COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y FITOGEOGRAFÍA EN RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL EN LOS MONTES DE MARÍA (SUCRE – COLOMBIA)

FRAN YAIR HERAZO VITOLA

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS

SINCELEJO

2017

COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y FITOGEOGRAFÍA EN RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL EN LOS MONTES DE MARÍA (SUCRE – COLOMBIA)

FRAN YAIR HERAZO VITOLA

Trabajo de grado para optar el título de;

Magíster en Biología

Director:

MSc. JORGE DAVID MERCADO GÓMEZ

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS

SINCELEJO

2017

Notas de aceptación:

Firma de presidente del jurado

Firma del jurado 2

Firma del jurado

Sincelejo, Sucre (21/03/2017)

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, fortaleza y voluntad para iniciar esta investigación, por darme la dadiva de formarme como un mejor ser, por estar en las madrugadas y trasnochadas que fueron necesarias en la finalización de esta investigación.

A mi madre Mariela Vitola Pedraza y mi padre Efraín Herazo Ríos, por su esfuerzo económico y emocional e impulsarme a alcanzar esta gran meta.

A mis compañeros Steven García Martínez y Yarlenis Mercado Gómez por hacer parte de este logro en su acompañamiento como buenos compañeros y excelente amistad.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mis familiares, sobre todo a mis hermanos Diomar Herazo Vitola, Efraín Herazo Vitola y Keidy Herazo Vitola porque sin ellos esto fuera sido muy difícil, porque gracias a ellos pude avanzar en los momentos más duros. A mi querida compañera Maziel Herrera Castillo por tanto amor y paciencia en este proceso de superación.

A la Universidad de Sucre por permitir mi formación y superación académica. Así mismo a la División de investigaciones de la Universidad de Sucre ***"DIUS"*** *por la financiación de este proyecto. A la Fundación Alejandro Ángel Escobar* ***"Colombia Biodiversa"*** *por acogerme y darme la oportunidad de financiar parte de la investigación a través del programa de fondos de becas.*

A Jorge Mercado Gómez, quien, por su ardua labor y dedicación como tutor, me incentivó y acompaño en este camino de formación, mil gracias por su apoyo.

A Pedro Álvarez, Hernando Gomez, Deiber Bertel y los estudiantes Tatiana Vergara, José Cobo Meza, Viviana Mejía Acosta, Samuel Angulo y Dairo Carrascal Prasca por el apoyo y esfuerzo en la implementación de los transectos y recolecta de la flora en campo; además del procesamiento del material en el Herbario HEUS.

A Diego Zapata, Norberto López y Álvaro Cogollo en el Herbario del Jardín Botánico de Medellín, Joaquín Antonio Uribe (JAUM) por abrirme sus puertas, así como a

Humberto Mendoza Cifuente por su colaboración en la corroboración e identificación de las especies.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS **9**

LISTA DE TABLAS **10**

RESUMEN **12**

ABSTRACT **14**

1. INTRODUCCIÓN **16**

2. MARCO REFERENCIAL **19**

2.1 Marco teórico **19**

2.1.1 ¿Qué es el bosque seco tropical? 19

2.1.2 Tipos de vegetación presentes en el departamento de sucre 20

2.1.2.1 Golfo del Morrosquillo 20

2.1.2.2 Subregión Montes de María 20

2.1.2.3 Subregión Sabanas 21

2.1.2.4 Subregión La Mojana 21

2.1.2.5 Subregión San Jorge 21

3. ANTECEDENTES **22**

3.1 Caracterización florística del bosque seco en Colombia **22**

3.2 Fitogeografía del bosque seco **25**

4. OBJETIVOS **28**

4.1 Objetivo general **28**

4.2 Objetivos específicos **28**

5. METODOLOGÍA **29**

5.1 Área de estudio **29**

5.2 Evaluación de la vegetación **31**

5.3 Composición y estructura **32**

5.4 Fitogeografía.....33

5.4.1 Análisis a nivel mundial.....34

5.4.2 Análisis a nivel Neotropical.....35

5.4.3 Análisis a nivel de Colombia 37

5.4.4 Análisis estadísticos.....38

6. RESULTADOS 40

6.1.1 Hábitos de crecimiento 41

6.2. Estructura vertical y horizontal 42

6.2.1 Área basal 46

6.2.2 Valor de importancia de familias y especies 50

6.3. Análisis fitogeográfico 52

*6.3.1 Fitogeografía para los géneros y especies distribuidos en Montes de María*52

6.3.2 Análisis de distribución a nivel mundial y Neotropical.....52

6.3.3 Análisis a nivel de especies en Colombia 63

6.3.4 Zonas fitogeográficas propuestas para Montes de María.....66

7.1 Composición y estructura.....68

7.2. Análisis fitogeográfico 75

7.2.1 Análisis de distribución mundial a nivel de géneros 75

7.2.2 Análisis de distribución Neotropical a nivel de especies.....77

7.2.3 Análisis de distribución en Colombia a nivel de especies 79

7.2.4 Propuesta de zonación fitogeográfica para Montes de María 80

8. CONCLUSIONES.....83

9. RECOMENDACIONES 86

11. ANEXOS.....99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los puntos de muestreo en Montes de María. 30

Figura 2. Mapa de regionalización biogeográfica. 37

Figura 3. Comparación del número de individuos según las formas de vida en el bosque seco. 41

Figura 4. Comparación del número de individuos según las formas de vida en cada localidad. 42

Figura 5. Clase altimétrica número II. 43

Figura 6. Relación del número de individuos según las clases altimétricas. 44

Figura 7. Clase diamétrica número III. 45

Figura 8. Número de individuos por clases diamétricas en Montes de María. 46

Figura 9. Promedios de área basal (m2) por 0,01 ha en Montes de María. 48

Figura 10. Área basal con respecto a la clase diamétrica número III en Montes de María. ...49

Figura 11. Relación del área basal en metros cuadrado según clases diamétricas (cm) en Monte de María. 50

Figura 12. Zona de transición Montes de María. 53

Figura 13. Distribución de las zonas biogeográficas a nivel Neotropical. 54

Figura 14. Especies en Montes de María compartidas con las provincias para Colombia. 63

Figura 15. Análisis multivariados de asociaciones en Montes de María. 67

Figura 16. Relación entre el número de especies halladas en Montes de María y su distribución en el Neotrópico. 78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de muestreo en Montes de María. 29

Tabla 2. Composición florística de los puntos de muestreo en Montes de María (Sucre).....40

Tabla 3. Total de área basal (m^2) en 0,01 ha en Montes de María.....47

Tabla 4. Primeras cinco familias y especies con mayor IVF – IVI en Montes de María. 51

Tabla 5. Listado de especies con distribución compartida entre las diferentes subregiones, dominios biogeográficos y Montes de María.....55

Tabla 6. Especies de Montes de María compartida con los dominios biogeográficos. 64

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Familias y especies reportadas para cada localidad de muestreo en Montes de María del departamento de Sucre. Casa Amarilla uno[1]; Casa Amarilla dos[2]; Paraíso[3]; Pajarito[4]; Garrapata[5]; El Cacao[6] y Roca Madre[7]. 99

Anexo 2. Asociaciones florísticas para Montes de María según análisis MDS y CA.....107

RESUMEN

Se caracterizó la estructura, composición y se analizaron las relaciones biogeográficas de las especies distribuidas en siete localidades ubicadas en los Montes de María en el departamento de Sucre (Colombia). Estas localidades fueron muestreadas a través del método RAP con modificaciones (Álvarez et al., 2001). Con base en los censos y medidas de altura de todos los individuos con DAP ≥ 1 cm se estableció la composición y la estructura de la flora leñosa principalmente, así mismo los individuos herbáceos fueron recolectados. Para comparar la estructura horizontal y vertical en todos los puntos muestreados, se censaron todos los individuos y se agruparon en tres clases de altura y diámetro. Con el fin de establecer la relación fitogeografía de las especies se emplearon comparaciones espaciales entre los taxones reportados en los Montes de María y la ocurrencia sobre áreas geográficas a nivel mundial (géneros), Neotropical y nacional (especies) usando sistemas de información geográfica (SIG). Un total de 363 especies fueron registradas en 196 géneros y 65 familias. Las familias con mayor importancia ecológica fueron Fabaceae, Rubiaceae y Capparaceae. Las especies con mayor IVI fueron Simira cordifolia, Trichilia acuminata y Myrcia fallax. Con respecto al hábito de crecimiento, el arbustivo fue el más predominante, seguido por árboles y el menos representativo fue el de las hierbas. Las clases altimétricas, diamétricas y área basal señalaron que Paraíso, Pajarito, Garrapata y Casa Amarilla uno fueron las que presentaron mejor estado de conservación, ya que estas acumularon el mayor número de ínvidos en la clase II (arboles adultos entre 5,1 y 10 m.) y con mayor área balas, clase III (arboles maderables entre 22 y 46 cm). El análisis fitogeográfico de los géneros a nivel mundial indicó que el 78% es de origen Neotropical, 11% Pantropical, 6% Américo-Africano, 5% Américo-Asiático, y 1,3% Austral-Antártico. Mientras que para las especies en relación al Neotrópico se encontró la mayor afinidad con el dominio Boreal Brasileño,

seguido por el Mesoamericano. Para la distribución de las especies en Colombia se pudo establecer que el área de muestreo es una zona de transición entre dos provincias Guajira y Magdalena. Por último, se establecieron tres zonas fitogeográficas para Montes de María; la primera conformada por El Cacao, la segunda por Paraíso, Pajarito, Garrapata y Roca Madre, y la tercera por Casa Amarilla uno y dos.

Palabras claves: Neotrópico, Colombia, Caribe, Angiospermas, bosque seco tropical.

ABSTRACT

The structure, composition and phytogeography were characterized in fragments of tropical dry forest located in the Montes de María in the department of Sucre (Colombia). A total of seven localities were sampled through the RAP method of Gentry (1982) and modifications of Alvarez et al. (2001). A total of 363 species were recorded in 196 genera and 65 families. In order to establish the geographical distribution, spatial comparisons were used between the rate reported in the Montes de Maria and the occurrence in the global geographic areas (genus), Neotropical and national (species) using GIS (Lowenberg-Neto, 2014). The families with the greatest ecological importance were Capparaceae, Fabaceae and Rubiaceae. The species with higher IVI were *Simira cordifolia*, *Trichilia acuminata* and *Myrcia fallax*. With respect to the habit of growth, the bush was the most predominant, followed by the trees and the less representative was the grass. The altimetric, diametrical and basal areas indicated that Paraíso, Pajarito, Garrapata and Casa Amarilla were the ones that presented the best condition, since they accumulated the largest number of inscriptions in class II (adult trees between 5.1 and 10 m). Bullets area, class III (wood trees between 22 and 46 cm). Global phytogeographic analysis indicates that 78% are Neotropical, 11% Pantropical, 6% Americo-African, 5% Americo-Asian and 1.3% Austral-Antarctic. While for the species in relation to the Neotropic one found greater affinity with the Brazilian boreal domain, followed by Mesoamerican. For the distribution of the species in Colombia it was possible to establish that the sampling area is a zone of transition between two provinces Guajira and Magdalena. Finally, three phytogeographic zones were established for Montes de María; The first is formed by El Cacao, the second by Paraíso, Pajarito, Garrapata and Roca Madre and the third by the Yellow House one and two.

Key words: Neotropic, Colombia, Caribbean, Angiosperms, Tropical Dry Forest.

1. INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (bs-t) es uno de los ecosistemas más frágiles en todo el trópico (Murphy y Lugo, 1995b); las condiciones climáticas y de fertilidad en sus suelos ha facilitado el desarrollo de una variedad de actividades humanas, aspecto que lo ha fragmentado y degradado fuertemente (P. Murphy y A. Lugo, 1986). En Colombia el bs-t, no sólo se encuentra amenazado por la agricultura, también el constante avance por la ganadería y minería lo tienen en riesgo y vía de extinción, de tal forma que sólo resta menos del 4% de la cobertura original (Pizano C y García H, 2014).

Además de la degradación antrópica del paisaje y de la rápida disminución de la cobertura vegetal, el bs-t ha recibido menos atención científica en comparación a otros ecosistemas como los bosques húmedos tropicales (Pizano C y García H, 2014). En este sentido, las investigaciones existentes se han enfocado en determinar la diversidad y estructura de este bioma, empleando herramientas para el conocimiento de su distribución y función, tal como la fitogeografía. Esta garantiza la identificación de zonas de diversidad y endemismo de las especies, además de establecer posibles hipótesis sobre el movimiento histórico y fragmentación actual del bs-t (Pizano C y García H, 2014).

Fuera de los impedimentos humanos y mecanismos empleados para su conocimiento, el bs-t se considera como uno de los ecosistemas más complejos e interesantes del Neotrópico, ya que posee especies con patrones de distribución discontinua, determinados por variaciones como la temperatura y disponibilidad de agua (P. Murphy y A. Lugo, 1986). En este sentido, las especies se concentran mayormente entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio, bajo una extensión de 519,597 KM^2, distribuidas de la siguiente forma; 39% en

Norte y Centro América, 51 % en Suramérica y 10% en las islas del Caribe (Portillo y Sánchez, 2010).

Asimismo, se indica que sólo el 42% de las especies se distribuyen en los países Latinoamericanos (Kalacska, Sánchez-Azofeifa, Calvo-Alvarado, Quesada, y Janzen, 2004; P. Murphy y A. Lugo, 1986). Más hacia el sur, ocupan las costas de Colombia, Ecuador y Perú, rodeando la región semidesértica de la Catinga en el Brasil hasta el norte de Argentina (Sarmiento, 1975).

En Colombia, estos se encuentran sobre el Caribe y los Valles interandinos del Cauca y Magdalena, siendo el Caribe una de las zonas menos intervenida (Pizano y García, 2014). Bajo este contexto, entre los departamentos de Sucre y Bolívar (Pizano C y García H, 2014; Rodríguez, Banda, Reyes, y Estupiñán, 2012) se distribuye uno de los fragmentos con mayor extensión de bs-t en el Caribe, y según Pizano C y García H (2014) con mejor estado de conservación, producto de la influencia de grupos armados que mitigaron la expansión de la agricultura y ganadería (Sampedro, Gómez, y Ballut, 2014). No obstante, en la actualidad un acelerado avance de los procesos antrópicos como los ya mencionados e incluyendo la minería, han causado una gran pérdida de la diversidad existente en los bosques de los Montes de María en el departamento de Sucre (Sampedro et al., 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior se generaron reservas forestales para la protección de estos bosques, con una superficie de 6.653 ha bajo la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza y Montes de María (Aguilera, 2013), la cual contempla localidades en los municipios de Toluviejo, Colosó y Chalán. Sin embargo, sobre estas bosques son poco los estudios que hayan analizado su estructura, composición y distribución, en este sentido se destacan los

estudios de Galvan, Sierra, Gómez, De la ossa, y Patiño (2009), Patiño y Rangel (2011), los cuales sólo se han enfocado en determinar la composición de la reserva primates, dejando de lado otras localidades (Olascuaga, Mercado, y Sánchez, 2015) y áreas adyacentes (Angarita, SanMartin, y Mercado, 2014).

En este orden de idea, en la presente investigación se detallan los resultados que describen los patrones de composición, estructura y fitogeografía en bs-t a partir de 7 localidades en los Montes de María en el departamento de Sucre.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 ¿Qué es el bosque seco tropical?

