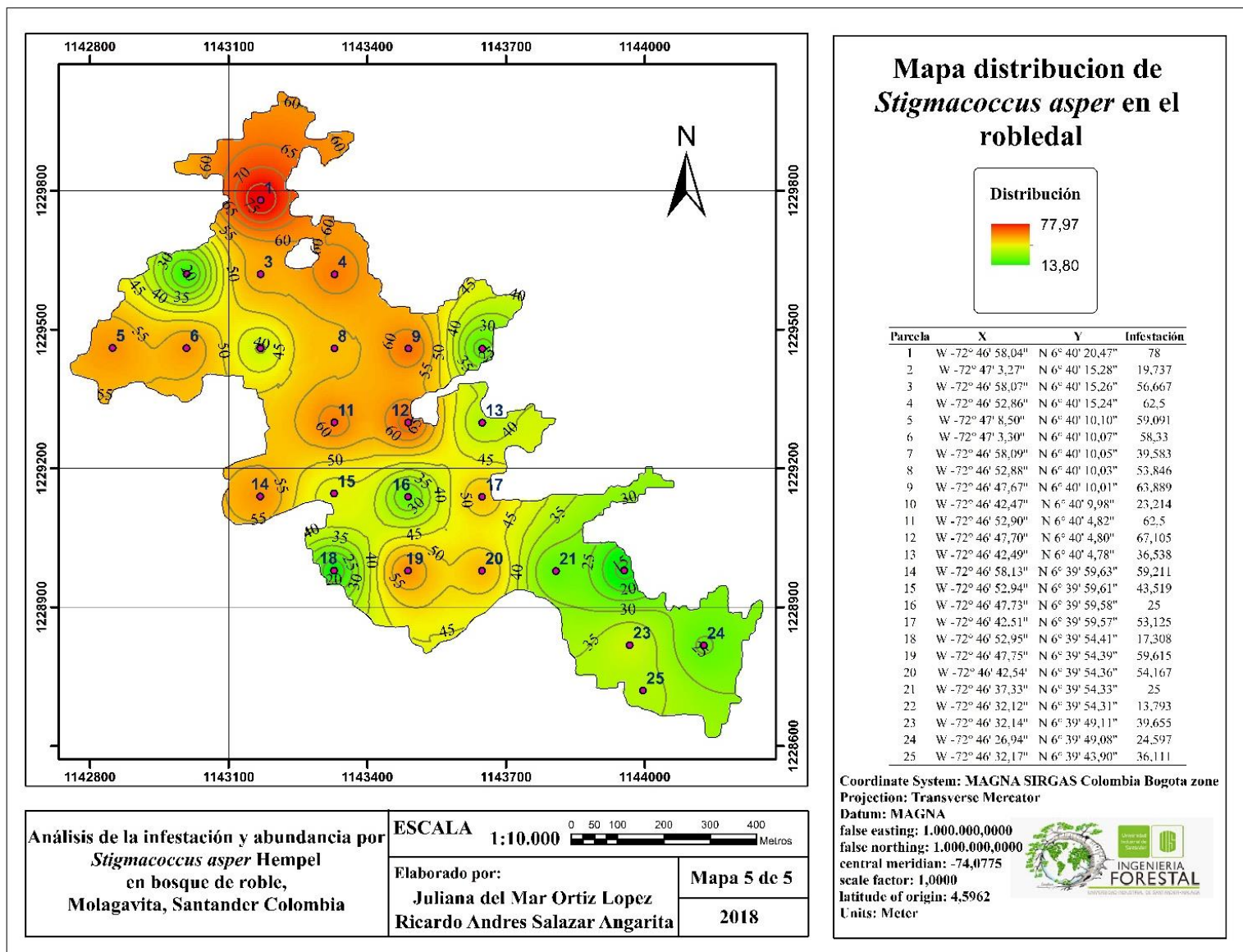


Figura 13. Distribución de la infestación por *S. asper* en *Q. humboldtii*.

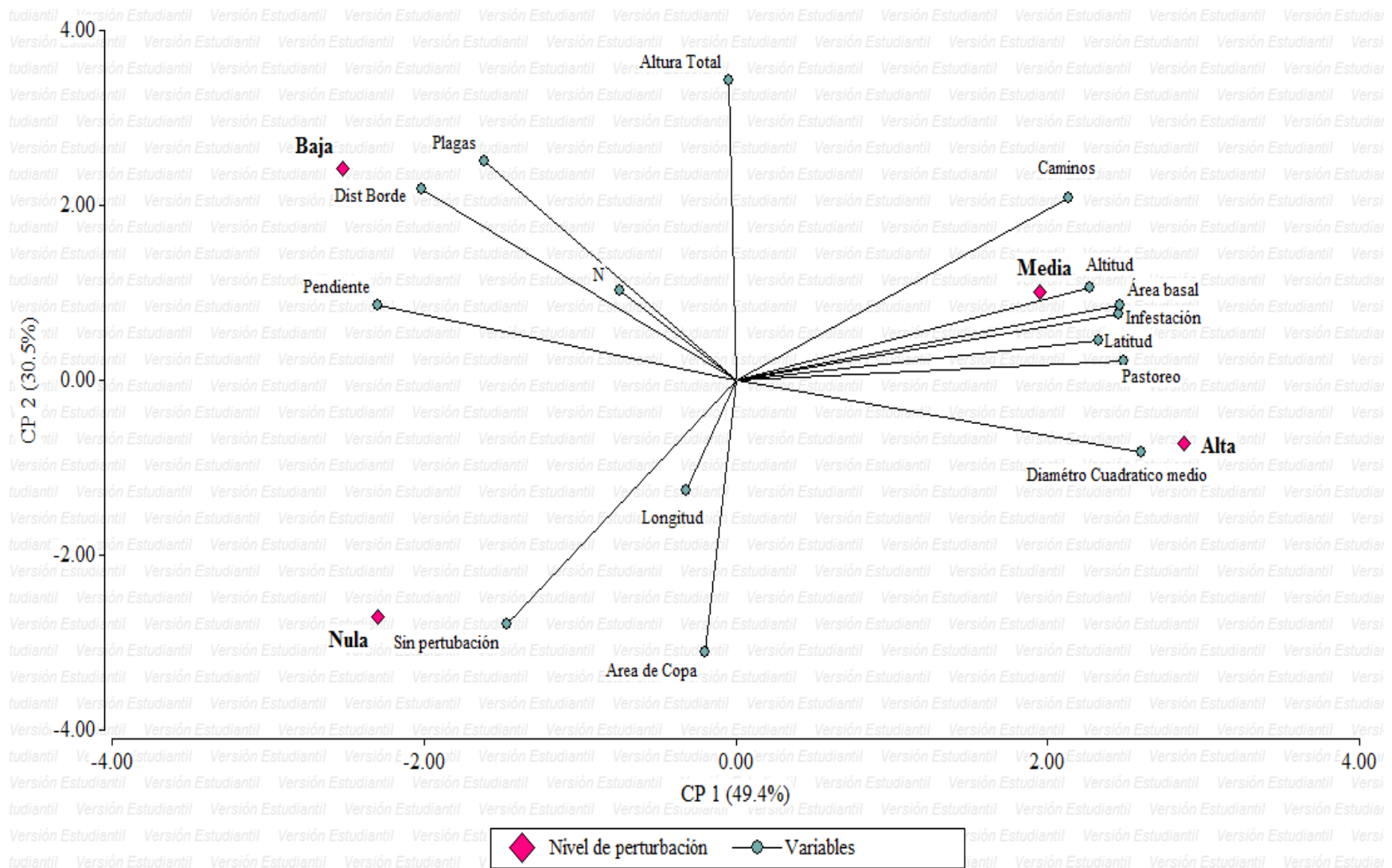


Figura 14. Biplot correspondiente al Análisis de Componentes Principales (ACP).

Variables de clasificaciónNivel de perturbación

Tabla 10.

Autovalores obtenidos en el análisis de componentes principales

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	7.84	0.52	0.52
2	4.82	0.32	0.84
3	2.34	0.16	1.00
4	0.00	0.00	1.00
5	0.00	0.00	1.00
6	0.00	0.00	1.00
7	0.00	0.00	1.00
8	0.00	0.00	1.00
9	0.00	0.00	1.00
10	0.00	0.00	1.00
11	0.00	0.00	1.00
12	0.00	0.00	1.00
13	0.00	0.00	1.00
14	0.00	0.00	1.00
15	0.00	0.00	1.00

Tabla 11.

Autovectores correspondiente al análisis de componentes principales

Autovectores		
Variables	e1	e2
Infestación	0.33	0.07
Longitud	-0.06	-0.12
Latitud	0.30	0.08
Altitud	0.30	0.16
Diámetro cuadrático medio	0.34	-0.11
Área basal	0.33	0.09
Altura total (árbol)	2.8E-03	0.45
Área de Copa	-0.04	-0.39
Caminos	0.29	0.27
Pastoreo	0.32	0.04
Claros	-0.21	0.35
Plagas	-0.21	0.35
Perturbación nula	-0.20	-0.37
Pendiente	-0.31	0.14
Dist. Borde	-0.26	0.30

En la Tabla 10 y Tabla 11 se muestran los autovalores y autovectores correspondientes al análisis de componentes principales con sus respectivos valores absolutos (pesos). A partir de este análisis se puede inferir que el nivel alto y el nivel medio de perturbación se encuentran directamente relacionados con altos valores de infestación (0.33), latitud (0.30), altitud (0.30), perturbación por presencia de caminos (0.29) y por pastoreo (0.33), diámetro cuadrático medio (0,34) y área basal (0.34), debido a que sus valores absolutos son muy parecidos. Por otra parte, las variables mencionadas anteriormente presentan una relación inversamente proporcional con variables asociadas a nulos o bajos niveles de perturbación. Estas variables corresponden a pendiente (-0.31), distancia al borde (-0.26), claros naturales y plagas (-0,21). Las variables longitud y área de copas se asocian negativamente con los altos niveles de perturbación y con los altos porcentajes de infestación.

6.4.2 Análisis Geoestadístico. Para hacer el modelo de proyección de la distribución de la infestación en el rodal, se realizó un análisis geoestadístico exploratorio dado que, al observar la matriz de correlaciones se encontró que la infestación estaba asociada a variables geoespaciales. Para ello lo primero que se realizó fue estudiar la distribución de la variable y eliminar los datos raros.

6.4.2.1 Distribución de la variable. Se realizó un análisis descriptivo de la variable Infestación y junto con ello se elaboraron gráficos de distribución de frecuencia: histogramas y box-plot (ver Figura 15) estos análisis arrojaron la siguiente información.

Tabla 12.

Datos distribución de frecuencia de la variable Infestación.