El bs-t ha tratado de definirse bajo muchos elementos, como su fisionomía, florística, precipitación, humedad y altura (Murphy y Lugo, 1995a) de igual forma varios autores lo han abordado desde diferentes puntos, ya que estos pueden cambiar de acuerdo a la zona geográfica donde se encuentren. Por ejemplo, Holdridge (1947), asume que la precipitación anual del bs-t debería estar entre los 250 y 2.000 mm con temperaturas por encima de los 17ºC y precipitaciones promedios entre 1.000 y 2.000 mm; mientras que Gentry (1995a), sugiere que adicional a los parámetros ambientales, es necesario tener en cuenta la fisionomía y la composición florística, concepto que ratifica lo planteado por Sarmiento (1975); no obstante este último señala que la distinción de un bosque seco puede realizarse con sólo la vegetación (hábito, cobertura, altura, distribución, entre otros).

Por tanto, una definición clara del bs-t aún no ha sido concertada, sin embargo Pizano C y García H (2014) han tratado de establecer un concepto a través de variaciones en la estacionalidad climática y las características del suelo, tal como la textura, características físico químicas, la porosidad, la profundidad del nivel freático y presencia de corazas lateríticas. De esta manera, definir qué variables determinan este ecosistema tan poco ha sido fácil, por lo cual muchos autores han optado por describir las regiones de ocurrencia de este ecosistema. Tal como R Pennington, Lavin, y Oliveira (2009) definen al bs-t como un ecosistema presente en tierras bajas con periodos de sequía entre cinco y seis meces, en el que la vegetación arborescente es decidua durante los periodos de sequía, al igual que Banda

et al. (2016), lo señalan como un bosque con dosel cerrado, ubicados en suelos fértiles, con periodos de tres a seis meces de baja precipitación (100 mm por mes), durante el cual la vegetación es más decidua. aspecto que define la ecología de estos bosques (P. Murphy y A. Lugo, 1986).

2.1.2 Tipos de vegetación presentes en el departamento de sucre

La vegetación del departamento de sucre está definida por formaciones vegetales, tales como bosque de manglar, bosque seco, sabana y bosques inundables (Aguilera, 2005), estos y otros elementos (como la cultura, geografía e historia) han permitido establecer cinco subregiones fisiográficas presentes en el departamento: 1) Golfo de Morrosquillo, Montes de María, Sabanas, San Jorge y La Mojana.

2.1.2.1 Golfo del Morrosquillo

Zona geográfica ubicada al norte del departamento de sucre, comprendida por boques muy secos y porción de sabanas antrópizadas, su mayor extensión vegetal radica en el municipio de San Onofre. Sin embargo, en los municipios de Aguacate y Macayepo (Mas al sureste) la vegetación se torna un poco húmeda, debido a la influencia de algunos arroyos como Aguacate y Macajan (Aguilera, 2005; Promontes, 2003).

2.1.2.2 Subregión Montes de María

Esta se localiza en una formación seguida a la de Golfo de Morrosquillo, sobre la cual se encuentra la mayor extensión de bosque seco del departamento, en un paisaje característico

de montaña. La presencia de muchos árboles maderables y manantiales naturales, han sido una de las razones por las cuales se han creado zonas de reservas forestales (Promontes, 2003).

2.1.2.3 Subregión Sabanas

Está situada en el centro del departamento, se inicia a partir del declive de los Montes de María hasta la depresión del bajo Cauca y San Jorge. Existen pocos relictos de vegetación en esta zona, Sin embargo estos se caracterizan por la presencia de arbustos, arboles pequeños y extensas áreas de pastizales (Aguilera, 2005).

2.1.2.4 Subregión La Mojana

Ubicada en el extremo sur del departamento, La mayor parte de este territorio corresponde a humedales y algunos fragmentos de bosques húmedos. Estas formaciones están constituidas por un complejo de caños, ríos, ciénagas y zapales, que hacen parte de la Depresión Momposina, zona que amortigua y regula la avenida de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge (Aguilera, 2005).

2.1.2.5 Subregión San Jorge

Presenta fragmentos de bosque húmedo, bosque seco y muy seco tropical, al igual que sabanas naturales. Estas sabanas se distribuyen en los límites de San Marco y La Unión y parte del departamento de Córdoba. La escasa cobertura vegetal de bosque han creado condiciones particulares que permiten el predominio de matorrales (Aguilera, 2005).

3. ANTECEDENTES

3.1 Caracterización florística del bosque seco en Colombia

Gran parte del bs-t en Sur América se encuentra distribuido en la costa Caribe de Colombia y Venezuela (Mendoza, 1999). En Colombia se distribuye sobre la Región Caribe (departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico, Bolívar, Magdalena, y sectores de la Sierra Nevada de Santa Marta), Valles interandinos como los del río Magdalena (Llanos de Tolima y Huila) y del río Cauca (Uramita, Dabeiba, Villeta, Bucaramanga, Convención) y enclaves andinos secos como los del cañón del Dabeiba, río Patía y Chicamocha (Carrillo, Rivera, y Sánchez, 2007; IAvH, 1998; Pizano C y García H, 2014). Según Mendoza (1999) en Colombia los fragmentados de bosque más destacados se encuentran en los del valle del Magdalena, mientras que Pizano C y García H (2014) los señalan en el Caribe.

En el Valle del Cauca, Orejuela y Contreras (2006) realizaron un análisis preliminar de la flora del jardín botánico de Cali, donde indican una dominancia marcada de lianas y plántulas de especies en los estratos inferiores, dominado por la familia Aristolochiaceae; así mismo Torres et al. (2012) tratan la dinámica sucesional y el estado de fragmentación del bosque en el Valle del Cauca, mediante el método de parcelas permanentes en el tiempo entre 2009 - 2011, mostrando una disminución florística en esta zona. También, mediante mapas de cobertura vegetal, fotografías aéreas y datos de campo, se ha caracterizado el estado del bosque en la cuenca alta del río Cauca, reportando una alta fragmentación y baja composición en relación a otras localidades del país (Arcila, Valderrama, y Chacón, 2012).

En el Valle del Magdalena, Figueroa y Galeano (2004) presentaron un inventario florístico del desierto de La Tatacoa; además, caracterizaron la vegetación de la región con descripciones botánicas para las especies más representativas, dentro de las cuales destacan a la familia Fabaceae como la más diversa. Asimismo, Mendoza (1999) mediante la metodología propuesta por Gentry, determina la estructura y la diversidad florística de siete remanentes de bosque en el valle del Magdalena, en estos fragmentos, la familias con mayor número de especies también fue Fabaceae, aspecto que coincidió con lo registrado por Gentry (1995) en otros bosques secos de América. Además, este mismo autor menciona que familias como Rubiaceae y Euphorbiaceae están mejor representadas en el Valle del Magdalena. Del mismo modo en el departamento de Antioquia Yepes y Villa (2010) evaluaron el proceso sucesional del bs-t en el municipio de La Pintada e indicaron que este exhibe una estructura típica de sucesión temprana, dominada por la familia Asteraceae y Fabaceae.

En relación a los bs-t en enclaves secos Andinos del rio Chicamocha (Santander), S. Albesiano y J. Rangel (2006) indicaron los cambios que se han presentado en la cobertura vegetal del bosque en esta área y reportaron un predominio de la familia Asteraceae en los hábitos de hierbas y arbustos, mientras que en los arboles Moraceae y Fabaceae sobresalieron; del mismo modo S Albesiano y fernández (2006) elaboraron un catálogo comentado de la flora vascular en un gradiente altitudinal de 500-1200 en esta misma región, dominando por los mismo hábitos, pero en representación de la familia Poaceae. En el departamento de Norte de Santander Carrillo et al. (2007) mediante la metodología propuesta por Gentry analizan la composición y estructura florística de del bs-t del Cerro Tasajero, encontrando una baja similitud florística a nivel nacional, pero con tendencia en el predominio de la familia Fabaceae y del hábito arbustivo.

Aunque la Región Caribe cuenta con la mayor cobertura de bs-t en Colombia y en mejor estado (Pizano C y García H, 2014), los trabajos son muy puntuales y se han concentrado en la estructura de la vegetación; tal es el caso de Dugan (1970) y Mendoza (1999), quienes determinan la fisionomía de manera general del bs-t en la Región Caribe. En los departamentos de Atlántico y Bolívar; Rodríguez et al. (2012) presentan un inventario florístico de especies maderables en seis localidades, donde se destacó Rubiaceae y Apocynaceae, como las más variables.

En el departamento del Magdalena se han llevado a cabo varios inventarios florísticos y estudios de estructura, sobre todo en el Neguaje (Carbonó y Contreras, 1997; Carbonó y García, 2010), en el cual las familias reportadas son las comunes en la mayoría de los bosques secos (Fabaceae y Capparaceae). Con respecto al departamento de la Guajira se describe la estructura del bosque teniendo en cuenta aspectos climáticos y geológicos en la serranía del Macuira (Sugden, 1982) reportando alta abundancia sobre los hábitos de arbustos y árboles, también con familias características del bs-t (Fabaceae, Moraceae y Rubiaceae).

De manera similar que en el resto del país, los fragmentos de bs-t en el departamento de Sucre parecen distribuirse discontinuamente, con la presencia de las familias ya mencionadas. La mayor cobertura vegetal se ubica sobre los Montes de María, en los municipios de Chinulito, Colosó, Coraza, Chalan, Los Palmitos y Tolúviejo (Promontes, 2003). Según Ochoa, Martínez, y De la ossa (2011), los Montes de María conforman un relicto con características florísticas propias de un bs-t , tal como se indica en los pocos registros que han tratado de caracterizar algunas localidades en el departamento, tales como los de Galvan et al. (2009), Patiño y Rangel (2011), los cuales sólo se han centrado en trabajos realizados dentro de los límites de la reserva forestal protectora Serranía de Coraza y

Montes de María, quedando aun sin explorar otras localidades fuera de estos límites con posible gran diversidad (Olascuaga et al., 2015) y con amplia importancia para el departamento (Angarita et al., 2014). Por lo que este estudio propone una comparación florística y estructural sobre siete fragmentos de bs-t distribuidos a lo largo de la formación vegetal de los Montes de María.

3.2 Fitogeografía del bosque seco

El Neotrópico alberga alrededor de un 37% de las plantas vasculares que habitan en el planeta, dentro de las cuales, existen clados que presentan distribución discontinua o disjunta, producto de diferentes procesos históricos y ecológicos (Martins-Fonseca y Lohman, 2015). Estos procesos, han jugado un papel importante en la diversificación de especies y formación de biomas. Un ejemplo de este tipo de distribución tanto a nivel de taxa como de bioma lo presentan especies del bosque seco tropical. El bs-t es considerado uno de los ecosistemas más complejos e interesantes de la naturaleza en el Neotrópico, producto de las adaptaciones que han sufrido sus especies a las altas temperaturas y escasa disponibilidad de agua (P. G. Murphy y A. E. Lugo, 1986; R. T. Pennington, Lavin, y Oliveira-Filho, 2009). Se caracteriza por presentar una temperatura superior a los 17ºC, precipitación anual entre 250 a 2.000 mm y una marcada estacionalidad seca (H. García, Corzo, Isaac, y Etter, 2014). Sin embargo, a pesar de su valor biológico (biogeografía, ecología y evolución) este ecosistema es uno de los más amenazados y fragmentados debido a sus tierras fértiles y productivas, que han sido foco de la agricultura y ganadería (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010).

Con respecto al origen y expansión de estos bosques se han propuesto dos escenarios posibles. En el primer caso se plantea que se originaron y expandieron inicialmente en el

terciario, sugiriendo un corredor por medio del cual hubo flujo de especies de Centroamérica a Suramérica y viceversa, entre el Eoceno-Mioceno (Willis, Franzone, Xi, y Davis, 2014) y Oligoceno - Mioceno (Becerra, 2005; Willis et al., 2014). Posteriormente, diversos eventos geológicos como el levantamiento de los Andes, separaron sus poblaciones (R. T. Pennington et al., 2010). Una segunda hipótesis basada en evidencia palinológica indica que durante la última máxima glaciación entre el Plioceno – Pleistoceno surgieron corredores entre los fragmentos hoy existentes que permitieron el intercambio de especies (Werneck, Costa, Colli, Prado, y Sites Jr, 2011). En otras palabras, la actual distribución del bosque seco se puede deber tanto a eventos ocurridos en el Terciario y el Cuaternario (R. T. Pennington et al., 2004).

En el caso de Colombia, son pocos los estudios que han analizado las relaciones florísticas sobre los bosques secos distribuidos en el Caribe, los valles interandinos de los ríos Magdalena, Cauca, Patía y enclaves pequeños en el resto del país entre los 0 y 1.000 m de altitud (Pizano y García, 2014). En el caso del Caribe, Sarmiento (1975) argumenta que el bs-t se originó y evolucionó en Centro y Sudamérica de forma independiente durante el Pleistoceno. Del mismo modo, se ha propuesto que durante el Cuaternario corredores conectaron los fragmentos hoy existentes que permitieron el recambio de especies (Pizano y García, 2014; Thomas van der Hammen y Hooghiemstra, 1995), lo cual es consecuente con que el 54.9% de la vegetación del Caribe se comparta con los Valles interandinos (Magdalena, Cauca, Patía, Chicamocha), Cúcuta y algunos puntos de Antioquia.

En el presente estudio se analizan las relaciones florísticas según la composición de especies de plantas leñosas existentes en los Montes de María (Sucre-Colombia) a nivel mundial, Neotropical y en Colombia, en términos de zonas biogeográficas, con el fin de

proponer una hipótesis sobre su origen o procedencia florística en base a unidades biogeográficas (Morrone, 2014) y no limites políticos como ha sido analizada la fitogeografía en Colombia (Castro Rodríguez, 2012; Díaz-Peréz, 2012; Giraldo-Cañas, 2001). Por ello, se plantea como hipótesis la existencia de una mayor afinidad hacia Centroamérica y algunas zonas secas del Sur del continente, soportando así las hipótesis formuladas por Sarmiento (1975) y Pizano et al. (2014). Del mismo modo y teniendo en cuenta lo propuesto por Gentry (1995b), quien al realizar muestreos de 0.1 ha en cuatro remanentes de bosque seco en la región Caribe y el valle del río Magdalena, encontró que la vegetación de Colosó (Montes de María) está compuesta por elementos florísticos y características ecológicas anómalas al bosque seco (riqueza y el DAP de especies vegetales es mayor que la asociada a un bosque seco), ajustándose más a condiciones de un bosque húmedo. Otro de los objetos del presente estudio es analizar las relaciones florísticas a partir de 7 puntos de muestreos (incluyendo Colosó) en los Montes de María y así poner a prueba la hipótesis establecida por Gentry, según las relaciones florísticas halladas en el área de estudio.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Realizar un análisis de la composición, estructura y fitogeografía sobre fragmentos de bosque seco tropical en los Montes de María en el Departamento de Sucre (Colombia).

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la composición y estructura florística de la vegetación vascular de los fragmentos de bosque seco en los Montes de María.

2. Analizar los patrones fitogeográficos en términos de zonas biogeográficas y composición de especies en fragmentos de bosque seco tropical en los Montes de María.

5. METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

Comprende siete puntos de muestreo en la formación montañosa llamada Montes de María (Tabla 1) ubicada entre los departamentos de Bolívar y Sucre en el Caribe colombiano (Tabla y figura 1).

Tabla 1. Puntos de muestreo en Montes de María.