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
13.79	25.00	53.13	45.29	59.21	78.00

Asimetría = -0.2115668

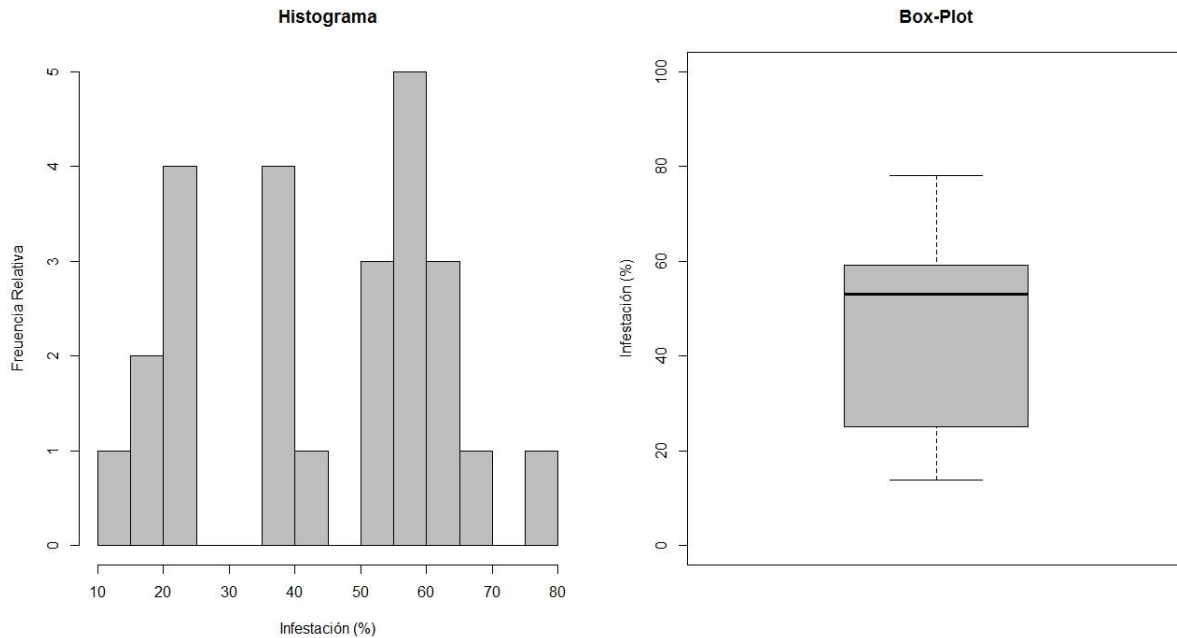


Figura 15. Histograma (izquierda) y box-plot (derecha) de datos de previo a la eliminación de outliers. Coeficiente de asimetría=-0.21.

En el histograma de la Figura 15 se observa asimetría izquierda en la distribución de los datos, en esta asimetría de acuerdo con los estadísticos de posición se advierte que la distribución de frecuencias no es simétrica y no está próxima a la normalidad pues los valores de la media y la mediana no tienen valores próximos dado que la mediana (45.29 mS m^{-1}) es menor que la media (53.13 mS m^{-1}) y el coeficiente de asimetría es -0.2115668 en el Box-Plot no se observaron valores extremos de la variable.

Eliminación de datos raros: para la eliminación de los datos raros de análisis cuales eran los outliers e inliers. Para los outliers no se encontraron datos que estuvieran fuera del patrón de

distribución del conjunto de datos o datos atípicos de la variable como se observó en el Box-Plot de la Figura 15; los inliers se identificaron empleando el índice de autocorrelación espacial local de Moran IMI (Anselin, 1995). Se consideraron como puntos vecinos a aquellos puntos contiguos ubicados entre los 0 y 240 m de distancia. Calculando el índice local de Moran y su significancia estadística (ajustando los valores- p por el criterio de Bonferroni (Bland y Altman, 1995), se identificaron 2 potenciales inliers (Tabla 13).

Tabla 13.

Valores del índice de Moran local observado (I_i), su valor esperado ($E.I_i$), la varianza ($Var.I_i$) y el valor- p ($Pr(z < 0)$) de los 2 inliers detectados para la variable Infestación.

Caso	I_i	$E.I_i$	$Var.I_i$	$Z.I_i$	$Pr(z < 0)$
1	0.104	-0.0417	0.294	0.269	1.0
23	0.3596	-0.0417	0.211	0.874	1.0

La Figura 16 muestra el gráfico de dispersión de Moran y el ajuste de un modelo de regresión. Los puntos influyentes de la regresión son identificados usando los criterios de diagnóstico DFBETAS, DFFITS, COVRATIO, distancia de Cook y Leverage (Draper y Smith, 1981). Un punto se considera influyente si al menos uno de los estadísticos lo detecta como tal (los datos marcado con * en la salida de R se consideran influyentes) (Tabla 14). En la Figura 16 los puntos negros con forma romboidal fueron identificados como influyentes y se los consideraron inliers.

Tabla 14.

Criterios de diagnósticos: DFBETAS, DFFITS, COVRATIO, distancia de Cook y leverage de los 2 valores inliers detectados para la variable Infestación.

Caso	dfb.1	dfb.x	dffit	cov.r	cook.d	hat.
1	0.06	-0.08	-0.09	1.32_*	0.00	0.17
23	-0.32	0.15	-0.51	0.72 *	0.11	0.04

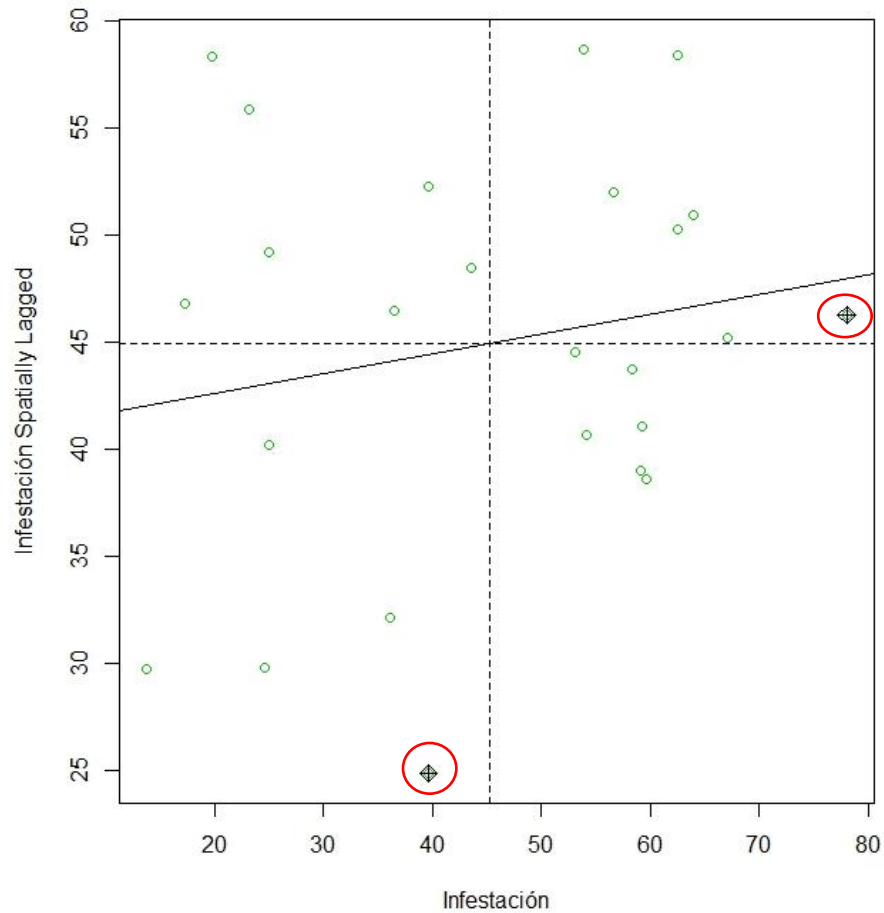


Figura 16. Gráfico de dispersión de Moran para la variable Infestación. Puntos negros representan inliers.

Luego de identificar los *inliers* se procede a eliminarlos. Primero se eliminan los *inliers* detectados con el índice de Moran y posteriormente los identificados por el gráfico de Moran. La nueva base de datos cuenta con 23 casos, es decir, se eliminaron 2 casos (8,67% de los datos) respecto a la base sin *outliers* cabe destacar que en el estudio no se encontraron valores outliers.

En la Figura 17 se presenta el histograma y Box-Plot después de la eliminación de los datos raros y en la Figura 18 se muestra el nuevo gráfico de dispersión de Moran para la variable infestación sin los inliers.

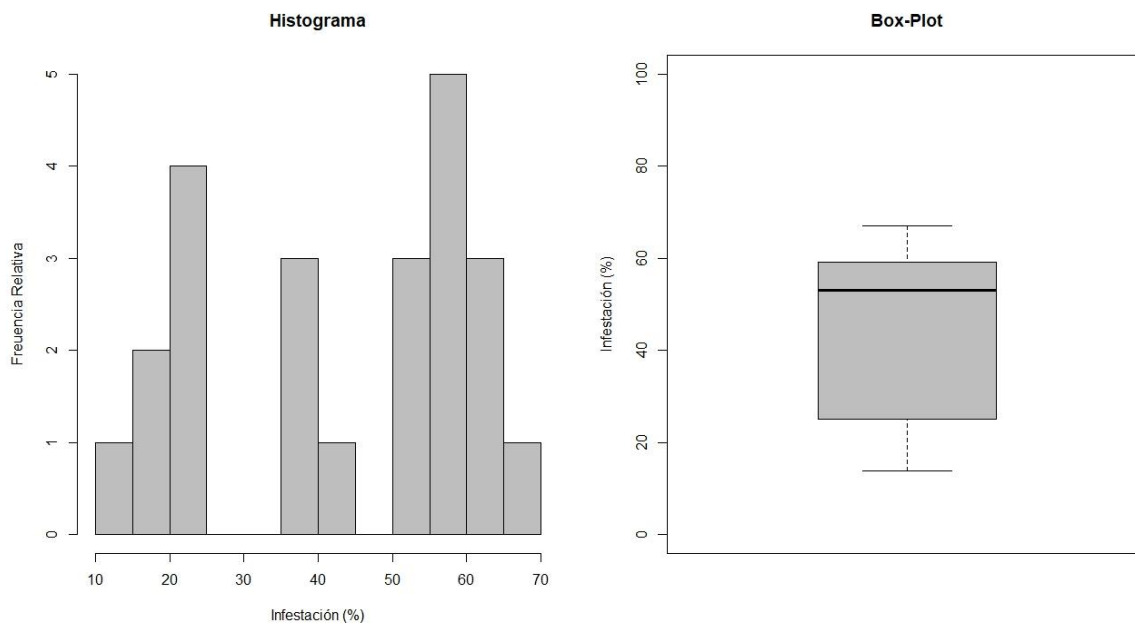


Figura 17. Histograma (izquierda) y Box-Plot (derecha) de datos de Infestación luego de la eliminación de outliers. Coeficiente de asimetría=-0.34

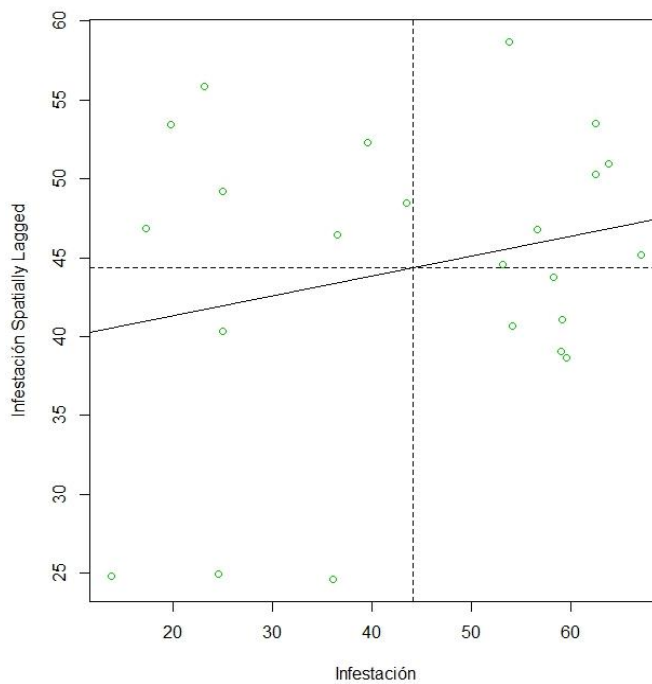


Figura 18. Gráfico de dispersión de Moran para la variable Infestación. Sin inliers.

6.4.2.2 Modelación y predicción de variabilidad espacial. Se utilizaron los datos de Infestación (Apéndice 8) los cuales se obtuvieron después de realizar el análisis exploratorio sobre la base de datos.

6.4.2.3 Calculo del índice de Moran. Mediante una red de conexión construida en base a la distancia Euclidea confirmó la matriz de ponderadores espaciales que definieron los vecindarios de cada sitio. Se consideraron sitios vecinos a aquellos contiguos ubicados a distancias de 240 m. Los resultados del cálculo del IM muestran que la variable Infestación presentó autocorrelación espacial significativa y positiva (0.13, $p=0.109$).

Tabla 15.

Índice de autocorrelación espacial de Moran y su significancia estadística para la variable infestación.

Monte-Carlo simulation of Moran I	
Data	datos2\$Infestación
Weights	lw_1
Number of simulation	+1: 1000
statistic	0.12675
observed Rank	891
p-value	0.109

6.4.2.4 Ajuste de un modelo de variabilidad espacial. Se construyo el semivariograma empírico y posteriormente se ajustó, por WLS, los modelos de semivariograma exponencial y esférico. La suma de cuadrado del error (SCE) fue el criterio usado para la selección del mejor modelo. Para ambos se calculó la RSV como medida del grado de estructuración espacial capturado por el modelo.

El modelo de mejor ajuste (menor SCE) para Infestación fue el exponencial. En la Figura 19 se muestran el semivariograma empírico y el semivariograma teórico ajustado.

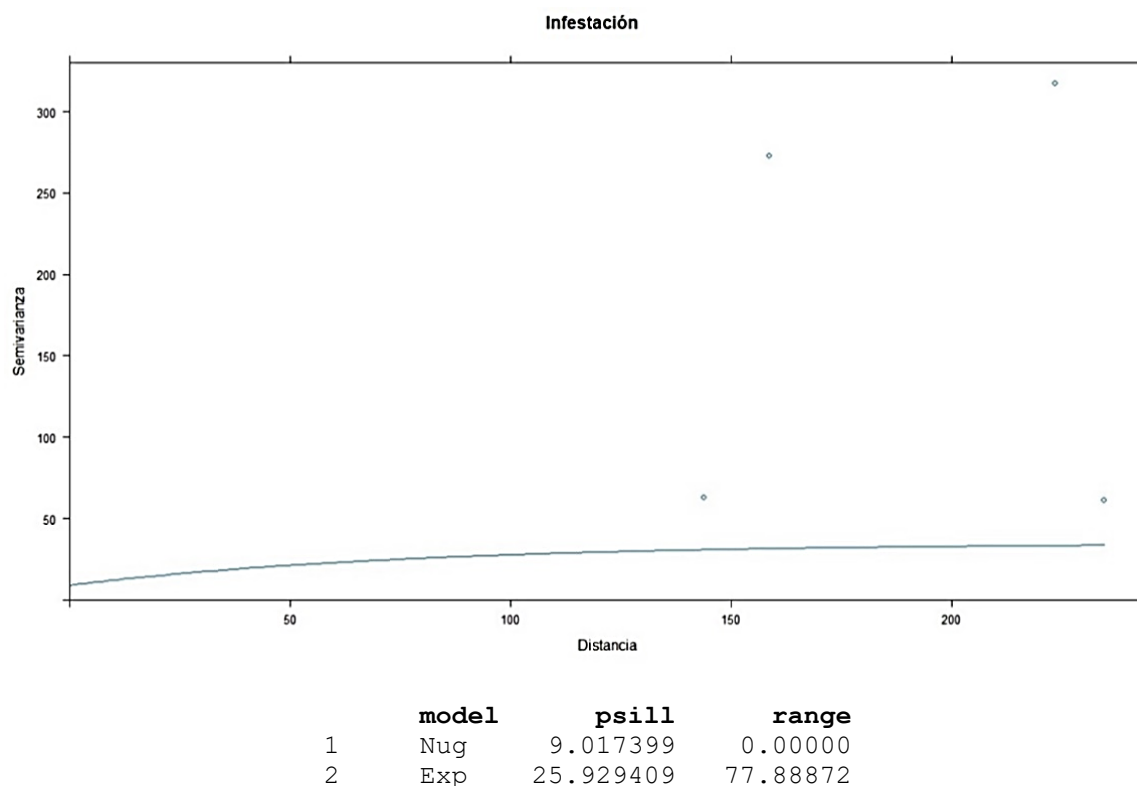


Figura 19. Semivariograma empírico (puntos) y teórico (línea) de la variable Infestación. Abajo se presenta la salida del software R que contiene los parámetros del semivariograma teórico ajustado.

6.4.2.5. Ajuste de un modelo lineal mixto a datos espaciales. Una sugerencia al momento de realizar modelos lineales mixtos es realizar el ajuste de los modelos sobre una muestra de los datos originales, cuando se cuenta con grandes bases de datos. En este modelo se trabajó con el 100% de los datos (n=23).

Se compararon los ajustes obtenidos de los modelos de correlación espacial exponencial y esférico (ambos sin y con efecto *nugget*), Para la selección de modelos espaciales se usaron los criterios AIC y BIC. Seleccionado el modelo de correlación espacial, se procedió a comparar los

modelos con y sin efecto fijo de las coordenadas espaciales. Para esta comparación se utilizó la prueba LRT, basada en estimaciones máximo verosímil (ML). Así, para el modelo de correlación espacial seleccionado se compararon modelos con y sin tendencia a gran escala para las coordenadas (X, Y) (Tabla 2). Los índices AIC y BIC muestran que el modelo de correlación espacial exponencial proveyó el mejor ajuste (Tabla 2).

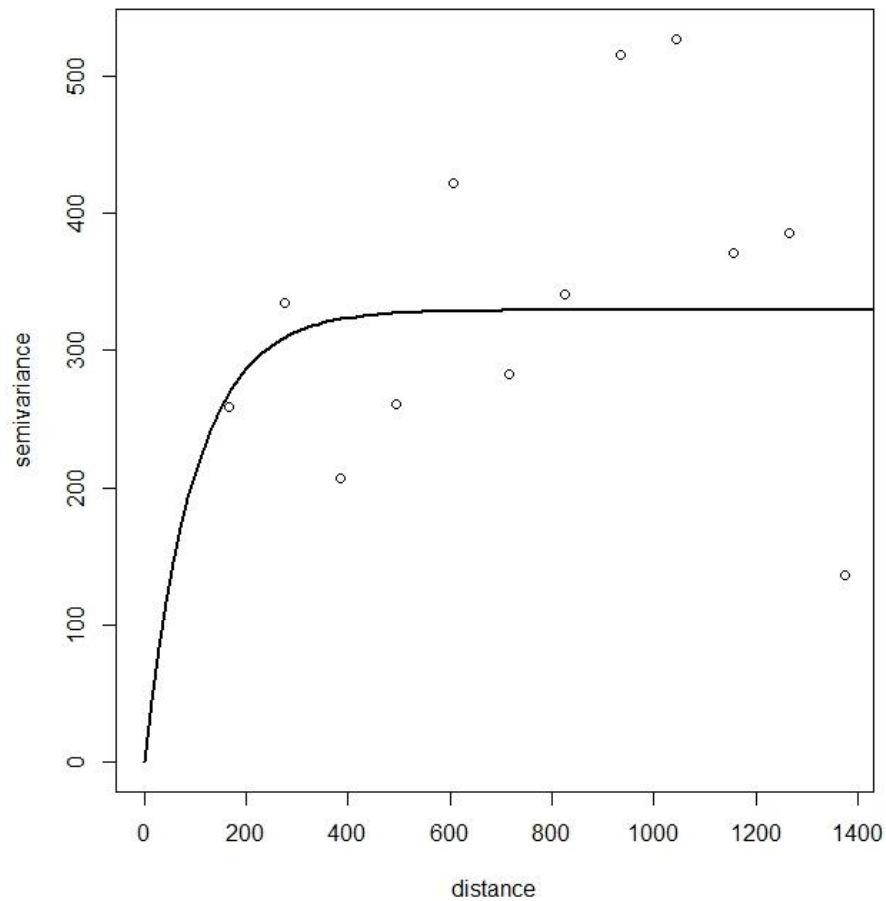
Tabla 16.

Criterios de información sobre ajustes de Modelo Lineal Mixto de correlación espacial para variable Infestación.

Modelo	AIC	BIG
Exponencial + Nugget	181.3	188.1
Esferico + Nugget	181.4	188.2
Exponencial	179.3	185.0
Esferico	182.2	188.0

Los semivariogramas empírico y teórico ajustados y las estimaciones de los parámetros obtenidos a partir del MLM seleccionado (exponencial) se muestran en la Figura 10.

Los parámetros del semivariograma fueron similares entre una (WLS) y otra (REML) estrategia de estimación. A partir de estos parámetros estimados, se realizó la interpolación mediante Kriging en bloque y se obtuvieron mapas de contorno para cada variable. El mapa generado muestra variabilidad espacial (Figura 11). La zona más oscura corresponde con el área de mayor Infestación.



Summary of the parameter estimation

 Estimation method: restricted maximum likelihood

Parameters of the mean component (trend):

correlation function: exponential

(estimated) variance parameter sigmasq (partial sill) = 329.2

(estimated) cor. fct. parameter phi (range parameter) = 97.96

Parameter of the error component:

(fixed) nugget = 0

Figura 20. Semivariograma empírico (puntos) y teórico (línea) de la variable Infestación. Abajo se presenta la salida del software R con los parámetros del semivariograma teórico ajustado mediante Modelos Lineales Mixtos. Nugget (0), Sill ($C=329.2$) y Range (97.96m) o Rango Practico ($Rp=97.96m \times 3$).

Modelo predicción distribución de la infestación

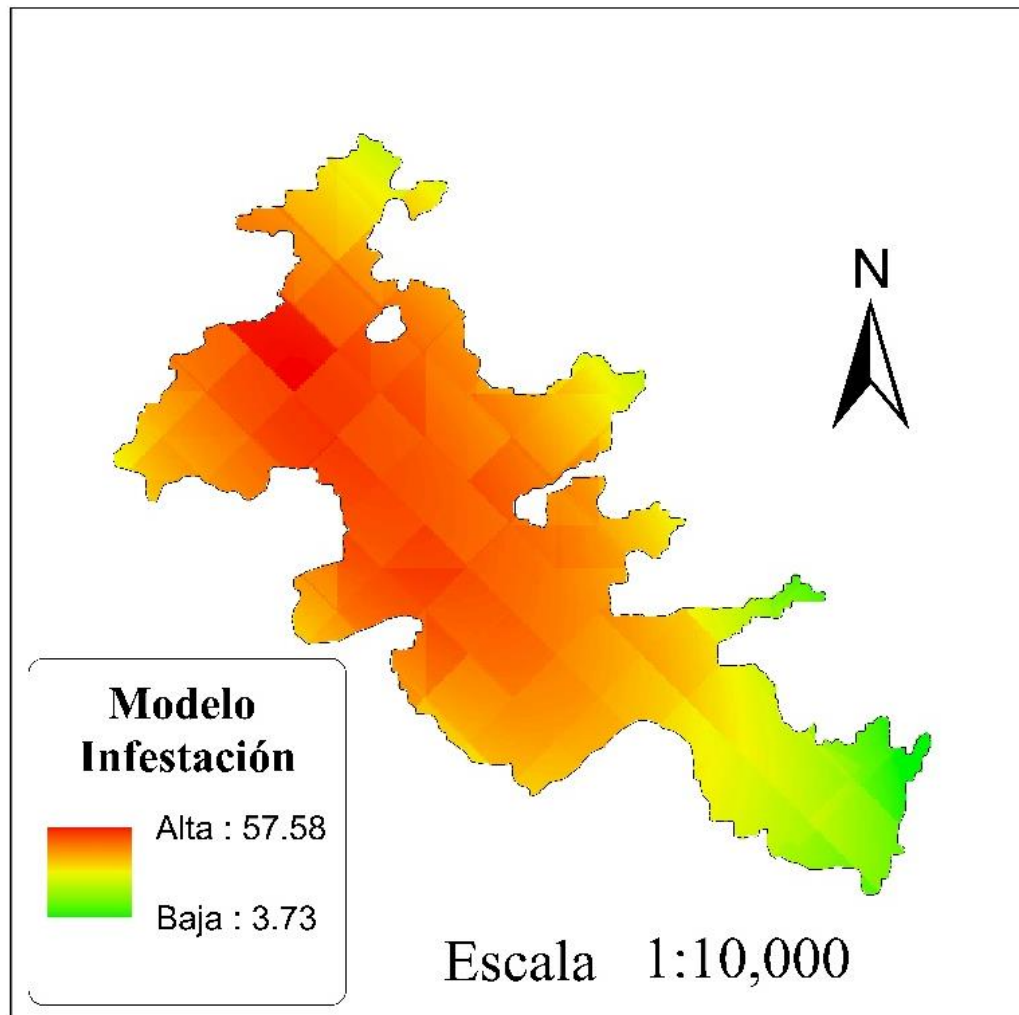


Figura 21. Mapa de variabilidad espacial de Infestación obtenido mediante interpolación por kriging ordinario

6.4.3 Análisis de densidad de *Stigmacoccus asper* en roble. El promedio de individuos por metro cuadrado de *S. asper* para cada porcentaje de infestación en las dos alturas medidas se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17.