Puntos	Municipio	Localidad	Altitud (m.s.n.m)
P1	Morroa	Casa Amarilla uno	202
P2	Morroa	Casa Amarilla dos	180
P3	Colosó	Paraíso	472
P4	Colosó	Pajarito	194
P5	Chalán	Garrapata	611
P6	San Onofre	El cacao	380
P7	Tolú Viejo	Roca Madre	500

NOTA: Puntos de muestreo con sus respectivos municipios, nombres de localidad y altitud en los montes de María (Sucre), por F. Herazo, 2017.

Estos montes tienen una extensión de 6.297 Km^2, dentro de los cuales 2.578 Km^2 corresponden al departamento de Sucre, y alcanzan una elevación de hasta 700 m (Aguilera, 2013) (figura 1).

Figura 1. Mapa de los puntos de muestreo en Montes de María.

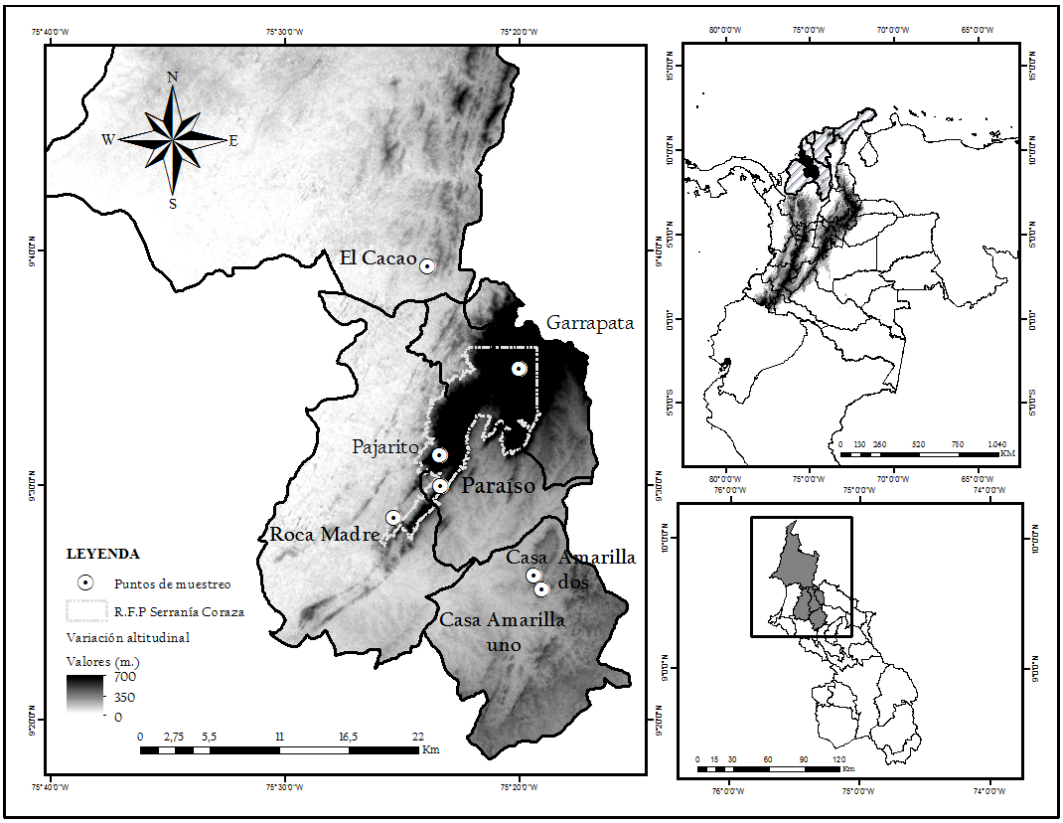


Figura 1. Mapa que muestra la disposición de los puntos de muestreo sobre el rango altitudinal (0-700 msnm) en los montes de María del departamento de Sucre, *por F. Herazo, 2017.*

El clima del área está influenciado por los vientos Alisios de norte-este, producto de la proximidad al mar Caribe, y por el relieve montañoso y de colinas de la serranía de San Jacinto (Promontes, 2003). Estas condiciones han generado un clima cálido, en el cual la temperatura varía entre los 26°C y 30°C (Aguilera, 2005). La precipitación anual es de 1.500 mm y la humedad relativa se encuentra entre 75 % y 85 %. El régimen pluviométrico es bimodal, con valores máximos en los meses de septiembre a noviembre y mayo a junio (Promontes, 2003).

Con respecto al tipo de vegetación, según Holdridge (1947) corresponde a bosque seco tropical. Algunos estudios desarrollados han mencionado que esta área hace parte del

Zonobioma Tropical Alternohígrico (Hernández y Sánchez, 1992), compuesto principalmente por bosques de ladera y galería, caracterizados por presentar adaptaciones a suelos calcáreos, condición que señala unidades vegetales endémicas en la zona (Gentry, 1995a; Halffter, 1992).

5.2 Evaluación de la vegetación

Se establecieron siete puntos en donde se realizaron muestreos para determinar la estructura, composición y fitogeografía en los Montes de María. Para establecer los puntos se escogieron grandes áreas a lo largo de la zona de muestreo a través de un análisis fotointerpretativo de imágenes Landsat 8 ETM del servicio geológico de los Estados Unidos (USGS) con resolución espacial de 30 m (http://www.usgs.gov/) y se definieron unidades evaluativas empleando un muestreo al azar estratificado (Newton, 2007). En el cual, los fragmentos de bosque seco menos intervenidos (estrato de interés) se identificaron como sitios potenciales para la realización de pre-muestreos. Con esta información se elaboraron "shape files" de cada unidad utilizando el programa ArcGis 10.3 (ESRI, 2015) para la ubicación de fragmentos y selección de los posibles puntos de muestreo, considerando el orden público en la región, la accesibilidad, el estado de conservación y las coberturas vegetales. Una vez reconocido los fragmentos y finalizado los premuestreo en campo, se levantó una malla de puntos para cada unidad de análisis a través del programa ArcGis 10.3 (ESRI, 2015). Posteriormente, se hizo la selección, completamente al azar, de los puntos para el levantamiento de la vegetación (figura 1).

En los puntos seleccionados se realizaron inventarios con el método RAP de Gentry (1982) y considerando las modificaciones propuestas por Álvarez et al. (2001) y Mendoza

(1999). Este método consiste en realizar cinco parcelas en línea recta de 50 x 2 m^2, distanciadas 25 m y distribuidas perpendicularmente a la pendiente; en cada subparcela se censan todas las plantas con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 1cm y altura mínima de 1,5 m; de los individuos se registra el hábito de crecimiento, se estima la altura y se recolectan 3 muestras por individuos para su posterior herborización según los estándares nacionales.

Una vez herborizado el material, este fue catalogado a nivel de familias inicialmente, mientras que para los géneros fueron clasificados empleando en ambos casos claves taxonómicas (Forero y Romero, 2005; Gentry, 1993a, 2009; Mendoza, Ramírez, y Jiménez, 2004; Morales, 2009; Rangel, 2012; L. Smith y Fernandez, 1954). En el caso de las especies se utilizaron en segunda medida comparaciones con ejemplares depositados en el Herbario del Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe (Herbario JAUM) y Federico Meden Bogotá (FMB) del Instituto Alexander von Humboldt. Una vez asociado el ejemplar a una entidad taxonómica, fueron verificadas en los protólogos de cada especie a partir de información adquirida en Jstor Plant Science (http://www.jstor.org/), Tropicos (http://www.tropicos.org/), United States Botanical Garden (http://www.usbg.gov/search-collection), Herbario Nacional Colombiano (http://www.biovirtual.unal.edu.co). Finalmente, en el caso de aquellos individuos en el que no fue posible alcanzar su afinidad taxonómica, estas fueron revisadas e identificadas por especialistas. Una vez identificado los ejemplares se depositaron en el Herbario de la Universidad de Sucre (HEUS) bajo la enumeración de F. Herazo.

5.3 Composición y estructura

En cada punto de muestreo se identificaron los hábitos de crecimiento predominante y se calcularon parámetros como la densidad (no. Individuos en 0.1 ha), frecuencia (número de subparcelas en donde se encuentra una especie), dominancia (sumatoria de las áreas basales de una especie) y los respectivos valores relativos. Con esto valores se estableció el Índice de valor de importancia por familia (IVF) y especie (IVI) de acuerdo a Rangel y Velásquez (1997). En este sentido, fueron analizadas las primeras cinco familias y especies para cada localidad según el mayor valor de importancia.

Con base en la estructura horizontal y vertical para todos los puntos muestreados, se elaboraron tres clases tomando en cuenta las alturas y diámetros del tronco de la siguiente forma: alturas; I) individuos de 1 a 5 m, II) individuos de 5,1 a 10 m y III) individuos igual o mayor a 10 m. Diámetros; I) individuos de 1 a 16 cm, II) individuos de 16,1 a 22 cm y III) individuos de 22,1 a 46 cm.

Una vez establecidas las clases, fueron aplicadas a cada punto de muestreo y en estas se obtuvieron los valores totales, sobre los cuales fueron empleando ANOVAs para establecer diferencias significativas entre las clases (Rangel y Velásquez, 1997). En los casos donde el análisis de la varianza mostró variaciones significativas con respecto a las alturas, diámetros del tronco y área basal ($P < 0,05$), se procedió a realizar una prueba estadística *Tukey's* entre localidades de cada clase. Esto con el fin de establecer diferencias significativas entre los sitios por clases. Lo cual fue posible a través de totales de cada subparcelas en la clase(s) correspondiente, empleando el programa Minitab 17.1.0 (Minitab, 2013).

5.4 Fitogeografía

Para establecer la distribución geográfica se emplearon comparaciones espaciales entre los taxones reportados en los Montes de María y la ocurrencia sobre áreas geográficas a nivel mundial (géneros), Neotropical y nacional (especies) usando sistemas de información geográfica (SIG) (Lowenberg-Neto, 2014). Para obtener los registros de los taxones fueron revisadas diferentes fuentes de información que incluyeron: fuentes electrónicas, como las diferentes floras Neotropicales, publicadas en Tropicos (http://www.tropicos.org/), el Herbario Nacional Colombiano (http://www.biovirtual.unal.edu.co), plantas y líquenes de Colombia (http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/); además fue consultada literatura (Brako y Zarucchi, 1993; Gentry, 1993b; Møller Jørgensen y León Yánes, 1999; N. Smith, Mori, Henderson, Stevenson, y Heald, 2004).

Para determinar si una especies era introducida o cultivada se siguió el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, Gradstein, y Celis, 2015).

5.4.1 Análisis a nivel mundial

Una vez obtenida la información sobre las coordenadas de los taxa (ubicadas vía GoogleEart©), fueron proyectadas y convertidas al formato Shapefile (SHP) empleando el programa ArcGIS para Desktop versión 10.3 (ESRI, 2015) mediante el sistema geodésico de coordenadas WGS 84. Esta capa fue relacionada con una que contenía los límites continentales a través de la función *"intersect"*. Esta herramienta permite superponer dos o más características geométricas para obtener un nuevo archivo de entidades integradas. El SHP de límites continental fue previamente digitalizado con el fin de delimitar las regiones propuestas por Cleef (1979), Cuatrecasas (1979) y T van der Hammen y Cleef (1983), definidas de la siguiente forma:

• Neotropical: presentes en la región Neotropical (entre los trópicos de Cáncer y Capricornio del Continente Americano).

• Américo-Asiático: restringidos a estos dos continentes en cualquier latitud.

• Américo-Africano: restringidos a estos dos continentes

Pantropical: ampliamente distribuidos en los trópicos de América, África y Asia.

• Austral-Antártico: presentes en la parte templada y más Austral de Suramérica y el cinturón de islas, incluye el archipiélago de Juan Fernández, las regiones Subantártica y Antártica, Tasmania y zonas templadas de Nueva Zelanda y Australia, las montañas tropicales del sureste Asiático y Nueva Guinea.

• Paleotropical: incluye los originarios de la flora de las zonas que comprende África, Asia tropical, Nueva Guinea y muchas islas del Pacífico (excluye Australia y Nueva Zelanda). Hace referencia a géneros ampliamente distribuidos, los cuales, tienen allí su principal centro de evolución.

• Cosmopolita: con una distribución mundial amplia o subcosmopolita. Están bien representados en las regiones templadas; en los trópicos se encuentran desde el nivel del mar a las zonas altas nevadas.

Una vez definido el SHP continental e intersectadas por la lluvia de puntos se procedió a realizar conteos a través de la opción “selección por atributo” de ArcGIS 10.3, la cual permitió obtener listados reales de las especies compartidas en cada zona biogeográfica. Toda esta información permitió la elaboración de mapas de distribución que muestran las áreas biogeográficas con mayor o menor especies compartidas con los Montes de María.

5.4.2 Análisis a nivel Neotropical

La distribución de especies a nivel Neotropical se hizo mediante el sistema jerárquico de regionalizaciones de áreas biogeográficas definida por Morrone (2014) (Figura 2). Esta regionalización está basada en los patrones observados sobre una seria de organismos terrestres que incluyen tanto plantas como animales (Morrone, 2014). En este sentido, Morrone (2014) propone la siguiente clasificación de tres subregiones (Antillana, Brasileña y Chacoana), dos zonas de transición (Mejicana y Sur Americana), siete dominios (Mesoamericano, Pacifico, Boreal Brasileño, Suroeste Amazónico, Sudeste Amazónico, Chacoana y Paraná) y 53 provincias. Para alguna de estas últimas se reconocen sub-provincias y distritos (Morrone, 2014).

En cuanto al geoprocesamiento de las 185 especies incluidas en el análisis, los datos obtenidos fueron ubicados en un SHP de regionalización biogeográfica de Morrone según Loewenberg-Neto (2014). Luego de obtener esta información se emplearon las mismas herramientas descritas anteriormente para la distribución de géneros a nivel mundial con el fin de realizar los conteos y establecer los listados de las especies distribuidas en diferentes regiones biogeográficas, además de elaborar mapas de áreas de distribución.

Figura 2. Mapa de regionalización biogeográfica**.**

Figura 2. Mapa de regionalización biogeográfica para el Neotrópico, por Morrone, 2014.

5.4.3 Análisis a nivel de Colombia

Para el análisis de la distribución de las especies a nivel de Colombia se procedió a descargar la información del herbario nacional de Colombia y luego a georreferenciarlas en GoogleEart© y proyectarlas en ArcGIS 10.3, bajo el sistema de referenciación descrito anteriormente. Estos datos fueron interceptados y asociados con el SHP de provincias de Morrone delimitadas para Colombia según Loewenberg-Neto (2014).

Lo anterior permitió el conteo de especies compartidas entre los montes de María y las provincias. Este proceso fue diseñado únicamente para el territorio Colombiano en términos de provincia, ya que el objeto de este estudio es establecer la distribución biogeográfica de las especies sobre la zona potencial de distribución y dar una resolución mayor al análisis, con literatura más puntual a nivel de Colombia (Sofía Albesiano y Fernández-Alonso, 2006; S. Albesiano y J. O. Rangel, 2006; Arcila Cardona, Valderrama Ardila, y Chacón de Ulloa, 2012; Carbonó-Delahoz y García, 2010; H. García et al., 2014; Olascuaga y Mercado-Gómez, 2016; Pizano et al., 2014; Rodríguez-M, Banda-R, Reyes-B, y Estupiñán, 2012; Sanmartín-Sierra, Angarita-Hernándeza, y Mercado-Gómez, 2016).

5.4.4 Análisis estadísticos

Una vez obtenidos los puntos de distribución según los niveles geográficos establecidos anteriormente, se elaboraron matrices de distribución a través de datos de ausencia-presencia y abundancias de especies según las localidades en Montes de María, con el fin de establecer las existencias de similitudes entre los puntos de muestreo por medio de análisis multivariados. Estos análisis permiten generar agrupaciones en base a presencias y ausencias, así como las abundancias, de tal forma se pueden proponer aunidades fitogeográficas (Linares-Palomino, 2002). Bajo este contexto, se realizará un análisis de

escalamiento multidimensional (MDS), utilizando como medida de similitud Jaccard. La cual, es una medida de similitud para datos de ausencias y presencias de las especies (Moreno, 2001). Con el fin de brindar mayor soporte a los análisis anteriormente mencionados se llevó a cabo un análisis de Correspondencia (AC), el cual tiene en cuenta las abundancias. Todos los análisis multivariados fueron realizados mediante el programa PAST 3.14 (Hammer, Harper, y Ryan, 2001).

6. RESULTADOS

6.1 Riqueza y composición florística

Se registró un total de 363 especies y morfoespecies dentro de 196 géneros y 65 familias en los siete puntos de muestreo (Anexo 1). La familia y género con mayor riqueza fueron Fabaceae con 51 especies y *Machaerium* con 6 (Anexo 1); mientras *Cynophalla verrucosa* fue el linaje con mayor abundancia. A continuación, se muestra de manera sintetizada la composición florística en cada una de las siete localidades de muestreo (tabla 2).

Tabla 2. Composición florística de los puntos de muestreo en Montes de María (Sucre).

Puntos	N. Individuos	Riqueza	Taxones más ricos	Especies más abundante
P1	429	79	Fabaceae-*Bignonia*	*Cynophalla verrucosa*
P2	365	73	Rubiaceae-*Aphelandra*	*Trichilia acuminata*
P3	563	120	Fabaceae-*Brosimum*	*Buxus citrifolia*
P4	385	110	Fabaceae-*Paullinia*	*Brosimum alicastrum*
P5	534	104	Fabaceae-*Justicia*	*Capparidastrum frondosum*
P6	334	111	Fabaceae-*Machaerium*	*Myrcia fallax*
P7	433	122	Fabaceae-*Machaerium*	*Brosimum alicastrum*

NOTA: Composición florística de los siete puntos de muestreo en Montes de María (Sucre), por F. Herazo, 2017.

6.1.1 Hábitos de crecimiento

En general, el hábito más predominante en el bosque seco de los Montes de María fue el arbustivo, seguido por árboles, lianas, palmas y en menor cantidad hierbas (Figura 3). Sin embargo, algunos sitios mostraron variaciones puntuales en sus hábitos; tal es el caso de Casa Amarilla uno y dos, quienes fueron las únicas localidades en registrar el hábito hierba y no reportar el de palma (Figura 4). Con respecto al hábito lianescente, Pajarito (10,9 %) demostró ser la localidad con mayor representatividad; mientras que el de palma sobresalió más en El cacao (2,7 %) (Figura 4) en comparación con las otras (figura 4).

Figura 3. Comparación del número de individuos según las formas de vida en el bosque seco.

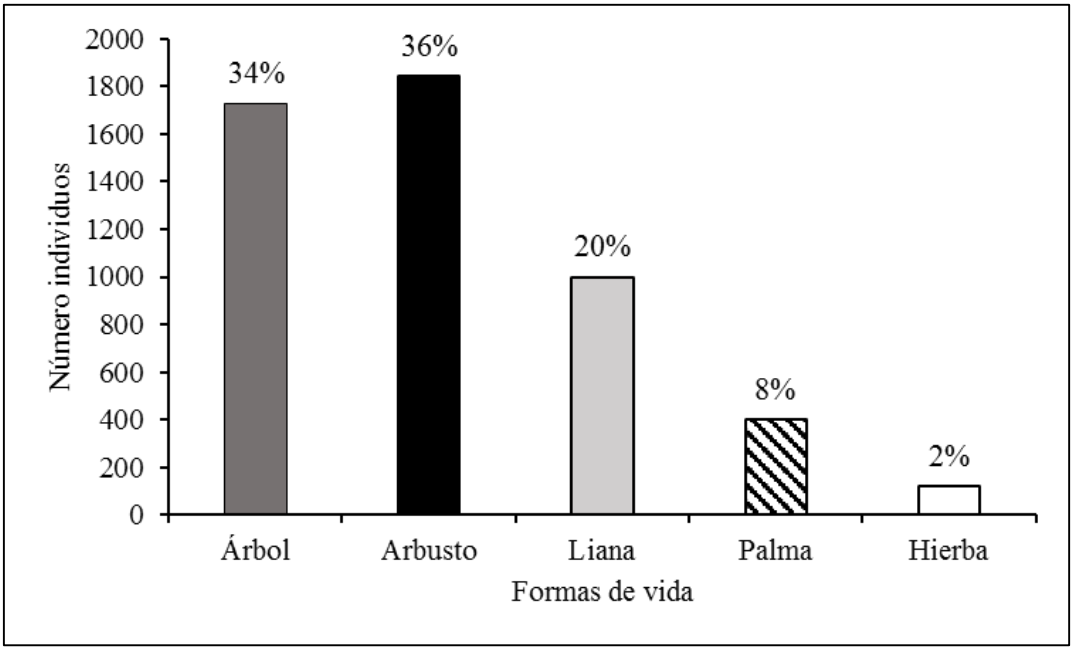


Figura 3. Comparación del número de individuos según las formas de vida presentes en el bosque seco de los Montes de María en el departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.

Figura 4. Comparación del número de individuos según las formas de vida en cada localidad.

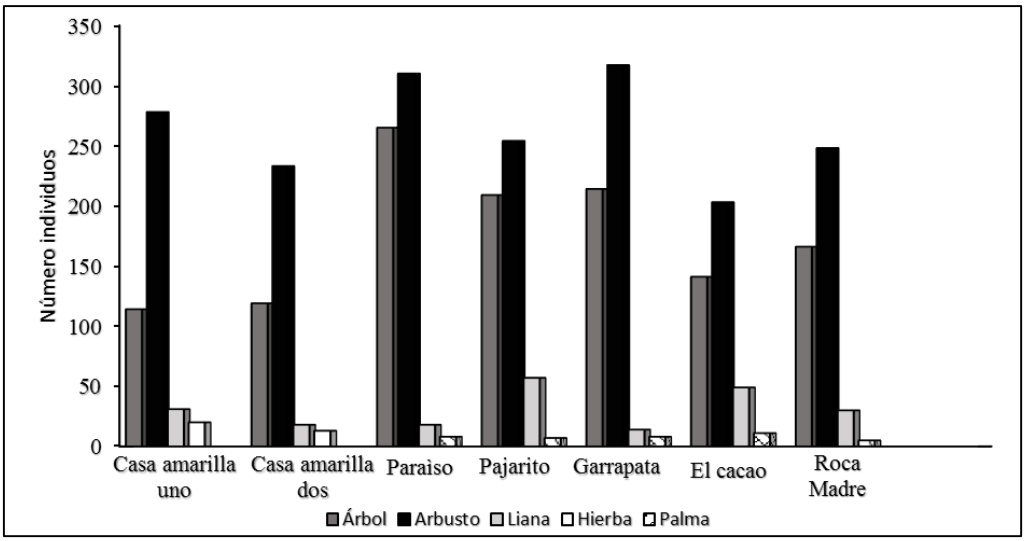


Figura 4. Comparación del número de individuos según las formas de vida presentes en cada localidad de los Montes de María en el departamento de Sucre, *por F. Herazo, 2017.*

6.2. Estructura vertical y horizontal

En términos generales, entre todas las localidades muestreadas se presentó una altura máxima de 37 metros. Al comparar las clases de alturas se mostraron diferencias significativas ($f = 9{,}103$; $p = 0{,}0071$) entre estas; en base a ello, la clase II fue quien registró variación significativa entre localidades, en la cual según *Tukey*, Paraíso, Pajarito y Garrapata presentaron el mayor número de árboles entre cinco y diez metros de altura con respecto a Casa amarillo uno y dos y El cacao (Figura 5). Esto permite mencionar que las mayores diferencias se observaron en el dosel del bosque, sobre las localidades de Paraíso, Pajarito y Garrapata, mientras que Casa amarilla uno y dos y El cacao registraron los menores datos de alturas.

Figura 5. Clase altimétrica número II.

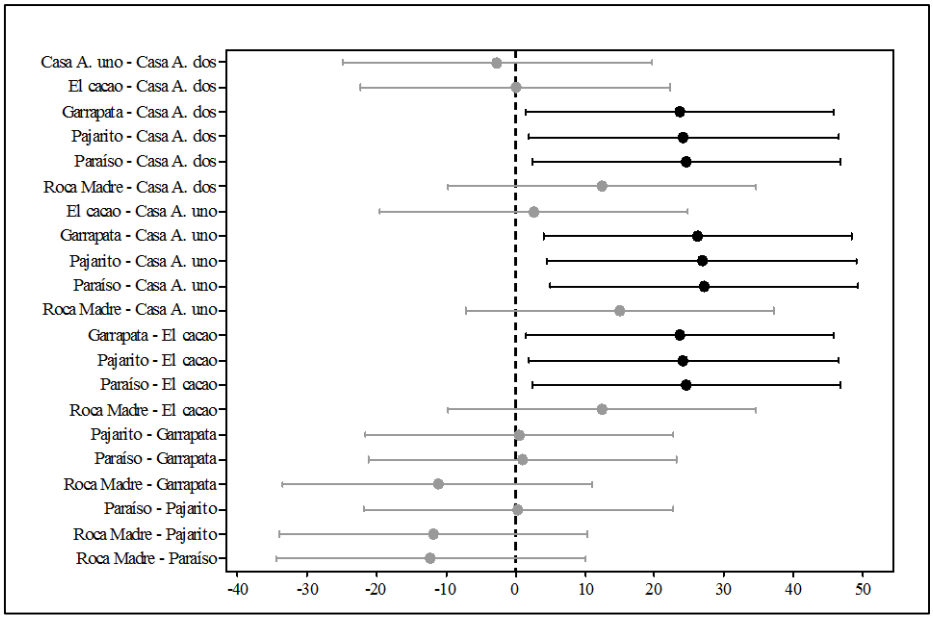


Figura 5. Clase altimétrica número II, diferencias de medias de las alturas entre localidades (según Tukey) en intervalos de confianza al 97%. Intervalo de color negro que no contiene cero, las medias son significativamente diferentes, *por F. Herazo, 2017*

En cuanto a la distribución de los individuos por clases altimétricas, se observa una tendencia en todas las localidades de un dominio en las dos primeras clases (I y II), es decir aquellas que representan alturas entre 1-10 metros, con tendencia a disminuir en las de mayor altura (Figura 6). En este sentido, la clase I reportó el 71 % de los individuos, donde Garrapata, Paraíso y Casa Amarilla unos reportaron los mayores valores (Figura 6).

Figura 6. Relación del número de individuos según las clases altimétricas.

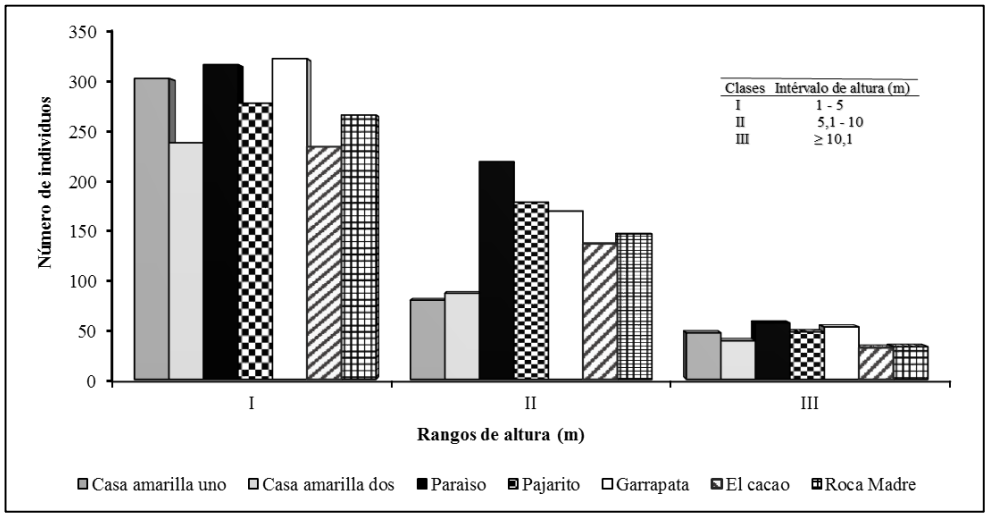


Figura 6. *Relación del número de individuos según las clases altimétricas en los sitios de muestreo de los Montes de María en el departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.*

Para la clase II (dosel) se mostró el 19 % de los individuos, en el cual Paraíso, Pajarito y Garrapata superaron al resto de las localidades (Figura 6). Por último, en la III (árboles emergentes), se encontró un 10 % de los individuos (Figura 6), donde los mismos puntos mostraron los mayores valores.

Al igual que en los datos altimétricos, las clases de DAP también mostraron diferencias significativas (*f = 2,762; P = 0,0064*), pero esta vez se notaron en la clase III, en la cual Casa amarilla uno presentó un mayor número de árboles de 22 a 46 cm. de diámetro con respecto a Casa amarillo dos, El cacao y Roca Madre (Figura 7). En esta misma clase, Paraíso mostró superioridad en relación a Casa amarilla dos, El cacao y Roca Madre (Figura 7). Mientras que Garrapata también alcanzó valores significativos sobre Casa amarilla dos y El cacao (Figura 7).

Figura 7. Clase diamétrica número III.

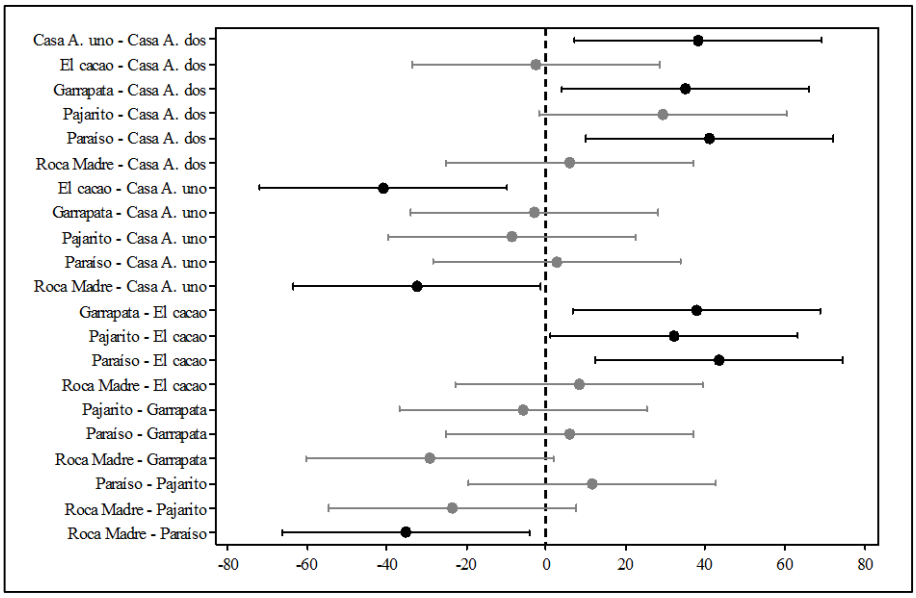


Figura 7. *Clase diamétrica número III, diferencias de medias de DAP entre localidades (según Tukey) en intervalos de confianza al 97%. Intervalos de color negro no contiene cero, las medias son significativamente diferentes, por F. Herazo, 2017.*

Por otra parte, el número de individuos por clases diamétricas también mostró una tendencia semejante a las alturas, en la cual la clase uno (I) fue la mayor, sin embargo, en la dos (II) disminuyo, pero aumento nuevamente en la tres (III) (Figura 8).