Número promedio de filamentos anales por metro cuadrado para cada porcentaje de infestación

Porcentaje infestación	Altura	
	2 metros	3 metros
25	69.9	125.7
50	190.9	226.1
75	486.4	515.9
100	879.7	1260.9

Se encontró diferencia significativa y una alta correlación entre el grado de infestación y el número de individuos tanto a 2 metros ($r=0.71$, $P<0.0001$), como a 3 metros ($r=0.66$, $P<0.0001$) de altura.

Mediante el análisis de varianza no paramétrica, utilizando la prueba de Kruskal Wallis se precisaron las diferencias entre cada porcentaje de infestación en cada una de las alturas, obteniendo como respuesta que en alturas de 2 metros difieren significativamente la cantidad de individuos en los porcentajes 25% y 50%. Aunque los porcentajes de 75% y 100% son similares entre sí, difieren significativamente con los demás porcentajes. Por lo cual se evidencia que existe una relación positiva entre el porcentaje de infestación y la densidad de insectos encontrada (ver Tabla 18). Por otra parte el análisis de varianza no paramétrica muestra que, a los tres metros, las densidades de *S. asper* no presentan diferencia significativa entre los porcentajes de infestación del 25 y 50%, así mismo, los porcentajes de infestación del 75% y 100% presentaron similares promedios de individuos, sin embargo, si se comparan estos dos grupos si se encuentra diferencia estadística en la cantidad de individuos promedio (ver Tabla 19).

Tabla 18.

Análisis de varianza no paramétrico usando la prueba de Kruskal Wallis para las variables infestación y altura de medición (3 metros) de la densidad de S. asper (Nivel de significancia 0.05).

Variable	Infestación%	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Densidad 2m	25	34	69.85	79.48	50.	54.27	<0.0001
Densidad 2m	50	22	190.91	142.17	187.50		
Densidad 2m	75	22	486.36	318.36	400.00		
Densidad 2m	100	16	879.69	529.48	775.00		

<u>Trat.</u>	<u>Ranks</u>	
25	24.60	A
50	43.20	B
75	64.14	C
100	79.19	C

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 19.

Análisis de varianza no paramétrico usando la prueba de Kruskal Wallis para las variables infestación y altura de medición (3 metros) de la densidad de S. asper (Nivel de significancia 0.05).

Variable	Infestación%	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Densidad 3m	25	34	125.74	117.02	75.00	58.50	<0.0001
Densidad 3m	50	22	226.14	179.03	150.00		
Densidad 3m	75	22	515.91	232.55	500.00		
Densidad 3m	100	16	1260.94	903.69	975.00		

<u>Trat.</u>	<u>Ranks</u>	
25	25.26	A
50	39.52	A
75	65.11	B
100	81.50	B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La densidad de insectos entre las dos alturas mostro una diferencia significativa ($r^2 = 0.93$, $P > 0.001$). además, al realizar la comparación entre las medias por medio de la prueba t- apareada

genera un valor bilateral ($p < 0.01$), lo cual indica que evidentemente si existe una diferencia significativa entre las densidades de *S. asper* medidas a los 2 y 3 metros.

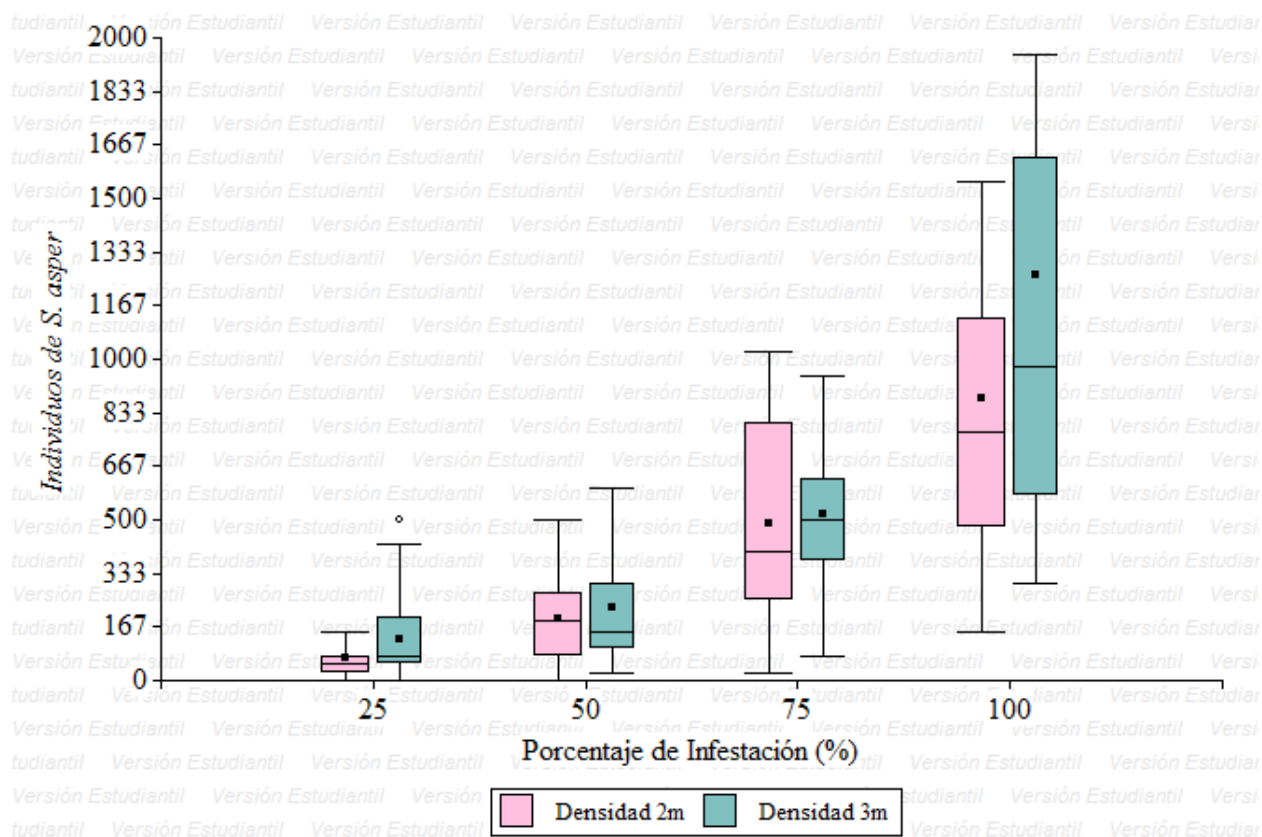


Figura 22. Densidades de *S. asper* por porcentaje de infestación a los dos y tres metros.

La Figura 22. muestra la relación de las alturas con el porcentaje de infestación. Con base en este análisis se puede inferir que existe una correlación positiva en la cual a mayor altura (3 metros) se encontró mayor número de insectos por metro cuadrado que a menor altura (2 metros).

Mediante el coeficiente de correlación de Pearson se obtuvo la matriz de correlación, en la cual se muestra si existe diferencia significativa entre las variables analizadas y el grado en que estas variables pueden estar correlacionadas. A continuación, en la Tabla 20 se muestran los resultados obtenidos. Como se puede apreciar las variables que presentan mayor correlación entre si son:

densidad a los 2m y 3m con el porcentaje de infestación las cuales fueron analizadas con mayor detalle anteriormente. Adicionalmente se muestra que existe diferencia significativa entre con la distancia al borde y las densidades a 2 metros ($r=0.28$, $p<0.01$) y 3 metros ($r=0.28$, $p<0.01$), sugiriendo que el borde genera una influencia en las densidades de *Stigmacoccus asper*. las demás variables estudiadas (pendiente, latitud, longitud, DAP, altura total, nivel de perturbación) no presentaron diferencias significativas en relación con las alturas en las cuales se midieron las densidades de *S. asper*.

Tabla 20.

Coeficiente de correlación de Pearson para la variable densidad a 2 y 3 metros de altura desde el suelo.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Densidad 2m *m2	Densidad 3m *m2	94	0.92	<0.0001
Densidad 2m *m2	Infestación	94	0.71	<0.0001
Densidad 2m *m2	Altitud	94	-0.05	0.6663
Densidad 2m *m2	Latitud	94	-0.04	0.6800
Densidad 2m *m2	Longitud	94	-0.01	0.9241
Densidad 2m *m2	DAP	94	-0.17	0.1103
Densidad 2m *m2	ABi	94	-0.17	0.1039
Densidad 2m *m2	Altura total	94	-0.04	0.6696
Densidad 2m *m2	Copa	94	-0.16	0.1175
Densidad 2m *m2	nivel de perturbación	94	0.02	0.8856
Densidad 2m *m2	Pendiente	94	0.16	0.1241
Densidad 2m *m2	distancia de borde	94	0.28	0.0059
Densidad 3m *m2	Infestación	94	0.66	<0.0001
Densidad 3m *m2	Altitud	94	-0.03	0.7535
Densidad 3m *m2	Latitud	94	-0.04	0.7346
Densidad 3m *m2	Longitud	94	-0.01	0.9600
Densidad 3m *m2	DAP	94	-0.15	0.1423
Densidad 3m *m2	ABi	94	-0.15	0.1390
Densidad 3m *m2	Altura total	94	-4.6E-03	0.9648
Densidad 3m *m2	Copa	94	-0.17	0.0931
Densidad 3m *m2	nivel de perturbación	94	-0.01	0.9097
Densidad 3m *m2	Pendiente	94	0.09	0.3625
Densidad 3m *m2	distancia de borde	94	0.28	0.0066

7. Discusión

7.1 Composición Florística

Los resultados obtenidos a nivel de riqueza muestran un mayor número de especies que las encontradas por (Gomez y Güiza, 2017) en el bosque de roble en jurisdicción de los municipios de San Andrés y Molagavita. También en otros estudios como los realizados por (Blanco y Ramon, 2017) se reporta similar riqueza de especies con DAP <10cm. Aunque no se encontraron las mismas especies se encuentra similitud en las familias. Por otra parte, se encontró que el roble es la especie más representativa en los bosques estudiados por ser la especie más dominante dentro del mismo; en estudios realizados por (Pineda y Guevara, 2007) encontró que para el municipio de Molagavita el roble tenía I.V.I. del 199.38, en los municipios de Covariancia y san mateo se encontró al roble con una alto índice de valor de importancia (208.17 y 206.75 respectivamente) aunque la riqueza en estos bosques es mucho menor a la encontrada en las demás investigaciones. El municipio de Málaga fue el lugar donde los bosques presentaron mayor valor de importancia (220,74) aun cuando se encontró menor número de especies. Aunque (Abril y Florez, 2017) reportan para los bosques de Málaga para el año 2017 el I.V.I. es de 229.9 lo que quiere decir que la especie *Q. humboldtii* en los últimos 11 años ha ganado peso ecológico la especie en los municipios de Málaga y Molagavita pues en el municipio de Molagavita para el año 2017 por medio del presente estudio reporta un I.V.I. en el bosque del 212,92.

Por otra parte en el área de estudio la especie *Q. humboldtii* tiene un índice de posición sociológica superior a los reportados por (Gomez y Güiza, 2017) y (Abril y Florez, 2017); también en los bosques estudiados por los anteriores autores mencionados y el del presente estudio se

encontró que las especies *Clusia multiflora* y *Weinmannia tomentosa* fueron especies que se encontraron en los tres estratos arbóreos por lo tanto tienen su lugar asegurado dentro de la estructura y composición del bosque.

7.2 Distribución y abundancia de *Stigmacoccus asper*

El estudio de la distribución y abundancia de *S. asper* en bosques de roble (*Quercus humboldtii*) permite una visión más amplia de los factores ambientales y antrópicos que pueden influir en las interacciones bióticas entre el insecto y la planta.

Los resultados sugieren que la infestación por *S. asper* en el bosque de roble de la vereda Potrero de Rodríguez del municipio de Molagavita (Santander) está asociada a variables de tipo antrópico, a variables geoespaciales como latitud, longitud, variables medio ambientales como pendiente y a variables morfométricas (diámetro cuadrático medio y área basal). Esto concuerda con lo propuesto por Gamper *et al.* (2011) quienes en su estudio sugieren que la distribución puede estar influenciada por variables como altitud, especie hospedera, exposición a la luz solar, diámetro del tronco y posiblemente la región geográfica.

Se encontró una relación directa entre las perturbaciones altas y medias asociada a presencia de caminos y pastoreo con altos porcentajes de infestación, así mismo, parcelas con baja o nula perturbación se asocian a bajos porcentajes de infestación por *S. asper*. los resultados obtenidos concuerdan con lo hallado por Gamper *et al.* (2011) quienes en su estudio sugirieron que árboles presentes en bordes altamente intervenidos presentan una mayor afectación, que aquellos árboles en el interior donde las perturbaciones son bajas o nulas. Esta afirmación coincide con Chamorro *et al.* (2013) quienes observaron que la presencia de *S. asper* en bosque de roble era mayor en

árboles del borde del bosque y en árboles aislados en los potreros que en arboles del interior. Igualmente, sugieren que debido a la fragmentación y a la alteración de estos ecosistemas se han creado una serie de condiciones ambientales que podrían favorecer el aumento de las poblaciones del insecto. Gamper *et al.* (2011) indica que cuando los bosques no se encontraban fragmentados la presencia de *S. garmilleri* se limitaba a las ramas altas del bosque, además, sugiere que el insecto reacciona positivamente a la fragmentación y como resultado aumentan sus poblaciones. Por tal motivo, la interacción entre *S. asper* y *Q. Humboldtii* se puede considerar una característica de bosques altamente fragmentados.

Por otra parte, no se encontró ninguna relación entre el diámetro de los árboles y las densidades de insectos que podían albergar. contrario a este hallazgo Gamper *et al.* (2011) encontraron una relación inversa entre el diametro y la densidad de insectos para *S. garmilleri*, donde arboles de diámetros menores albergaban gran cantidad de individuos a diferencia de las clases diametricas mayores en las cuales el numero de individuos encontrados era significativamente menor. Posiblemete la especie de insecto y planta hospedera y region geografica pueden causar que los estudios difieran. Por otra parte, y de acuerdo a estudio realizado por Gamper *et al.* (2011) se encontro diferencia significativa en la densidad de individuos a los 2 y 3 metros de altura, lo cual sugiere que a mayor altura, mayor sera la cantidad de insectos escamosos.

Adicionalmente si se considera que la fuente primaria de la miel de mielato es la savia de roble, podría catalogarse como producto forestal no maderable y un incentivo para la conservación de los bosques Chamorro *et al.* (2013). Sin embargo, se debe considerar al *S. asper* como parasito del roble y que este a su vez puede generar afectaciones para este ecosistema cuando sus poblaciones aumentan. Por tal motivo, si se desea potenciar la apicultura como alternativa de conservación a

partir de este producto, se deben conocer las implicaciones ecológicas que la presencia del insecto conlleva y a partir de ahí plantear un uso y manejo sostenible de estos ecosistemas.

8. Conclusiones

El robledal de la vereda Potrero de Rodríguez del municipio de Molagavita (Santander) presenta un alto porcentaje de infestación por *S. asper*, a tal punto que se encontró la presencia del insecto en la totalidad de las parcelas muestreadas. adicionalmente no se encontró otra especie hospedera para *S. asper*.

Los patrones de distribución del insecto muestran una correlación positiva entre altos grado de perturbación con los mayores porcentajes de infestación lo cual permite inferir que las alteraciones de origen antrópico están directamente relacionadas con el aumento de las poblaciones de *S. asper*.

La relación encontrada entre la latitud, la longitud y la altitud con los patrones de distribución asociada a altos porcentajes de infestación, se asocia principalmente a la proximidad entre parcelas. Esta proximidad provoca que parcelas cercanas tengan condiciones ambientales similares. Para estos casos lo más adecuado sería realizar un análisis geoestadístico de los datos.

El bosque en estudio se encuentra altamente perturbado, se evidencia la presencia de pastoreo en la mayor parte de sus márgenes, así mismo, es común encontrar presencia de caminos a lo largo del bosque. Las parcelas que presentaron este tipo de perturbación registraron un mayor porcentaje de árboles infestados, que parcelas con bajas intervenciones.

El mielato producido por *S. asper*, se convierte en una fuente importante de alimento para muchos organismos asociados a robledales. Por tal motivo los cambios que se puedan generar en cuanto a la disponibilidad y distribución pueden tener grandes efectos en un considerable número de organismos y comunidades.

No se encontró una relación directa entre el DAP y la densidad de insectos, lo cual sugiere que el insecto genera afectaciones en todos los estados sucesionales de la especie *Q. humboldtii*. Sin

embargo, se deben realizar estudios más detallados en donde se evalúen los daños reales que puede generar el insecto sobre su hospedero.

Fue evidente la presencia de fumaginas en el suelo, sobre la hojarasca, en el fuste de los árboles y en las hojas de las plántulas de los estratos inferiores del bosque. Se cree que estas interfieren en los procesos de fotosíntesis, pero no fue un parámetro que se evaluara.

La aplicación de la Geoestadística para el análisis de los datos espaciales que se hizo en el presente trabajo y más precisamente la obtención del mapa de distribución de la infestación es de gran trascendencia, ya que ello permite conocer los lugares de mayor concentración de la infestación, predecir la infestación en los lugares donde no se trabajó y conocer los lugares donde se registran las áreas con mayor y menor infestación.

9. Recomendaciones

Es de gran importancia estudiar la dinámica del insecto en su asociación con robledales, para plantear futuros planes de manejo considerando la presencia del insecto y que a su vez garanticen la preservación de estos bosques.

Estudiar el ciclo de vida es indispensable para conocer más a fondo la relación entre *S. asper* y *Q. humboldtii* para de esta manera buscar alternativas de conservación las cuales están encaminadas a tener un equilibrio que beneficie la comunidad, el ecosistema y la especie.

Si se desea potenciar la apicultura como alternativa de conservación es necesario conocer más a fondo las relaciones ecología entre *Stigmacoccus asper* y *Quercus humboldtii* considerando como gradiente que este tipo de insectos puede generar estrés fisiológico, transforma la dinámica del crecimiento forestal y disminuir el potencial de regeneración natural a medida que sus poblaciones aumentan.

Para un análisis más exhaustivo y para determinar con mayor certeza el grado de relación que tiene *S. asper* en la especie *Q. humboldtii* en cuanto a las clases diamétricas, es necesario establecer como variable de clasificación clases diamétricas, en la cuales se trabaje con el mismo número de individuos por cada categoría. De esta manera se obtendría información más veraz al respecto.

Tanto la estadística descriptiva como la geoestadística tienen su propia forma de recolectar información para un análisis detallado, de la variable o variables que se estén estudiando. Aunque se cumple con el diseño de muestreo (muestreo sistemático) utilizado para la recolección de los datos con los que se trabajó, no fue una muestra representativa para la realización del análisis geoestadístico por ende se recomienda que en futuros estudios se trabaje con un área de trabajo más amplia y se establezcas mayor número de unidades muestrales (por encima de 50 para que sea

más confiable); estas se establecen dependiendo de la cantidad de recursos con que se dispongan y el tema que se trate.

Referencias Bibliográficas

- Abril, L., y Florez, C. (2017). *Caracterización y composición florística del estado actual del bosque de roble (Quercus humboldtii bonpl.) del municipio de Málaga departamento de Santander* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Málaga, Colombia.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x/epdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia del 4 de julio de 1991, Bogota D.C., Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Avella, A., y Cárdenas, C. (2010). Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Colombia forestal*, 13(1), 5-25. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/3424/4946>
- Berger, W., y Parker, F. (1970). Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168(3937), 1345-1347. Recuperado de <http://science.sciencemag.org/content/168/3937/1345/tab-pdf>
- Blanco, H., y Ramon, J. (2017). *Caracterización florística y estructural y formulacion del plan de restauracion forestal de los relictos de bosque de roble Quercus humboldtii ubicados en la microcuenca La Honda, vereda Carabalí, municipio de San Andrés, Santander Colombia* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Málaga, Colombia.
- Bland, J., y Altman, D. (1995). Multiple significance tests: the Bonferroni method. *Bmj*, 310(6973), 170. Recuperado de <http://www.bmj.com/content/310/6973/170.short>
- Bogo, A., Watson, G., Mantle, P., y Mottana, G. (1999). Honeydew sugars eliminated by *Stigmacoccus sp. nr. asper* Hempel (Hemiptera: MARGARODIDAE) feeding on leguminous trees in brazil. *Entomologica*, V.33, 275-278. Recuperado de <http://ojs.cimedoc.uniba.it/index.php/entomol/article/view/846/676>

- Calderón, E. (2001). *Plantas colombianas en peligro, extintas o en duda*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cárdenas, D., y Salinas, N. (2006). Libro Rojo de Plantas de Colombia: especies maderables amenazadas. I parte. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).
- Cassie, R., y Michael, A. (1968). Fauna and sediments of an intertidal mud flat: a multivariate analysis. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 2(1), 1-23. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098168900105>
- Castillo, A., Puebla, A., Verdugo, W., y Montaña, J. (Septiembre de 2012). Evaluación de insecticidas en el control de áfidos en nogal mediante bioensayos de campo en la costa de Hermosillo, Sonora. En J. Nuñez (Presidencia), *Memoria científica*. Conferencia llevada acabo en el XIII Simposio Internacional de Nogal Pecanero, Hermosillo, Mexico.
- Clifford, H., y Stephenson, W. (1975). *An introduction to numerical classification*. New York, EE.UU: Academic Press.
- Condés, S., y Millán, J. (Septiembre de 2001). Optimización del tamaño de la parcela de muestreo mediante simulación del inventario forestal. En Felipe de Borbón (Presidencia), *Montes para la sociedad del nuevo milenio*. Conferencia llevada acabo en el III Congreso Forestal Español. Granada, España.
- Congreso de Colombia. (1959). Ley 2 del 16 de diciembre de 1959, Bogotá D.C., Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Bogotá, D.C., Diario Oficial 41146.
- Congreso de Colombia. (1994). Ley 165 del 9 de noviembre de 1994. Bogotá, D.C., Diario Oficial No. 41.589.
- Cottam, G., y Curtis, J. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460. doi 10.2307/1930167/epdf