Figura 8. Número de individuos por clases diamétricas en Montes de María.

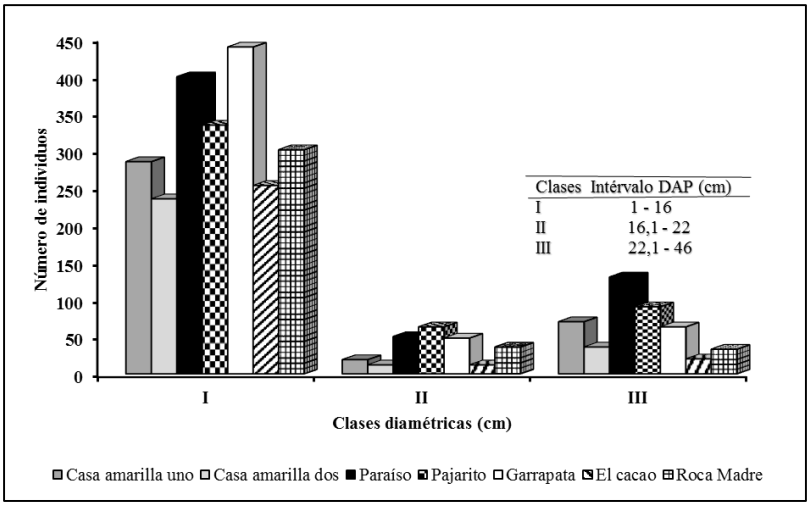


Figura 8. *Relación del número de individuos según las clases diamétricas en los sitios de muestreo de los Montes de María en el departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.*

El 75 % de los individuos se acumuló en la clase I, siendo Garrapata, Paraíso y Pajarito quienes reportaron el mayor valor en este rango (Figura 8). En la II se registró el 10 % de los árboles, en la que se resaltó Paraíso, Pajarito y Garrapata con los mayores porcentajes de individuos (Figura 8). Por último, en la III, se acumuló el 15 % de los individuos, donde Paraíso, Pajarito y Casa amarilla uno, indicaron el mayor número (Figura 8).

6.2.1 Área basal

De forma general se obtuvo un total de 19,58 m^2 de área basal en los siete puntos de muestreo (Tabla 3). En el cual las localidades registraron valores desde los 1,7 hasta los 3,8 m^2 en 0,01 ha (Tabla 3).

Tabla 3. Total de área basal (m^2) en 0,01 ha en Montes de María.

Localidad	Total de área basal (m^2/ 0,01 ha)
Casa amarilla uno	2,80
Casa amarilla dos	1,81
Paraíso	3,45
Pajarito	3,87
Garrapata	3,44
El cacao	1,70
Roca Madre	2,51
TOTAL	19,58

NOTA: Total de área basal (m2) en 0,01 ha en los Montes de María del departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.

En cuanto a los promedios, las localidades de El cacao y Casa Amarilla dos obtuvieron los menores valores (Figura 9), mientras que Casa Amarilla uno, Paraíso, Pajarito y Garrapata fueron los más altos (más maderables), no obstante, es posible encontrar algunos árboles maderables en Roca Madre (Figura 9).

Figura 9. Promedios de área basal (m2) por 0,01 ha en Montes de María.

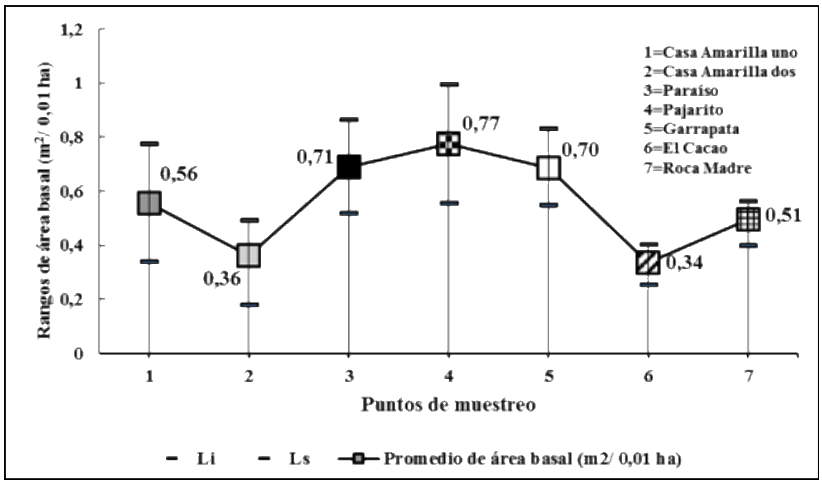


Figura 9. *Promedios de área basal (m^2) por 0,01 ha en los Montes de María del departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.*

El análisis de varianza reveló diferencias estadísticamente significativas en por lo menos una de las medias de las siete localidades (*F = 5,048; P = 0,008724*), estas diferencias sólo se observaron al comparar las localidades en la clase tres (III). En la cual Casa amarilla uno, Paraíso y Garrapata mostraron la mayor área basal con troncos entre 22 y 46 cm. con respecto a Casa amarilla dos, El caco y Roca Madre (Figura 10).

Figura 10. Área basal con respecto a la clase diamétrica número III en Montes de María.

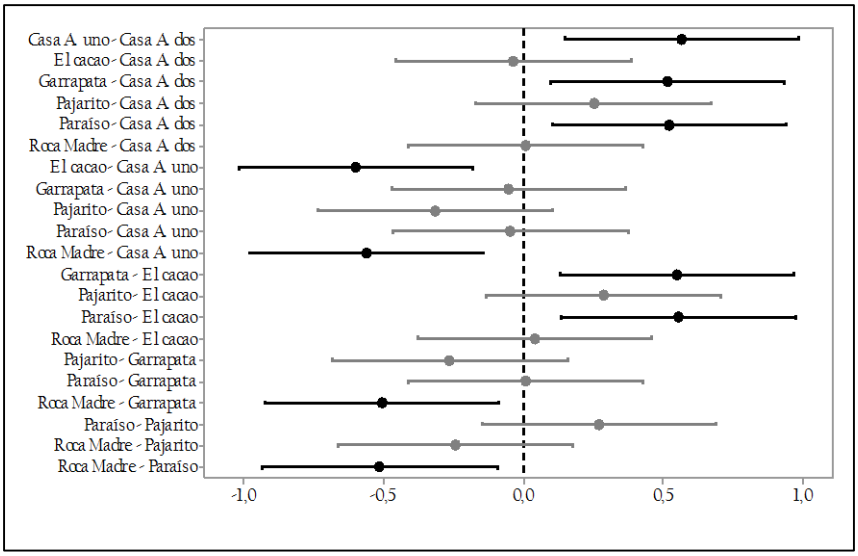


Figura 10. *Área basal con respecto a la clase diamétrica número III, diferencias de medias de DAP entre localidades (según Tukey) en intervalos de confianza al 97%. Intervalo de color negro que no contiene cero, las medias son significativamente diferentes, por F. Herazo, 2017.*

Según la distribución por clases diamétricas, en la clase III se mostraron las mayores variaciones, en la cual Paraíso (25 %) reportó el mayor valor en área basal en los Montes de María (Figura 11); en esta misma se destacó Casa Amarilla uno (19 %), Pajarito (17 %) y Garrapata (15 %) como los más maderables (Figura 11). Por el contrario, El cacao (13 %), Casa amarilla dos (8%) y Roca Madre (12%) fueron los más bajos.

Figura 11. Relación del área basal en metros cuadrado según clases diamétricas (cm) en Monte de María.

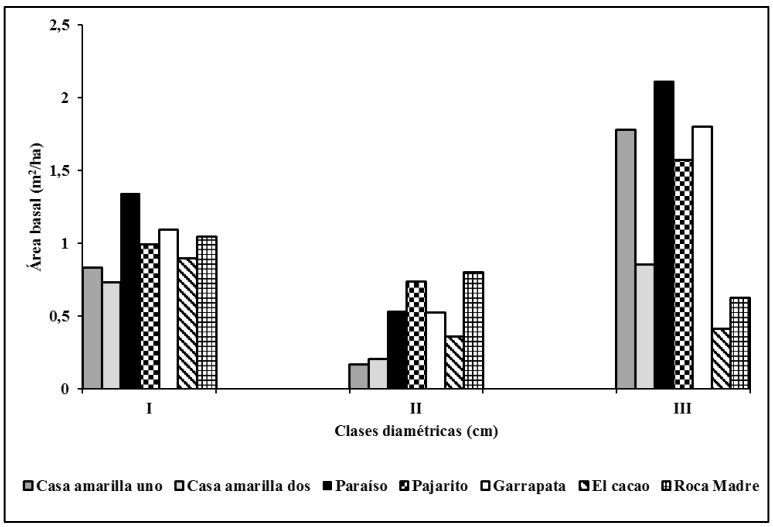


Figura 11. *Relación del área basal en metros cuadrado según clases diamétricas (cm) en los puntos de muestreo, Montes de María del departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.*

6.2.2 Valor de importancia de familias y especies

Se analizaron las primeras cinco familias y especies con mayor índice de valor de Importancia por cada sitio de muestreo. Dentro de estos resultados la familia Capparaceae reportó los valores más altos de IVF; con respecto a las especies, *Simira cordifolia* presentó el mayor valor de importancia en todo el muestreo (Tabla 4).

Tabla 4. Primeras cinco familias y especies con mayor IVF – IVI en Montes de María.

Localidad/Familia	IVF	Especie	IVI
Casa amarilla uno			
Capparaceae	58,18	*Simira cordifolia*	31,59
Rubiaceae	34,66	*Aspidosperma polyneuron*	22,80
Fabaceae	29,10	*Melicoccus bijugatus*	20, 29
Sapindaceae	26,04	*Monilicarpa tenuisiliqua*	17,31
Apocynaceae	26,02	*Quadrella odoratissima*	15,07
Casa amarilla dos			
Capparaceae	52,01	*Simira cordifolia*	24,42
Rubiaceae	40,02	*Trichilia acuminata*	24,36
Meliaceae	21,96	*Cynophalla verrucosa*	19,78
Acanthaceae	16,01	*Ampelocera edentula*	16,15
Ulmaceae	16,00	*Quadrella odoratissima*	12,28
Paraíso			
Moraceae	52,25	*Aspidosperma polyneuron*	23,38
Apocynaceae	38,54	*Brosimum alicastrum*	23,03
Fabaceae	31,42	*Sorocea sprucei*	17,07
Rubiaceae	29,60	*Astronium graveolens*	12,09
Sapindaceae	14,61	*Bursera simaruba*	8,839
Pajarito			
Fabaceae	41,56	*Brosimum alicastrum*	25,21
Moraceae	26,66	*Bursera simaruba*	21,56
Bignoniaceae	24,21	*Cynophalla verrucosa*	11,53
Sapindaceae	16,54	*Pradosia colombiana*	8,466
Rubiaceae	15,45	*Trichilia hirta*	8,320
Garrapata			
Rubiaceae	38,73	*Simira cordifolia*	23,58
Moraceae	36,41	*Trichilia acuminata*	22,73
Meliaceae	22,66	*Garcia nutans*	17,57
Apocynaceae	22,34	*Brosimum alicastrum*	15,60
Fabaceae	18,32	*Capparidastrum frondosum*	11,99
El cacao			
Salicaceae	47,87	*Myrcia fallax*	23,07
Fabaceae	20,30	*Machaerium capote*	15,80
Bignoniaceae	18,05	*Centrolobium yavizanum*	14,94
Myrtaceae	16,75	*Alseis labatioides*	9,174

NOTA: Primeras cinco familias y especies con mayores índices de valor de importancia (IVF - IVI) reportados en los Montes de María del departamento de Sucre, por F. Herazo, 2017.

En Casa amarilla uno y dos la familia que indicó el mayor IVF fue Capparaceae (58 % y 36 % respectivamente). Así miso, *S. cordifolia* fue la más importante (25 % y 29 % respectivamente) en ambas localidades (Tabla 4); mientras que en Paraíso Moraceae fue la familia con mayor valor ecológico (31 %) y *A. polyneuron* la especie con mayor porcentaje (28 %) (Tabla 4). Por su parte en Pajarito Fabaceae indicó ser la más importante (33 %) y *B. alicastrum* la que obtuvo mayor valor (34 %) (Tabla 4). En el caso de Garrapata Rubiaceae (28 %) fue la más alta y *S. cordifolia* la de mayor valor de importancia (26 %) (Tabla 4). En El cacao, la familia Salicaceae obtuvo la mayor importancia (41 %) y *M. fallax* el mayor IVI (33 %) (Tabla 4) y finalmente en Roca Madre Fabaceae presentó los mayores valores (28 %) y con respecto a las especies *A. edentula* (27 %) (Tabla 4).

6.3. Análisis fitogeográfico

6.3.1 Fitogeografía para los géneros y especies distribuidos en Montes de María

De las 363 especies y morfoespecies reportadas en Montes de María sólo fueron empleadas 197 especies de las cuales se tubo certeza de su afinidad taxonómica y en lo posible que fueran nativas (185). Estas están distribuidas en 141 géneros y 57 familias (Tabla listado de sp).

6.3.2 Análisis de distribución a nivel mundial y Neotropical

De los géneros analizados en el estudio (Tabla 5), se pudo establecer que el 78% son de origen Neotropical, 11% con distribución Pantropical, 6% Américo-Africano, 5% Américo-

Asiático, y 1,3% Austral-Antártico.

A nivel de especies y realizando una comparación entre los taxones hallados en Montes de María y su distribución a nivel Neotropical según los dominios biogeográficos de Morrone (2014), se pudo establecer que el área de muestreo es una zona de transición entre las provincias Guajira y Magdalena (Figura 12), las cuales hacen parte del dominio Pacifico.

Figura 12. Zona de transición Montes de María.

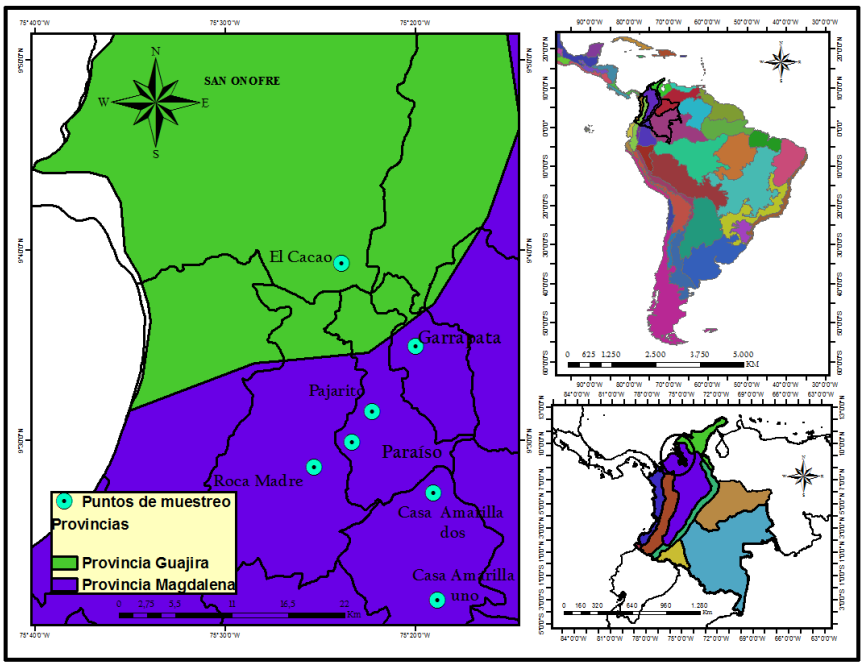


Figura 12. *Zona de transición Montes de María y relación a nivel Neotropical según los dominios biogeográficos de Morrone (2014), por F. Herazo, 2017.*

Bajo este contexto, se compararon las especies compartidas entre Montes de María con respecto a los dominios de Morrone. Un total de 9 dominios comparten especies con el área de muestreo, dentro de estos el dominio Boreal Brasileño con 133 especies, el Sur Brasileño, alrededor de 97, Sur este Amazonia 23, y el dominio Mesoamericano 107. En el caso de los dominios que se registraron en la zona Sur y Norte del continente, dado el bajo

número de especies compartidas se planteó realizar la comparación en términos de subregiones. En este sentido, las especies se distribuyen de la siguiente manera: subregión Chacoana 69, zona de transición Sur América 64, Antillas 53 y zona de transición Mexicana 69 (Figura 13).

Figura 13. Distribución de las zonas biogeográficas a nivel Neotropical.

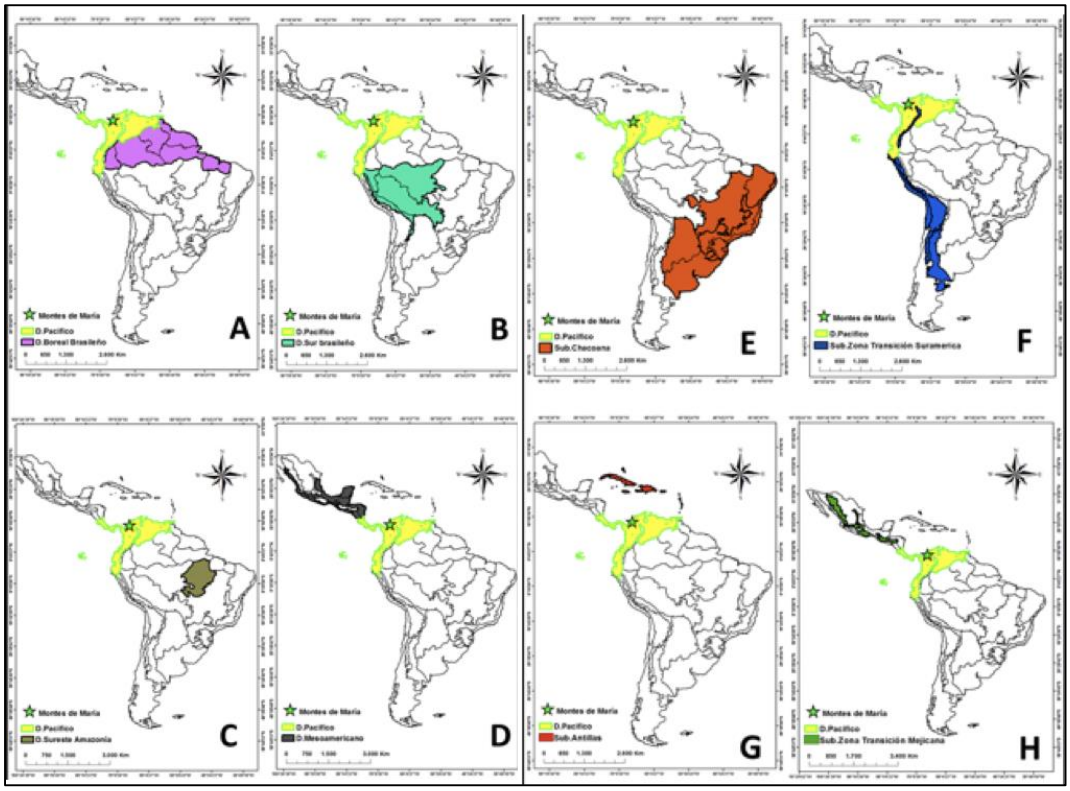


Figura 13. *Distribución de las zonas biogeográficas a nivel Neotropical según Morrone (2014). A = Montes de María/Dominio Boreal Brasileño. B = Montes de María/Dominio Sur Brasileño. C = Montes de María/Dominio Sureste Amazonia. D = Montes de María/Dominio Mesoamericano. E = Montes de María/Subregión Chacoana. F = Montes de María/Subregión de la zona de transición Sur América. G = Montes de María/Subregión de las Antillas. H = Montes de María/Subregión zona de transición mexicana, por F. Herazo, 2017.*

Por otra parte, las especies con distribución limitada hacia el área de muestreo y los diferentes dominios incluyen un total de 49 (Tabla 6). No obstante, los Montes de María no cuentan con especies endémicas. El dominio Pacifico presenta 28 especies con distribución

limitada, seguido por el Boreal Brasileño con 13, Mesoamericano con 5 y finalmente el Sur Brasileño con 3 (Tabla 6).

Tabla 5. Listado de especies compartidas entre las subregiones, dominios biogeográficos y Montes de María.

Especies	A	B	C	D	E	F	G	H
Acalypha schiedeana	x			x		x		x
Acalypha villosa	x	x		x	x	x		x
Adenocalymma inundatum	x		x	x	x			x
Agonandra brasiliensis	x	x			x			
Alibertia edulis	x	x	x	x	x	x	x	x
Alseis labatioides	x							
Ampelocera edentula	x	x	x		x	x		
Amyris ignea	x							
Aniba perutilis	x	x						
Apeiba tibourbou	x	x	x	x	x			
Aphelandra pulcherrima	x	x						
Ardisia foetida	x							
Aspidosperma megalocarpon	x			x				
Astrocaryum malybo								
Astronium graveolens	x	x		x	x			
Attalea butyracea	x	x						
Banisteriopsis muricata	x	x	x	x	x	x		x
Bignonia binata	x	x		x	x			

Bignonia diversifolia	x			x			x	x
Bignonia pterocalyx								
Bourreria exsucca	x							
Brosimum alicastrum	x	x		x	x			x
Brosimum guianense	x	x	x	x	x			
Brosimum rubescens	x	x			x	x		
Brownea ariza	x					x		
Bulnesia arborea	x							
Bursera simaruba	x	x		x			x	x
Buxus citrifolia	x							
Byttneria aculeata	x	x		x	x	x		x
Calanthea pulcherrima								
Callicarpa acuminata	x	x		x	x			x
Capparidastrum frondosum	x			x	x	x	x	x
Carludovica palmata	x	x		x		x		
Carpotroche grandiflora								
Casearia guianensis	x				x		x	
Cecropia peltata	x			x	x	x	x	x
Celtis iguanaea	x	x	x	x	x	x	x	x
Centrolobium yavizanum								
Chamissoa altissima	x	x	x	x	x	x	x	x
Chiococca alba	x	x		x	x	x	x	x
Chomelia spinosa	x			x		x		
Clavija mezii								
Cnidoscolus urens	x	x		x	x			x

Coccoloba acuminata	x	x		x				x
Coccoloba caracasana	x			x				
Coccoloba coronata	x	x	x		x			
Coccoloba obovata	x							
Cochlospermum vitifolium	x	x		x	x			x
Connarus perrottetii								
Cordia alliodora	x	x		x	x	x	x	x
Cordia lucidula								
Coursetia ferruginea	x	x						
Coussarea paniculata	x	x	x	x	x	x		
Crateva tapia	x	x	x	x	x	x		x
Crescentia cujete	x	x		x	x	x	x	x
Croton fragrans	x							
Croton niveus	x			x				x
Cryosophila kalbreyeri								
Cynophalla hastata	x						x	
Cynophalla verrucosa	x			x		x		x
Dendropanax globosus								
Dendropanax arboreus	x	x		x	x	x	x	x
Desmoncus orthacanthos	x	x			x			
Dilodendron costaricense	x							
Dioscorea chondrocarpa								
Erythroxylum carthagenense								
Erythroxylum havanense	x			x			x	x
Eugenia venezuelensis	x			x		x		x

Euphorbia tithymaloides	x	x		x	x	x	x	x
Ficus ypsilophlebia	x	x						
Fridericia candicans	x	x		x	x	x		
Gloeospermum sphaerocarpum	x	x				x		
Gouania polygama	x	x	x	x	x	x	x	x
Guapira fragrans	x					x	x	
Guazuma ulmifolia	x	x	x	x	x		x	x
Gustavia superba								
Grias colombiana								
Handroanthus ochraceus	x	x	x		x	x		x
Heteropterys macrostachya	x	x	x	x	x			
Hippocratea volubilis	x	x	x	x	x		x	x
Hura crepitans	x	x		x	x	x	x	
Justicia bracteosa								
Justicia secunda	x	x				x	x	x
Lecythis minor	x	x						
Lecythis tuyrana								
Lycoseris trinervis	x	x						
Machaerium biovulatum	x	x		x	x			x
Machaerium capote								
Machaerium leiophyllum								
Maclura tinctoria	x	x		x	x		x	x
Malpighia glabra	x	x		x	x	x	x	x
Maytenus krukovii	x	x				x		

Melicoccus bijugatus	x			x			x	x
Melicoccus oliviformis	x			x				
Miconia dodecandra	x	x		x	x	x	x	x
Monilicarpa tenuisiliqua	x					x		
Morisonia americana	x			x		x	x	x
Muntingia calabura	x	x		x	x	x	x	x
Myrcia fallax	x	x	x	x	x	x	x	x
Myrcia splendens	x	x	x	x	x	x	x	
Oreopanax capitatus	x	x		x	x	x	x	x
Ouratea guildingii								
Oxandra xylopioides	x	x						
Pachira quinata	x							
Paullinia macrophylla								
Paullinia obovata	x	x						
Pereskia bleo	x			x				
Piper aduncum	x	x		x	x	x	x	x
Piper marginatum	x	x	x	x	x	x	x	x
Piper hipsidum	x	x	x	x	x	x	x	x
Pithecellobium lanceolatum	x			x				x
Pittoniotis trichantha	x			x				
Peltogyne purpurea								
Pithecellobium roseum								
Platypodium elegans	x	x			x			
Pleonotoma variabilis	x	x		x		x		
Pombalia prunifolia	x			x		x		

Pradosia colombiana	x							
Psychotria carthagenensis	x	x		x	x	x	x	x
Psychotria hebeclada	x			x	x	x		
Pterocarpus officinalis	x	x		x			x	
Pterocarpus rohrii	x	x		x		x		x
Quadrella indica	x			x			x	x
Quadrella odoratissima	x			x				
Quararibea wittii	x	x				x		
Randia aculeata	x			x			x	x
Rauvolfia sellowii								
Rauvolfia tetraphylla	x	x		x		x	x	x
Rinorea lindeniana	x	x				x		
Rondeletia purdiei								
Rosenbergiodendron formosum	x	x						
Rosenbergiodendron longiflorum	x	x			x			
Rourea glabra	x			x			x	
Ruellia macrophylla	x			x			x	
Samanea saman	x	x		x			x	x
Sapindus saponaria	x	x	x	x	x	x	x	x
Seguieria americana								
Schnella glabra	x	x	x	x	x		x	x
Schnella guianensis	x	x	x	x	x	x		
Senegalia macbridei								

Serjania columbiana	x						
Simira cordifolia	x	x			x		
Smilax oblongata	x	x				x	
Smilax officinalis	x		x		x		x
Sorocea sprucei	x	x		x			
Sorocea trophoides	x	x	x		x		
Stemmadenia grandiflora	x		x		x		
Swartzia oraria	x	x					
Swartzia simplex	x	x	x	x	x		
Tabernaemontana amygdalifolia	x	x	x				x
Tetracera volubilis	x	x	x				
Tournefortia hirsutissima	x	x	x		x	x	x
Trichilia acuminata	x						
Trichilia hirta	x		x	x		x	x
Triplaris americana	x		x	x	x		
Triplaris cumingiana	x				x		
Turbina abutiloides	x			x			
Zanthoxylum caribaeum	x		x	x		x	x
Zapoteca formosa	x		x	x	x		x
Ziziphus strychnifolia							
Aspidosperma polyneuron		x		x	x		
Bunchosia pseudonitida		x					
Cissus fuliginea		x	x				
Cojoba arborea		x	x	x		x	x

Cynophalla amplissima	x	x			x	
Hiraea reclinata	x	x	x			
Machaerium polyphyllum	x					
Malvaviscus arboreus	x	x			x	x
Schmardaea microphylla	x					
Aralia excelsa		x	x			x
Astrocasia tremula		x	x			
Boerhavia erecta		x	x	x	x	x
Castilla elastica		x	x		x	
Connarus panamensis		x				
Esenbeckia alata		x				
Eugenia acapulcensis		x				x
Eugenia costaricensis		x				
Eugenia rhombea		x			x	x
Garcia nutans		x				
Machaerium arboreum		x				x
Manilkara chicle		x				x
Maytenus longipes		x				
Myrospermum frutescens		x				x
Oxandra venezuelana		x		x		
Sphinga platyloba		x				x

NOTA: Listado de especies con distribución compartida entre las diferentes subregiones y dominios biogeográficos propuestos por Morrone para la zona Neotropical. A = Montes de María/Dominio Boreal Brasileño. B = Montes de María/Dominio Sur Brasileño. C = Montes de María/Dominio Sureste Amazonia. D = Montes de María/Dominio Mesoamericano. E = Montes de María/Subregión Chacoana. F = Montes de

María/Subregión de la zona de transición Sur América. G = Montes de María/Subregión de las Antillas. H = Montes de María/Subregión zona de transición mexicana, por F. Herazo, 2017.

6.3.3 Análisis a nivel de especies en Colombia

Al realizar la comparación entre las especies de los Montes de María con respecto a las provincias delimitadas en Colombia, Se puedo confirmar que el área de muestreo es una zona de transición entre dos provincias "Guajira y Magdalena" (Figura 12). También se encontró el área de muestreo presenta mayor relación con la provincia Guajira, seguido por Magdalena, Sabana, Cauca, Chaco-Darien, Imeri, Napo y Paramo (Figura 14).

Figura 14. Especies en Montes de María compartidas con las provincias para Colombia.