- Crane, E. (1975). *Honey: A Comprehensive Survey*. Londres, Reino Unido Unido: William Heinemann Ltd.
- Chamorro, F. (2011). *Caracterización de la miel y el polen como productos forestales no maderables de los bosques de roble en Boyacá, Colombia* (tesis de especialización). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota, Colombia.
- Chamorro, F., Nates, G., y Kondo, T. (2013). Mielato de *Stigmacoccus asper* (Hemiptera: Stigmacoccidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia/Honeydew of *Stigmacoccus asper* (Hemiptera: Stigmacoccidae): a bee-honey resource in oak forests of Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 61. Recuperado de <https://search.proquest.com/openview/3719ef444c431cfa70a7c25f702e3443/1?pq-origsite=gscholar&cbl=60421>
- Draper, N., y Smith, H. (Ed.). (1981). *Applied Regression Analysis*. New York, EE.UU: John Wiley and Sons.
- Finol, H. (1978). Metodos de regeneración natural en algunos tipos de Bosques Venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, V.26, 17-44.
- Fisher, D., y Gifford, R. (1986). Accumulation and conversion of sugars by developing wheat grains VI. Gradients along the transport pathway from the peduncle to the endosperm cavity during grain filling. *Plant Physiology*, 82(4), 1024-1030. Recuperado de <http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/82/4/1024.full.pdf>
- Gamboa, V. (2014a). *Anexo B. Estudio e identificación de características de composición y biactividad propias de miel de mielato de Apis mellifera* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Gamboa, V. (2014b). *Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de Apis mellifera* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Gamper, H., Koptur, S., García, J., y Plata, A. (2011). Alteration of forest structure modifies the distribution of scale insect, *Stigmacoccus garmilleri*, in Mexican tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science*, 11(1), 124. Recuperado de <https://academic.oup.com/jinsectscience/article/11/1/124/2493467>

- García, C., Suárez, C., y Daza, M. (2010). Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia). *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 74-82. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a10.pdf>
- Gardner, R., y Beggs, J. (2009). Distribution and abundance of endemic coelostomidiid scale insects (Hemiptera: Coelostomidiidae) in Auckland forests, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 138-146. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/24060616>
- Gómez, J., y Güiza, P. (2017). *Evaluación ecológica y estructural de la vegetación del bosque de roble (Quercus humboldtii), en el municipio de Molagavita y San Andrés, departamento de Santander, Colombia* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Málaga, Colombia.
- Gómez, M., Toro, J., y Piedrahita, C. (2013). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Recuperado de <http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/Arb%C3%B3reas-Nativas.pdf>
- Gómez, R. (2010). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación*. Recuperado de <http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/fenologia.pdf>
- Grant, W., y Beggs, J. (1989). Carbohydrate analysis of beech honeydew. *New Zealand journal of zoology*, 16(3), 283-288.
- Hempel, A. (1900). As coccidas Brasileiras. *Revista do Museu Paulista*. V.4, 365-537
- Hernández, J., Walschburger, T., Ortiz, R., y Hurtado, A. (1992). Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. *La diversidad biológica de Iberoamérica.*, V.1, 55-103.
- Hodgson, C., Gamper, H., Bogo, A., y Watson, G. (2007). A taxonomic review of the Margarodoid genus *Stigmatococcus* Hempel (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Stigmatococcidae), with some details on their biology. *Zootaxa*, V.1507, 1-55. Recuperado de <http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/z01507p055f.pdf>

- Hodkinson, I. (1999). Biocontrol of eucalyptus psyllid *Ctenarytaina eucalypti* by the Australian parasitoid *Psyllaephagus pilosus*: a review of current programmes and their success. *Biocontrol News and Information*, 20(4), 129N-134N. Recuperado de <http://cabweb.org/PDF/BNI/bnira51.pdf>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*: Agroamérica. Recuperado de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=zonas+de+vida+de+holdridge&ots=oNay-vZIFM&sig=fYCtn5opy4BMrETj1ytrXxeeY&redir_esc=y#v=onepage&q=zonas%20de%20vida%20de%20holdridge&f=false
- Hosokawa, R. (1986). *Manejo e economía de florestas*. Roma, Italia: FAO.
- Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. (1974). Resolución Numero 0316 del 7 de marzo de 1974, Bogota D.C.: INDERENA.
- Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. (1975). Resolución Numero 1408 de 1975, Bogota D.C.: INDERENA.
- Kappelle, M. (1996). *Los bosques de roble (Quercus) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica: biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo*. Amsterdam, Países Bajos: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Madrigal, A. (2003). *Insectos Forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Malumphy, C. (1997). Morphology and anatomy of honeydew eliminating organs. *World Crop Pests*, v.7, 269-274. doi: 10.1016/S1572-4379(97)80057-7
- Manual de campo: Inventario Forestal Nacional Colombia Versión: 2.1. (2015). Bogota D.C.: IDEAM, MINAMBIENTE y DANE.
- Minambiente-DNP: UPA. (1996). Política de Bosque, Documento CONPES No. 2834: Bogotá, enero de 1996.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución Numero 096 del 20 de enero de 2006, Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Resolución Numero 192 del 10 de febrero del 2014, Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 1912 del 15 de septiembre del 2017, Bogotá D.C.

Molyneux, R., Campbell, B., y Dreyer, D. (1990). Honeydew analysis for detecting phloem transport of plant natural products. *Journal of Chemical Ecology*, 16(6), 1899-1909. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01020503>

Muller, C. (1942). *The Central American species of Quercus*. Washington EE.UU: Government Printing Office.

Palacio, J., y Fernández, J. (Diciembre de 2006). Estado de la investigación en genética de la conservación de los robles (Fagácea) en Colombia. En E. Escobar (Directora), *Memorias*. Conferencia llevada a cabo en el I Simposio Internacional de Roble y Ecosistemas Asociados, Bogotá, Colombia.

Pielou, E. (1975). Ecological diversity. *Wiley Interscience*, 22 (1), 165. doi: 10.4319/lo.1977.22.1.0174b


Pineda, L., y Guevara, L. (2007). *Análisis estructural, composición florística y comparativa de seis bosques de roble (Quercus humboldtii) en el norte de Boyaca y García Rovira en Santander* (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Málaga, Colombia.

Presidencia de Colombia. (1974). Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974: Bogotá D.C.: Diario Oficial 34243.

Presidencia de Colombia. (2003). Decreto 216 del 3 de febrero de 2003: Bogotá D.C.: Diario Oficial 45086.

- Rangel, J., y Garzón, A. (1994). *Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumarí*. Pereira, Colombia: Corporación Autónoma Regional de Risaralda.
- Rojas, A., Suárez, J., Guauque, J., y Otavo, E. (2002). *Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Sherman, G., Sutton, T., Blazek, R., y Luthman, L. (2004). *Quantum GIS User Guide*. Version 1.8.0. Software. Recuperado de <http://docs.qgis.org/1.8/pdf/>
- Simpson, E. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, v.163, 688. doi:10.1038/163688a0
- Whittaker, R. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213-251. doi: 10.2307/1218190
- Wilkinson, J., Twell, D., y Lindsey, K. (1997). Activities of CaMV 35S and nos promoters in pollen: implications for field release of transgenic plants. *Journal of Experimental Botany*, 48(2), 265-275. doi:10.1093/jxb/48.2.265
- Williams, J., y Williams, D. (1980). Excretory behaviour in soft scales (Hemiptera: Coccidae). *Bulletin of Entomological Research*, 70(2), 253-257. doi: 10.1017/S0007485300007513

Apéndice 3. Cartera de campo para captura de información de densidades de insecto.

DENSIDAD DE INSECTOS (Robledal Potrero Rodríguez, Molagavita Santander)					 Universidad Industrial de Santander
Juliana Ortiz & Ricardo Salazar					
FECHA		Norte:	PARCELA (No.) :		Formato No ____ de ____
		Este:	ALTITUD (m) :		
ARBOL (No.)	NOMBRE CIENTIFICO (Genero y especie)	INFESTACIÓN (%)	DENSIDAD		OBSERVACIÓN
			2 m	3 m	
		25 - 50 - 75 - 100			
		25 - 50 - 75 - 100			
		25 - 50 - 75 - 100			
		25 - 50 - 75 - 100			

Apéndice 4. Composición Florística Latizal

Familia	Nombre científico	N. Común	N. Árboles
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i>	Garrocho	44
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex kunthiana</i>	Sombrerito	1
ARALIACEAE	<i>Oreopanax acerifolius</i>	Mano de Oso 2	5
	<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de Oso	17
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia comocladifolia</i>	Cedrillo	1
	<i>Brunellia propinqua</i>	Cedrillo Nogal	4
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i>	Garrocho	1
CHOLRANTHACEAE	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Granizo	1
CLETHRACEAE	<i>Clethra sp</i>	Auyamo	3
CLUSIACEAE	<i>Clusia grandiflora</i>	Gaque Hoja grande	5
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	5
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	6
ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i>	Uva Camarera	1
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia paniculata</i>	Tobo	3
FAGACEAE	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	161
HELIOTROPIACEAE	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Indio	3
LAURACEAE	<i>Ocotea guianensis</i>	Susque	10
	<i>Persea ferruginea</i>	amarillo	1
LORANTHACEAE	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Asarito	1
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia floribunda</i>	Tuno	5
MORACEAE	<i>Morus insignis</i>	Lechero	4
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	Cucharo rojo	47
	<i>Myrsine latifolia</i>	Cucharo	19
PROTEACEAE	<i>Panopsis suaveolens</i>	Mango	12
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus goudotiana</i>	Florito	3
RUBIACEAE	<i>Cinchona pubescens</i>	Quina	1
	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafecito	22
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	4
	<i>Solanum oblongifolium</i>	Bailarín	2
STYRACEAE	<i>Styrax trichocalyx</i>	Cacaíto	20

Apéndice 5. Resultados absolutos y relativos de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI de las especies registradas.

Nombre Científico	FUSTAL							LATIZAL						
	FA	FR (%)	AA	AR (%)	DA	DR (%)	IVI (%)	FA	FR (%)	AA	AR (%)	DA	DR (%)	IVI (%)
<i>Brunellia comocladifolia</i>	1	1,30	2	0,33	0,04	0,12	1,75	1	0,63	1	0,24	0,00	0,37	1,24
<i>Brunellia propinqua</i>	1	1,30	2	0,33	0,10	0,27	1,90	2	1,26	4	0,97	0,01	1,14	3,37
<i>Cestrum sp</i>	1	1,30	7	1,15	0,10	0,27	2,71	3	1,89	4	0,97	0,01	0,57	3,43
<i>Cinchona pubescens</i>								1	0,63	1	0,24	0,00	0,26	1,14
<i>Clethra sp</i>	1	1,30	1	0,16	0,02	0,07	1,53	1	0,63	3	0,73	0,01	0,57	1,93
<i>Clusia grandiflora</i>	2	2,60	2	0,33	0,06	0,16	3,09	4	2,52	5	1,21	0,01	0,57	4,30
<i>Clusia multiflora</i>	4	5,19	9	1,47	0,33	0,93	7,59	3	1,89	5	1,21	0,01	0,73	3,83
<i>Escallonia paniculata</i>	2	2,60	4	0,65	0,04	0,12	3,37	2	1,26	3	0,73	0,01	1,28	3,27
<i>Ficus insipida</i>	1	1,30	1	0,16	0,06	0,17	1,64							
<i>Freziera arbutifolia</i>	4	5,19	6	0,98	0,20	0,56	6,74							
<i>Gaiadendron punctatum</i>	1	1,30	1	0,16	0,03	0,08	1,55	1	0,63	1	0,24	0,00	0,20	1,08
<i>Gordonia fruticosa</i>	2	2,60	2	0,33	0,36	1,02	3,95							
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>								1	0,63	1	0,24	0,00	0,08	0,95
<i>Ilex kunthiana</i>								1	0,63	1	0,24	0,00	0,06	0,93
<i>macleania rupestris</i>								1	0,63	1	0,24	0,00	0,06	0,93
<i>Miconia caudata</i>	1	1,30	1	0,16	0,01	0,03	1,50							
<i>Miconia floribunda</i>	1	1,30	3	0,49	0,08	0,23	2,02	4	2,52	5	1,21	0,01	0,83	4,56
<i>Morus insignis</i>								3	1,89	4	0,97	0,00	0,47	3,33
<i>Myrsine coriácea</i>	4	5,19	4	0,65	0,06	0,18	6,03	16	10,06	47	11,41	0,10	9,46	30,94

Continuación Apéndice 5.