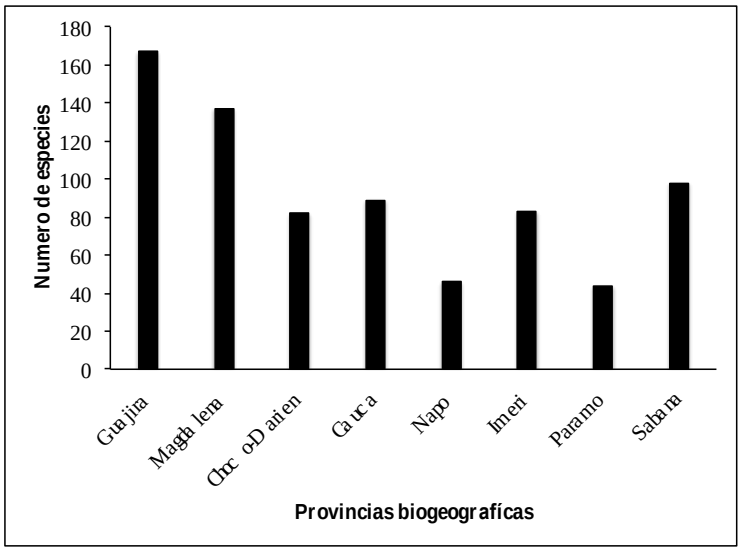


Figura 14. *Comparación de las especies en Montes de María con respecto a las provincias delimitadas para Colombia según Morrone (2014), por F. Herazo, 2017.*

Tabla 6. Especies de Montes de María compartida con los dominios biogeográficos.

Especies	Pacifico	Boreal Brasileño	Sur Brasileño	Mesoamericano
Alseis labatioides		x		
Amyris ignea		x		
Ardisia foetida		x		
Astrocaryum malybo	x			
Bignonia pterocalyx	x			
Bourreria exsucca		x		
Buxus citrifolia		x		
Calanthea pulcherrima	x			
Carpotroche grandiflora	x			
Cecropia peltata		x		
Celtis iguanaea		x		
Centrolobium yavizanum	x			
Clavija mezii	x			
Coccoloba obovata		x		
Connarus perrottetii	x			
Cordia lucidula	x			
Croton fragrans		x		
Cryosophila kalbreyeri	x			
Belencita nemorosa	x			
Dendropanax globosus	x			
Dilodendron costaricense		x		

Dioscorea chondrocarpa	x		
Erythroxylum carthagenense	x		
Gustavia superba	x		
Grias colombiana	x		
Justicia bracteosa	x		
Lecythis tuyrana	x		
Machaerium capote	x		
Machaerium leiophyllum	x		
Ouratea guildingii	x		
Pachira quinata		x	
Paullinia macrophylla	x		
Peltogyne purpurea	x		
Pithecellobium roseum	x		
Rauvolfia sellowii	x		
Rondeletia purdiei	x		
Seguieria americana	x		
Senegalia macbridei	x		
Serjania columbiana		x	
Trichilia acuminata		x	
Ziziphus strychnifolia	x		
Bunchosia pseudonitida			x
Machaerium polyphyllum			x
Schmardaea microphylla			x

Connarus panamensis	x
Esenbeckia alata	x
Eugenia costaricensis	x
Garcia nutans	x
Maytenus longipes	x

NOTA: Listado de especies de los Montes de María con distribución limitada hacia los dominios biogeográficos propuestos por Morrone para la zona Neotropical, por F. Herazo, 2017.

De los taxones encontrados en Montes de María (185 especies) 28 presentaron distribución limitada hacia dos provincias Guajira y Magdalena. Sobre Guajira se incluyen: *Adenocalymma inundatum, Agonandra brasiliensis, Astrocasia tremula, Bourreria exsucca, Buxus citrifolia, Calanthea pulcherrima, Croton niveus, Cynophalla hastata, Eugenia acapulcensis, Eugenia costaricensis, Eugenia rhombea, Ficus ypsilophlebia, Garcia nutans, Guapira fragrans, Justicia bracteosa, Lycoseris trinervis, Manilkara chicle, Melicoccus oliviformis, Myrospermum frutescens, Ouratea guildingii, Peltogyne purpurea, Pithecellobium roseum, Pradosia colombiana, Schmardaea microphylla, Seguieria americana, Serjania columbiana* y *Smilax oblongata*. En el caso del Magdalena sólo *Connarus perrottetii*.

6.3.4 Zonas fitogeográficas propuestas para Montes de María

El MDS indicó que los datos son explicados en un 86% por las coordenadas uno y dos. En este sentido 3 grandes grupos se generaron: el primero conformado por Casa Amarilla uno y dos, el segundo por El Cacao; mientras que el tercero está compuesto por Roca Madre, Garrapata, Pajarito y Paraíso (Figura 15). Al analizar los datos, teniendo en cuenta las

abundancias de las especies (Figura 15), a través de CA, se mostró que la información fue explicada en un 30% por el axis uno y un 25% por el axis dos. Bajo este contexto, los grupos observados en el AC son generados de forma similar a los detallados en el MDS, sin embargo, las abundancias generan una anidación más fuerte entre Paraíso y Garrapata, más de lo observado con los datos de ausencia y presencia (MDS) (Figura 15).

Figura 15. Análisis multivariados de asociaciones en Montes de María.

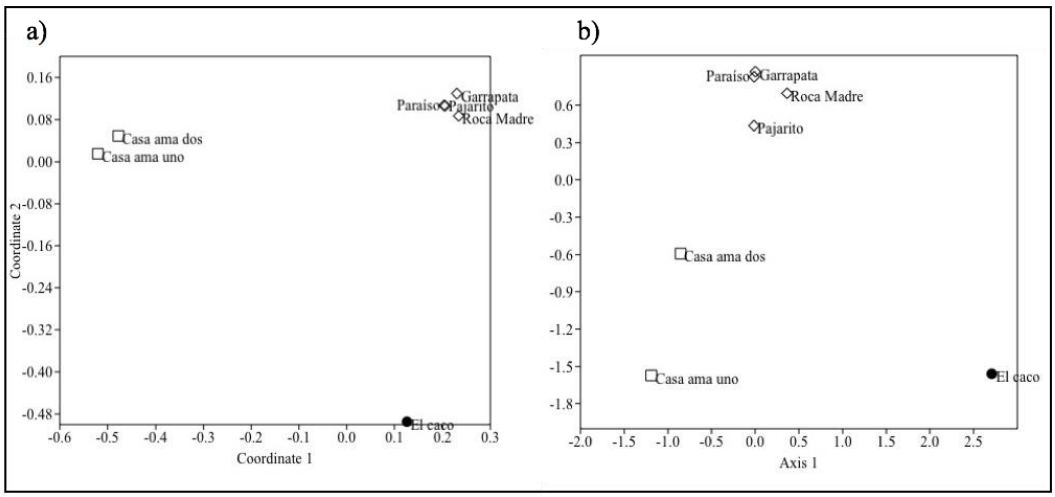


Figura 15. *(a) MDS utilizando como medida de similitud Jaccard; a) AC aplicado a las localidades en Montes de María, por F. Herazo, 2017.*

7. DISCUSIÓN

7.1 Composición y estructura

La variación registrada en la vegetación (363 especies, 196 géneros y 65 familias) de los Montes de María en el departamento de Sucre, es evidencia de la riqueza vegetal de los bosques secos del país. Esta composición fue similar a la encontrada en otros estudios (Mendoza, 1999; Rodríguez et al., 2012), lo cual permite afirmar que esta zona corresponde a bs-t.

Los resultados de riqueza indican que los Montes de María, pueden ser una de las áreas de bosque seco con mayor diversidad, en comparación a otras localidades del país. Por ejemplo, en los departamentos de Atlántico y Bolívar, Rodríguez et al. (2012) reportaron un total de 314 especies; asimismo, Mendoza (1999) para la región Caribe sólo estableció 236 especies y en el Magdalena 104, área en la cual Marulanda et al. (2003) registra años posteriores 155 taxones.

La riqueza presente en los Montes de María puede deberse al producto de varios aspectos, el primero puede ser la orografía montañosa que permite la retención de humedad proveniente del mar Caribe (Díaz, 2014; Halffter, 1992). Este fenómeno proporciona la retención de hojas y por lo tanto mayores tiempos para su reproducción en comparación a otros ecosistemas secos, los cuales están sometidos a una sequía más frecuente (Díaz, 2014; Promontes, 2003). Los suelos calcáreos es el segundo aspecto que podría explicar esta riqueza; Gentry (1995a) sugiere que en Colosó (Montes de María), los suelos calcáreos posiblemente influyen en una alta tasa de crecimiento en los árboles, lo cual refleja mayor

complejidad del bosque. Este mismo autor argumentan que los bosques en Colosó corresponden a una transición entre bosque húmedo a seco tropical, por lo que los niveles de diversidad son más altos que en los bosques secos de los valles interandinos y zonas más secas del Caribe (Gentry, 1995a). No obstante, los datos de composición hallados en esta localidad y comparados con otras zonas de bosque seco, permiten declinar esta hipótesis y confirmar que estos bosques corresponden a biomas secos como se mencionó anteriormente, más que a ecosistemas en transición.

Finalmente, un tercer aspecto es la disponibilidad de agua, estos bosques están influenciados por una gran cantidad de arroyos y cuencas subterráneas que los mantiene hidratados gran parte del año, en otras palabras, estas condiciones ambientales generan que exista menos estrés hídrico y por lo tanto una defoliación tardía e incluso carencia en algunas localidades como Colosó (Aguilera, 2013; López, 2002; Narváez, 2012; Pineda, 2012; Tejada, 2009; Verbel, 2008).

Con respecto a la composición por familias, los bosques estudiados presentaron una configuración florística típica de bosques secos, en los cuales Fabaceae reporta el mayor número en especies (14, 26, 28). Esta familia es altamente diversa en bosques húmedos y secos de zonas bajas (Gentry, 1988; P. Murphy y A. Lugo, 1986) y se atribuye a las adaptaciones fisiológicas y estructurales, como la presencia de hojas compuestas, espinas o aguijones y varios tipos de hábitos de crecimiento (Ceroni, 2003).

Machaerium (Fabaceae) fue el género más diverso en todo el estudio. Este es un género de lianas y árboles de hojas compuestas, regularmente con aguijones asociados a las hojas y frutos samaroides fáciles de dispersar por el viento. Este predominio se puede

presentar gracias a la adaptada morfología en los frutos y eficaz dispersión de semillas, aspecto que ha permitido extenderse desde la periferia de los bosques hasta el interior de los mismo, más aun permanecer en ecosistemas intervenidos (Meléndez A y A, 2009). La riqueza de este genero coincide con lo reportado por Carrillo et al. (2007) en el Cerro Tasajero en el municipio de Cúcuta y por Mendoza (1999) para el Valle del Magdalena y algunas localidades del Caribe.

Al nivel de especies, *Cynophalla verrucosa* (Capparaceae) fue la más abundante, dato reportado por primera vez en estos bosques, donde Capparaceae fue una de las familias con alto valor ecológico y ha sido registrada como un grupo dominante y abundante en los Montes de María. La alta presencia de este grupo es de importancia, ya que esta puede ser utilizada según Cornejo y Iltis (2012) como iniciador de procesos de restauración ecológica dada su resistencia a fuertes fluctuaciones hídricas en ecosistemas secos, es decir, es un taxón siempre-verde que puede proveer sombra para grupos menos tolerantes en los biomas secos (Gentry, 1995a). Esta familia, al igual que la Rubiaceae ha presentado una alta representatividad en los bosques del Caribe y en menos proporción en los valle interandinos del Magdalena (Marulanda et al., 2003; Mendoza, 1999).

Con respecto a la riqueza por localidades, Roca Madre registró el mayor número de familias, géneros y especies (40, 92 y 122, respectivamente), posiblemente por pertenecer a la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza y Montes de María (Figura 1) (Promontes, 2003) y a la presencia de arroyos que mantienen buenas condiciones de humedad durante gran parte del año, donde las especies más abundante fueron *Brosimum alicastrum* y *Buxus citrifolia*. La alta presencia de *B. alicastrum* confirma lo propuesto por Pizano C y García H (2014) ya que esta especie es señalada como indicadora de bosques poco intervenidos en

fuertes pendientes, característica que coincide con los bosques de esta zona (Galván y De La Ossa, 2009; Lee y Rangel, 2015). En el caso de *Buxus citrifolia*, su alta abundancia la señalan, no sólo como un elemento importante dentro del bosque, sino más bien, sugiere áreas con focos de endemismo (Gentry, 1995a; Halffter, 1992). En comparación con otras localidades, ésta superó en especies a lo reportado en Tierra Bomba (56), Galerazamba (55) y Tayrona (67) (Gentry, 1995a; Mendoza, 1999).

En cuanto al hábito de crecimiento, el arbustivo fue el más predominante en los Montes de María, esto pude ser por algunas especies arborescentes que tienen a ser de copas reducidas, como respuesta al déficit de agua (Carbonó y García, 2010; Pizano C y García H, 2014), aspecto que facilita espacios con buena iluminación en los estratos inferiores, favoreciendo el desarrollo en los individuos del sotobosque (RT Pennington, Prado, y Pendry, 2000). Sin embargo, los arboles también sobresalieron en algunas localidades (Casa Amarilla uno y Roca Madre), lo que puede sugerir que estos bosques se encuentran en buen estado de conservación (Carrillo et al., 2007; Guariguata, Kandler, Guariguata, y Manuel, 2002).

En el caso de Casa Amarilla uno y dos, las clases diamétricas reflejan bosques de baja talla o posiblemente intervenidos; sin embargo, al observar los datos de área basal (2,80 m^2/ 0,01 ha), no parecen indicar ser intervenidos en su totalidad, ya que existen bosques con características semejantes a estos que reflejan comportamientos similares, tales como los de Tierra Bomba (2.77 m^2/ 0,01 ha) y Forestal Monterrey (2.31 m^2/ 0,01 ha) (Mendoza, 1999), los cuales también se caracterizan por presentar especies de porte bajos con áreas basales proporcionales a estas (Gentry, 1995a; Mendoza, 1999; P. Murphy y A. Lugo, 1986). Por tal motivo, Este aspecto puede garantizar a declarar estos sitios (Casa Amarilla) como áreas complementarias a conservar.

Los patrones estructurales hallados en esta área se puede deber a la carencia de suelos dominados por calizas y fuentes hídricas cercanas (presentes en otras localidades de este estudio), por lo cual pueden producir menor cantidad de nutrientes y mayor estrés por déficit de agua, por lo tanto, disminuye las tazas de crecimiento arbóreo, en comparación con otras localidades como Paraíso, Pajarito y Roca Madre donde el bosque mostró mayor altura y área basal. Las causas anteriores generan que los sustratos inferiores (arbustivo y herbáceo) se desarrollen con mayor proporción en Casa Amarilla uno y dos (Olascuaga et al., 2015). Por su parte, el hábito lianescente demostró ser más representativo en Pajarito, lo que respalda la suposición de un lugar menos intervenido y mejor conservado (Marulanda et al., 2003; Pizano C y García H, 2014).

Los datos altimétricos y dimétricos indicaron diferencias significativas entre localidades en la clase dos y tres respectivamente. Los sitios en mejor estado de conservación según estos patrones estructurales fueron Paraíso, Pajarito y Garrapata, lo cual se puede deber a que estos se encuentran ubicados en un paisaje de montaña con suelos tipo II: arcillosos, poco drenados con calizas del Eoceno-Mioceno y PH ligeramente ácidos a neutro (Halffter, 1992; IGAC, 1998). Estos suelos pueden proveer los nutrientes necesarios para mejorar las tasas de crecimiento y desarrollo en estas comunidades. Mientras que localidades con más bajos valores (como El Cacao con menos maderas y poca altura) se encuentran sobre un paisaje de lomerío, con suelos tipo IV: arcillas y areniscas muy drenadas con PH ácidos, alterando en gran medida el funcionamiento y dinámica de estos bosques. A esto se le suma la apresurada transformación en adecuación de áreas para los cultivos y ganadería observada en esta área durante todo el muestreo, aspecto que requiere la atención para la conservación y recuperación de estos relictos.