<i>Myrsine latifolia</i>	1	1,30	2	0,33	0,02	0,06	1,69	10	6,29	19	4,61	0,05	5,25	16,16
<i>Ocotea calophylla</i>		0,00	1	0,16	0,07	0,18	0,35							
<i>Ocotea guianensis</i>								6	3,77	10	2,43	0,02	1,57	7,77
<i>Oreopanax acerifolius</i>								4	2,52	5	1,21	0,01	1,27	5,00
<i>Oreopanax incisus</i>								10	6,29	17	4,13	0,04	3,50	13,92
<i>Palicourea angustifolia</i>	4	5,19	10	1,64	0,15	0,43	7,26	7	4,40	22	5,34	0,03	2,70	12,44
<i>Panopsis suaveolens</i>	7	9,09	8	1,31	0,10	0,28	10,68	9	5,66	12	2,91	0,04	4,08	12,66
<i>Persea ferruginea</i>								1	0,63	1	0,24	0,00	0,48	1,35
<i>Quercus humboldtii</i>	25	32,47	528	86,42	33,47	94,04	212,92	36	22,64	161	39,08	0,52	50,73	112,45
<i>Rhamnus goudotiana</i>								1	0,63	3	0,73	0,00	0,31	1,67
<i>Solanum oblongifolium</i>								1	0,63	2	0,49	0,00	0,28	1,39
<i>Styrax trichocalyx</i>	2	2,60	2	0,33	0,03	0,09	3,02	7	4,40	20	4,85	0,03	2,69	11,95
<i>Tournefortia fuliginosa</i>								1	0,63	3	0,73	0,01	0,88	2,23
<i>Viburnum triphyllum</i>	5	6,49	6	0,98	0,07	0,21	7,68	17	10,69	45	10,92	0,09	8,33	29,94
<i>Weinmannia tomentosa</i>	7	9,09	9	1,47	0,17	0,46	11,03	5	3,14	6	1,46	0,01	1,28	5,88
Total	77	100	611	100	35,6	100	300	159	100	412	100	1,03	100	300

Apéndice 6. Posición sociológica fustal

Especies	DOM	PSA DOM	COD	PSA COD	OPR	PSA OPR	PSA	PSR
<i>Brunellia comocladifolia</i>	2	1,15					1,15	0,40
<i>Brunellia propinqua</i>	2	1,15					1,15	0,40
<i>Cestrum sp</i>	1	0,57	2	0,75	4	0,20	1,52	0,53
<i>Clethra sp</i>			1	0,38			0,38	0,13
<i>Clusia grandiflora</i>			2	0,75			0,75	0,26
<i>Clusia multiflora</i>	3	1,72	5	1,88	1	0,05	3,65	1,26
<i>Escallonia paniculata</i>			2	0,75	2	0,10	0,85	0,29
<i>Ficus insipida</i>	1	0,57					0,57	0,20
<i>Freziera arbutifolia</i>	5	2,87	1	0,38			3,25	1,12
<i>Gaiadendron punctatum</i>					1	0,05	0,05	0,02
<i>Gordonia fruticosa</i>	1	0,57	1	0,38			0,95	0,33
<i>Miconia caudata</i>					1	0,05	0,05	0,02
<i>Miconia floribunda</i>			3	1,13			1,13	0,39
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,57	2	0,75	1	0,05	1,38	0,48
<i>Myrsine latifolia</i>	1	0,57			1	0,05	0,62	0,22
<i>Ocotea calophylla</i>	1	0,57					0,57	0,20
<i>Palicourea angustifolia</i>	2	1,15	6	2,26	2	0,10	3,51	1,21
<i>Panopsis suaveolens</i>	2	1,15	3	1,13	3	0,15	2,43	0,84
<i>Quercus humboldtii</i>	326	187,28	191	71,90	11	0,54	259,72	89,65
<i>Styrax trichocalyx</i>	1	0,57	1	0,38			0,95	0,33
<i>Viburnum triphyllum</i>			4	1,51	2	0,10	1,60	0,55
<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	1,15	6	2,26	1	0,05	3,46	1,19
Total	351	201,64	230	86,58	30	1,47	289,69	100

Apéndice 7. Índice de predominancia fisionómica de las especies presentes en el robleal

Especie	Abi.	Abi. relativa	Cob.	Cob. relativa	No. de individuos	Densidad relativa	IPF	IPF %
<i>Brunellia comocladifolia</i>	0.04	0.12	23.37	0.15	2	0.33	0.60	0.20%
<i>Brunellia propinqua</i>	0.10	0.27	45.75	0.29	2	0.33	0.89	0.30%
<i>Cestrum sp</i>	0.10	0.27	76.74	0.48	7	1.15	1.90	0.63%
<i>Clethra sp</i>	0.02	0.07	13.53	0.09	1	0.16	0.32	0.11%
<i>Clusia grandiflora</i>	0.06	0.16	33.77	0.21	2	0.33	0.70	0.23%
<i>Clusia multiflora</i>	0.33	0.93	126.51	0.80	9	1.47	3.20	1.07%
<i>Escallonia paniculata</i>	0.04	0.12	11.84	0.07	4	0.65	0.85	0.28%
<i>Ficus insipida</i>	0.06	0.17	35.41	0.22	1	0.16	0.56	0.19%
<i>Freziera arbutifolia</i>	0.20	0.56	70.79	0.45	6	0.98	1.99	0.66%
<i>Gaiadendron punctatum</i>	0.03	0.08	24.98	0.16	1	0.16	0.41	0.14%
<i>Gordonia fruticosa</i>	0.36	1.02	84.70	0.53	2	0.33	1.88	0.63%
<i>Miconia caudata</i>	0.01	0.03	5.52	0.03	1	0.16	0.23	0.08%
<i>Miconia floribunda</i>	0.08	0.23	37.06	0.23	3	0.49	0.95	0.32%
<i>Myrsine coriacea</i>	0.06	0.18	9.94	0.06	4	0.65	0.90	0.30%
<i>Myrsine latifolia</i>	0.02	0.06	10.36	0.07	2	0.33	0.46	0.15%
<i>Ocotea calophylla</i>	0.07	0.18	25.16	0.16	1	0.16	0.51	0.17%
<i>Palicourea angustifolia</i>	0.15	0.43	46.62	0.29	10	1.64	2.36	0.79%
<i>Panopsis suaveolens</i>	0.10	0.28	123.32	0.78	8	1.31	2.37	0.79%
<i>Quercus humboldtii</i>	33.47	94.04	14955.55	94.30	528	86.42	274.75	91.58%
<i>Styrax trichocalyx</i>	0.03	0.09	9.77	0.06	2	0.33	0.48	0.16%
<i>Viburnum triphyllum</i>	0.07	0.21	33.08	0.21	6	0.98	1.40	0.47%
<i>Weinmannia tomentosa</i>	0.17	0.46	56.21	0.35	9	1.47	2.29	0.76%
	35.60	100	15859.97	100	611	100	300	100%

Apéndice 8. Base de datos obtenida del análisis exploratorio con la eliminación de los Outliers e Inliers.

Parcela	Longitud	Latitud	Infestación
1	1143169.6	1229779.4	78.00
2	1143009.4	1229619.6	19.74
3	1143169.3	1229619.3	56.67
4	1143329.3	1229619.1	62.50
5	1142849.1	1229460.0	59.09
6	1143009.0	1229459.6	58.33
7	1143168.9	1229459.3	39.58
8	1143329.1	1229459.2	53.85
9	1143489.0	1229458.8	63.89
10	1143649.0	1229458.4	23.21
11	1143328.7	1229299.1	62.50
12	1143488.7	1229298.8	67.11
13	1143648.7	1229298.5	36.54
14	1143168.5	1229139.2	59.21
15	1143328.1	1229145.7	43.52
16	1143488.1	1229138.5	25.00
17	1143648.4	1229138.5	53.13
18	1143328.1	1228979.1	17.31
19	1143488.0	1228978.8	59.62
20	1143648.0	1228978.5	54.17
21	1143808.2	1228978.1	25.00
22	1143955.8	1228979.3	13.79
23	1143967.8	1228818.0	39.66
24	1144127.8	1228817.6	24.60
25	1143996.6	1228720.1	36.11

Apéndice 9. evidencia fotográfica del estado general del bosque.



Apéndice 10. Estado general del robledal.



Apéndice 11. Establecimiento de parcelas.



Apéndice 12. Medición y marcaje de los árboles.



Apéndice 13. Medición de alturas.



*Apéndice 14. Conteo de individuos de *Stigmacoccus asper*.*



Apéndice 15. Observación directa del fuste de árboles altamente infestados.



Apéndice 16. Filamento anal y gota de mielato, producto del proceso de alimentación de *Stigmacoccus asper*.



Apéndice 17. filamentos anales de *Stigmacoccus asper* y presencia de fumaginas.



Apéndice 18. Afectación por fumaginas en plantas de los estratos inferiores.



Apéndice 19. Árbol de *Quercus humboldtii* infestado en su totalidad por la presencia de *Stigmacoccus asper* y fumaginas.



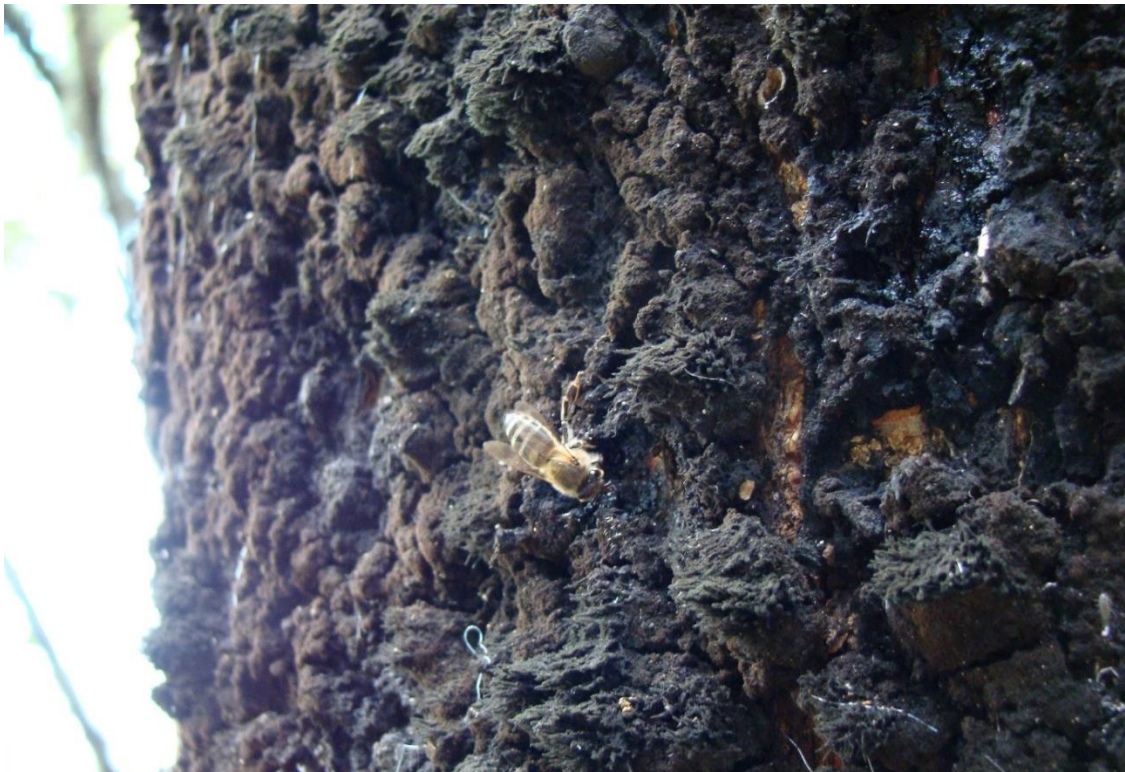
Apéndice 20. presencia de fumaginas en el suelo y raíces del bosque.



Apéndice 21 Stigmacoccus asper en etapa adulta.



Apéndice 22. Abejas alimentándose de mielato




Apéndice 23. *Weinmannia tomentosa* afectada por crecimiento de fumaginas.




Apéndice 24. Ataque de las fumaginas a la regeneración natural de *Quercus humboldtii*



Apéndice 25. Evidencia fotográfica de la especie *Ilex kunthiana*.

<p>Nombre científico: <i>Ilex kunthiana</i> Triana</p> <p>Nombre común: Sombrito</p> <p>Familia: AQUIFOLIACEAE</p>	
---	--

Apéndice 26. Evidencia fotográfica de la especie *Oreopanax acerifolius*.

<p>Nombre científico: <i>Oreopanax acerifolius</i> (Schult.) Seem.</p> <p>Nombre común: Mano de oso</p> <p>Familia: ARALIACEAE</p>	
---	--

Apéndice 27. Evidencia fotográfica de la especie *Oreopanax incisus*.

Nombre científico:

Oreopanax incisus (Schult.) Decne. & Planch.

Nombre común:

Mano de oso

Familia: ARALIACEAE



Apéndice 28. Evidencia fotográfica de la especie *Brunellia comocladifolia*.

Nombre científico:

Brunellia comocladifolia Bonpl.


Nombre común:

cedrillo


Familia: BRUNELLIACEAE



Apéndice 29. Evidencia fotográfica de la especie *Brunellia propinqua*.

<p>Nombre científico: <i>Brunellia propinqua</i> Kunth</p> <p>Nombre común: Cedrillo nogal</p> <p>Familia: BRUNELLIACEAE</p>	
---	--

Apéndice 30. Evidencia fotográfica de la especie *Viburnum triphyllum*.

<p>Nombre científico: <i>Viburnum triphyllum</i> Benth.</p> <p>Nombre común: Garrocho</p> <p>Familia: ADOXACEAE</p>	
--	--

Apéndice 31. Evidencia fotográfica de la especie *Hedyosmum bonplandianum*.

Nombre científico:

Hedyosmum bonplandianum Kunth

Nombre común:

Garrocho

Familia: CAPRIFOLIACEAE



Apéndice 32. Evidencia fotográfica de la especie *Clusia grandiflora*.

Nombre científico:

Clusia grandiflora Splitg.

Nombre común:

Gaque de hoja grande

Familia: CLUSIACEAE



Apéndice 33. Evidencia fotográfica de la especie Clusia multiflora.

Nombre científico:

Clusia multiflora Kunth

Nombre común:

Gaque

Familia: CLUSIACEAE



Apéndice 34. Evidencia fotográfica de la especie Weinmannia tomentosa.

Nombre científico:

Weinmannia tomentosa L.f.

Nombre común:

Encenillo

Familia: CUNONIACEAE



Apéndice 35. Evidencia fotográfica de la especie *Macleania rupestris*.

Nombre científico:
Macleania rupestris (Kunth)
A.C.Sm.

Nombre común:
Uva camarera

Familia: ERICACEAE



Apéndice 36. Evidencia fotográfica de la especie *Escallonia paniculata*.

Nombre científico:
Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.)
Schult.

Nombre común:
Tobo

Familia: ESCALLONIACEAE



Apéndice 37. Evidencia fotográfica de la especie *Quercus humboldtii*.

Nombre científico:

Quercus humboldtii Bonpl.

Nombre común:

Roble

Familia: FAGACEAE



Apéndice 38. Evidencia fotográfica de la especie *Ocotea calophylla*

Nombre científico:

Ocotea calophylla Mez

Nombre común:

Susque

Familia: LAURACEAE



Apéndice 39. Evidencia fotográfica de la especie *Gaiadendron punctatum*.**Nombre científico:**

Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don

Nombre común:

Asarito

Familia: LORANTHACEAE

Apéndice 40. Evidencia fotográfica de la especie *Miconia floribunda*.**Nombre científico:**

Miconia floribunda (Bonpl.) DC.

Nombre común:

Tuno

Familia: MELASTOMATACEAE



Apéndice 41. Evidencia fotográfica de la especie Ficus insipida.

Nombre científico:
Ficus insipida Willd.

Nombre común:
Higuerón

Familia: MORACEAE

*Apéndice 42. Evidencia fotográfica de la especie Freziera arbutifolia.*

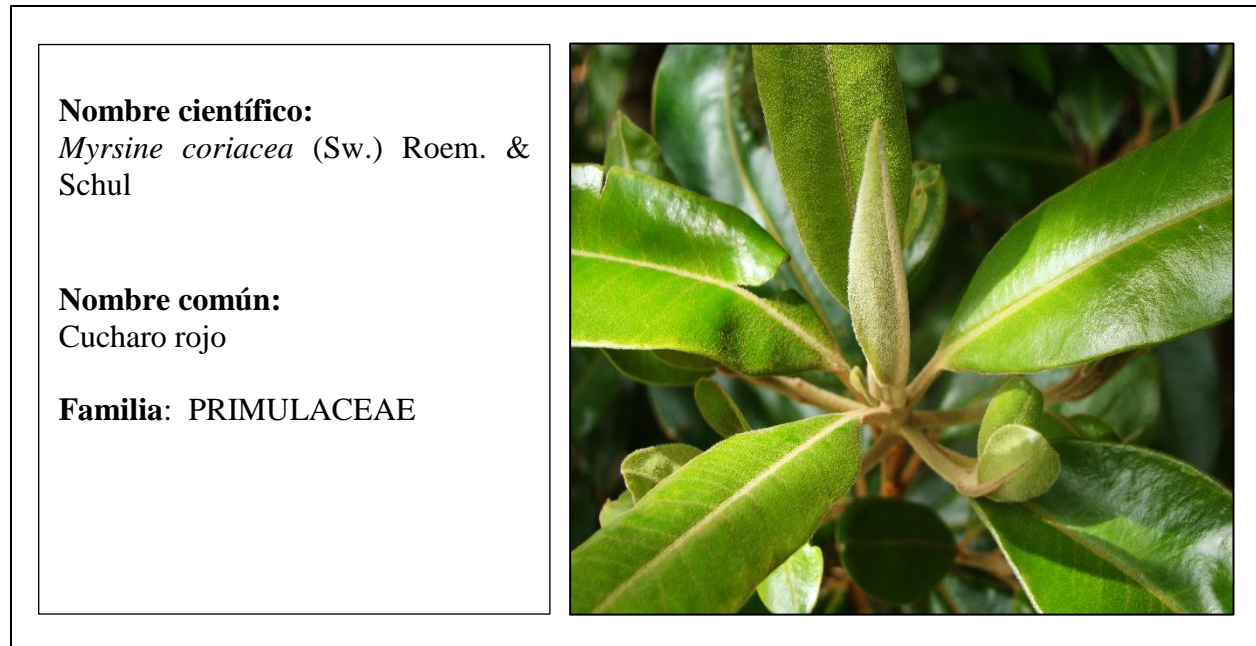
Nombre científico:
Freziera arbutifolia Planch. &
Triana

Nombre común:
Peine.

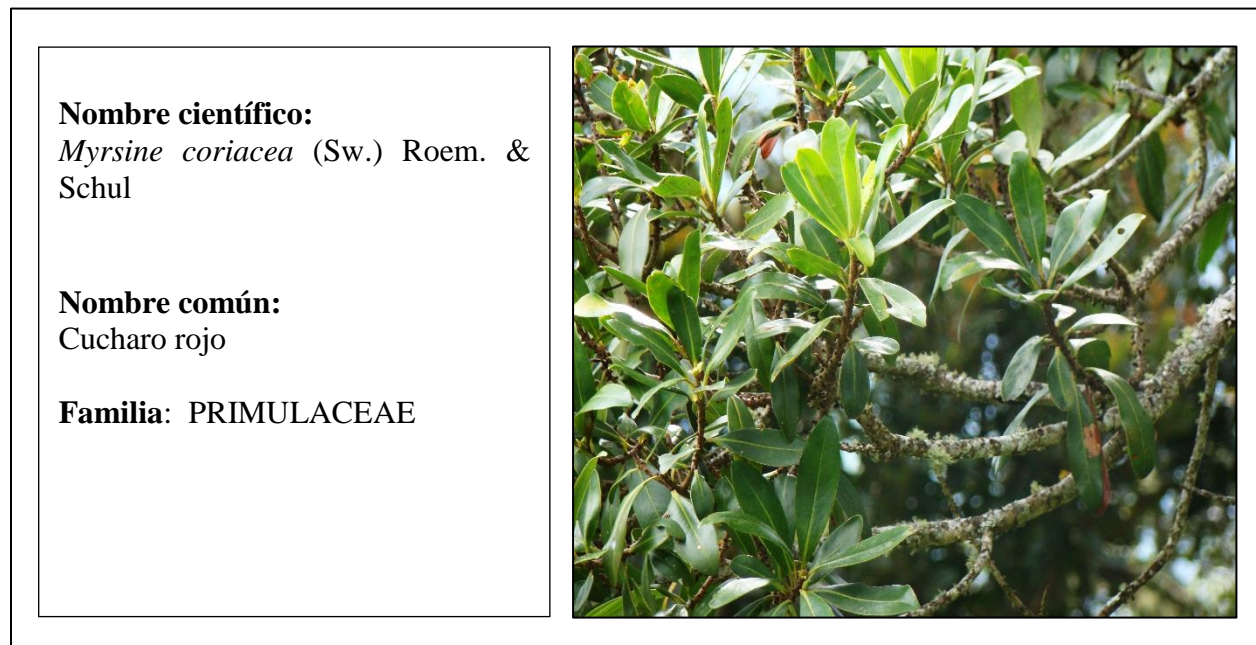
Familia: PENTAPHYLACACEAE



Apéndice 43. Evidencia fotográfica de la especie *Myrsine coriacea*.



Apéndice 44. Evidencia fotográfica de la especie *Myrsine coriacea*.



Apéndice 45. Evidencia fotográfica de la especie *Panopsis suaveolens*.**Nombre científico:**

Panopsis suaveolens (Klotzsch)
Pittie

Nombre común:

Mango

Familia: PROTEACEAE

Apéndice 46. Evidencia fotográfica de la especie *Rhamnus goudotiana*.**Nombre científico:**

Rhamnus goudotiana Triana &
Planch.

Nombre común:

Florito

Familia: RHAMNACEAE



Apéndice 47. Evidencia fotográfica de la especie *Palicourea angustifolia*.

Nombre científico:

Palicourea angustifolia Kunth

Nombre común:

Cafecito

Familia: RUBIACEAE



Apéndice 48. Evidencia fotográfica de la especie *Cinchona pubescens*.

Nombre científico:

Cinchona pubescens Vahl

Nombre común:

Quina

Familia: RUBIACEAE



Apéndice 49. Evidencia fotográfica de la especie *Cestrum sp.*

Nombre científico:

Cestrum sp

Nombre común:

Tinto

Familia: SOLANACEAE



Apéndice 50. Evidencia fotográfica de la especie *Styrax trichocalyx*.

Nombre científico:

Styrax trichocalyx Perkins

Nombre común:

Cacaíto

Familia: STYRACEAE