En cuanto al área basal, se demuestra que el valor total obtenido (19,489 m^2/ 0,1 ha) se encuentra entre los rangos (17 a 40 m^2/ 0,1 ha) esperados para los bosques secos tropicales (P. Murphy y A. Lugo, 1986). Este valor fue superior a lo encontrado en Neguaje (11,40 m^2/ 0,1 ha) y Los Colorados (6.15 m^2/ 0,1 ha); lo cual niega lo expuesto por Gentry (1995a), quien sugería que estos ecosistemas eran bosques en transición a húmedos. Según la distribución del área basal por clases diamétricas, los mayores valores se acumularon en la último clase (III) en los sitios de Casa Amarilla uno, Paraíso, Pajarito y Garrapata, aspecto que podría señalar que estos fragmentos en los Montes de María son buenos productores en biomasa (Louman, 2001), esto puede explicar con el conflicto armado vivido en esta región, ya que ha garantizado la recuperación, permanencia y conservación vegetal del bosque durante los últimos 20 años (Sampedro et al., 2014).

Así mismo, se observaron diferencias significativas en algunos promedios del área basal entre los puntos muestreados, como los registrados en Pajarito con relación a El caco. En Pajarito fueron más notables mayores valores de área basal, con árboles de gran talla diamétrica (clase III), representados por *Aspidosperma polyneuron*, *Brosimum alicastrum* y *Brosimum guianense*, especies señaladas por presentar características maderables muy finas, y dentro de las cuales *B. alicastrum* obtuvo el mayor valor de importancia. Como fue mencionado anteriormente, los suelos calcáreos observados en esta localidad pueden según Gentry (1995a) favorecer las tasas de crecimiento, con un aumento representativo, lo cual también explicaría la mayor área basal. Por el contrario, en El Cacao se mostraron los menores valores, con la presencia de *Myrcia fallax* y *Machaerium capote*, como taxones con alto valor de importancia. Estas especies han sido registradas en bosques con estado de sucesión temprana y de mucho follaje, pero de corto diámetro y normalmente creciendo en áreas sometidas a la minería (David H, Díaz V, Urrea L, y N, 2014; Vargas A, González Á,

Barona E, y Bolívar W, 2016). Lo anterior es corroborado en las observaciones realizadas en campo, donde fue señalado que esta localidad (El Cacao) ha sido afectada en el pasado por el impacto humano y se encuentran en algún estado de sucesión (Louman, 2001), de echo al momento de realizar los muestreos generó inconvenientes, ya que no fue posible establecer los transectos en fragmentos continuos.

La presencia de la familia Rubiaceae con alto valor de importancia en Casa Amarilla uno y dos, confirma la frecuente aparición y permanencia de esta familia en ecosistemas boscosos muy secos (Gentry, 1995a). Su persistencia en este tipo de ecosistemas puede estar relacionada con su amplia capacidad de dispersión, ya que gran parte de las especies presentan frutos carnosos de tipo drupáceos, muy atractivos para su consumo y distribución (Mendoza et al., 2004), en contraste a algunas especies con dispersión hidrocora (como los pertenecientes a la familia Melastomataceae), (Alvear M, Ocampo G, Parra C, Carbonó E, y F, 2015), las cuales no fueron reportadas para esta zona.

Caso semejante se observó con la familia Moraceae en la totalidad de los puntos muestreados (excluyendo a Casa Amarilla uno y dos donde no sobresalió), esto posiblemente se puede deber a su destacada presencia sobre zonas boscosas húmedas (Dueñas A, Betancur j, y Galindo R, 2006), tal como Paraíso, Pajarito y Roca Madre, donde esta familia alcanzó los mayores valores de importancia ecológica.

Por su parte Euphorbiaceae se destacó en Roca Madre, cabe resaltar que esta localidad ha estado sometida a la explotación de caliza (sustrato que caracteriza a gran parte de los Montes de María) y que a pesar de ser uno de los puntos con mayor diversidad en especies, se ha visto afectada en gran medida por esta actividad, según Pizano C y García H (2014) esta

familia juega un papel potencial en la restauración de ecosistemas intervenidos como estos, ya que sus especies tienen la capacidad de permanecer durante cambios bruscos y garantizar el desarrollo de otras especies menos tolerante.

Finalmente, los patrones de composición y estructura reportados en comunidades vegetales dan cuenta del estado de conservación de fragmentos de bosque seco (Tinoco F, Barragán B, y Esquivel H, 2014). Tal como se observa en Paraíso, Pajarito y Garrapata (mayor número de árboles con troncos superior a los 22 cm de DAP, más individuos con talla superior a los 10 m de altura y alto número de especies), los cuales reportaron un estado poco intervenido y por ende más conservados, en comparación con El Cacao (menor número de árboles con DAP superior a los 22 cm, menos individuos con talla superior a los 10 m de altura y bajo número de especies) refleja una mayor intervención y un menor grado de conservación. Esto puede ser producto de las constantes perturbaciones que generan la aparición de caminos y claros, producto de la extracción de especies, la agricultura y ganadería intensiva en la región, lo cual convierte a estos bosques en sucesiones o bosques secundarios con una constante transformación de su cobertura vegetal.

7.2. Análisis fitogeográfico

7.2.1 Análisis de distribución mundial a nivel de géneros

A nivel mundial en términos geográficos y taxonómicos, teniendo en cuenta los géneros, se pudo establecer que los elementos de los Montes de María posiblemente evolucionaron y se diversificaron en la zona Neotropical principalmente, dentro de la cual, en los últimos 23 millones de años se han dado diferentes procesos geológicos e interacciones bióticas que han

promovido la diversificación de gran parte de la flora hoy conocida en esta región (Fine, Zapata, y Daly, 2014). No obstante, también fue notable la presencia de varios taxa con distribución en la región Peleotropical, Américo-Africano, Américo-Asiático, Pantropical y Austral-Antártico, aspectos que permiten generar cierta relaciones florística menores entre el área de estudio con África, Asia y Europa.

En este sentido, estos resultados contrastan ligeramente en términos de proporción con los de Díaz-Peréz (2012) en el valle del rio Suarez, donde alrededor del 42% de la flora fue de origen Pantropical, empero, los porcentajes para los demás grupos no son similares. En términos generales la presencia de estos clados cuya distribución es de origen no Neotropical, puede ser el producto de diferentes procesos geológicos ocurridos en el planeta. En primer lugar la unión de las masas terrestres hoy conocidas, durante el Cretácico y principios del terciario denominada Pangea (Parrish, 1993), la cual en el Paleoceno se encontraba en proceso de separación y las angiospermas en un incremento de tasa de radiación evolutiva (Jaramillo, Rueda, y Mora, 2006); en otras palabras, mediante eventos de deriva continental se generaron procesos de vicarianza (Murienne, Daniels, Buckley, Mayer, y Giribet, 2014) que llevaron a la separación de las especies que hoy conforman estos clados (Tabla 5). Otro proceso que puede explicar estos porcentajes es la dispersión, en este sentido Medina (2003) detalla que la participación de elementos asiáticos y africanos en México son el producto de sus antecesores Lurasiaticos cuyo clima es subtropical, lo cual les ha permitido habitar en esta parte de los continentes. Del mismo modo, Medina (2003) propone que estos se dispersaron hasta América durante periodos glaciales a través del estrecho de Bering. Mientras que Lavin et al. (2004), especula que grandes áreas de bosque seco en el Neotrópico y África pudieron formar grandes “targets” para eventos de dispersión a gran distancia entre los dos continentes.

7.2.2 Análisis de distribución Neotropical a nivel de especies

De las 187 especies identificadas en los Montes de María, se pudo encontrar que existe un mayor número de taxones compartidos con el dominio boreal brasileño y Mesoamérica (Tabla 5). En otras palabras, la flora en el área de muestreo es muy similar a la encontrada en sección del centro del continente más que con otros dominios, es decir, estos resultados contrastarían ligeramente a los sugeridos por Sarmiento (1975) Díaz-Peréz (2012) y Linares-Palomino (2002), los cuales señalan que la flora del Caribe colombiano es más similar a Centroamérica que a otras secciones del continente. Empero, es importante entender que la relación con Mesoamérica es sumamente alta y que la diferencia con respecto a la zona boreal brasileña es de sólo 26 especies. Otro aspecto relevante es comprender que el dominio pacifico contiene las provincias Gautuso-Talamanca, Puntarenas-Chiquieri que corresponden a lo que geográficamente es denominado Mesoamérica. Según lo anterior se realizó un análisis en términos de provincias para establecer si la relación hacia Centroamérica incrementaba como lo sugerido para los bosques secos del Caribe por Sarmiento (1975).

Se pudo establecer que Montes de María presenta un mayor número de especies compartidas con las provincias Gautuso-Talamanca, Puntarenas-Chiquieri (Mesoamérica) en comparación a las provincias boreal brasileña o centro-sur de Suramérica (Figura 16 a y b); la cual, a su vez, presenta mayores valores en comparación a las provincias del dominio Sur brasileño centro-oriental del continente (Figura 16 a y b).

Figura 16. Relación entre el número de especies halladas en Montes de María y su distribución en el Neotrópico.

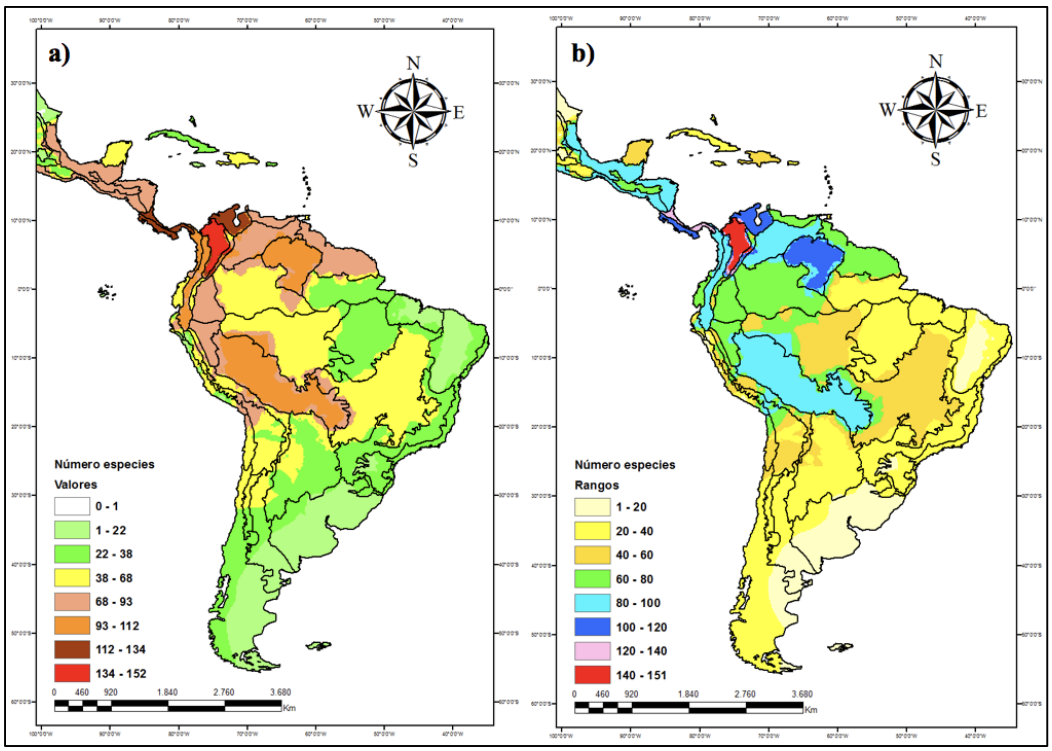


***Figura 16**. Relación entre el número de especies halladas en Montes de María y su distribución en el Neotrópico según las provincias biogeográficas propuestas por Morrone en términos de (a) valores y (b) rangos, por F. Herazo, 2017.*

La alta relación florística existente entre Centroamérica y Montes de María, puede ser el producto de diferentes eventos históricos. Willis et al. (2014) indican que durante el Terciario entre el Eoceno-Mioceno y el Oligoceno-Mioceno se formaron corredores migratorios por medio del cual las especies de bosque seco pudieron dispersarse, posteriormente cuando las condiciones climáticas cambiaron con el aumento de la humedad estos corredores se cerraron y quedaron aislados los bosques secos en forma de refugio. Incluso varios grupos abundantes del bosque seco como *Bursera*, el cual presenta la especie con mayor distribución en estos ecosistemas (*Bursera graveolens*), se ha establecido que sus especies radiaron durante el Mioceno en Centroamérica con una posterior dispersión hacia el Sur del Continente (Becerra, 2005; De-Nova et al., 2012). Del mismo modo, se ha

hipotetizado que las Leguminosas, clado con mayor representación taxonómica en Montes de María (Herazo, et al en revisión), también tuvo un origen cercano hacia estas zonas de Centroamérica y sobre las Antillas mayores (Lavin y Matos, 2008).

Del mismo modo, Linares-Palomino (2002) estableció un grupo florístico que incluía a Colombia, Venezuela América Central y Las Antillas. Asimismo, Banda et al. (2016) en la representación geográfica del clister UPGMA utilizando 835 puntos de bosque seco en el Neotrópico genera una agrupación denominada América Central y el Norte de Suramérica. En otras palabras, tanto el soporte biogeográfico como el de relaciones florísticas indican que las especies habitantes en los Montes de María presentan un posible origen hacia Centroamérica, aunque con una leve influencia de la flora del Sur del Continente como fue propuesto por Sarmiento (1975) para el Caribe Colombiano.

7.2.3 Análisis de distribución en Colombia a nivel de especies

En términos de relación florística a nivel fitogeográfico, asumiendo las provincias biogeográficas propuestas por Morrone, es claro que la flora de Montes de María presenta una mayor afinidad hacia la zona de la llanura del Caribe (provincia Guajira), en comparación con el Magdalena, teniendo en cuenta que el área de muestreo es una zona de transición entre ambas provincias (Figura 12). En este sentido Pizano et al. (2014), establece que el Caribe presenta un 55% de similitud hacia los valles del Magdalena, lo cual puede explicar que después de Guajira, Magdalena sea la segunda provincia con mayor similitud dada las condiciones ambientales y similaridad en los suelos. Del mismo modo, los bosques del Caribe comparten cerca de un 20% con la región de los llanos. Esta, en el presente estudio corresponden en parte a la provincia Sabanas, empero también presenta en su zona

nororiental a norte de Santander y Santander, zonas que presentan bosque seco tropical. Así mismo, Banda et al. (2016) y Linares-Palomino (2002) establecen una fuerte conexión entre el Magdalena y el Caribe, como lo registrado en los resultados de esta investigación.

Estas relaciones pueden ser el resultado de diferentes procesos geológicos y climáticos ocurridos en Colombia. En este contexto, Thomas van der Hammen y Hooghiemstra (1995) establecieron que durante el Plioceno-Pleistoceno existieron periodos glaciales e interglaciares. En los glaciales cuando la temperatura bajaba fueron momentos secos, en este sentido se ha hipotetizado que se generaron corredores entre el Caribe y el Magdalena, dentro de los cuales las especies pudieron dispersarse entre estas áreas. Esta hipótesis también es sugerida por Pizano et al. (2014) y Sarmiento (1975) para puntualizar en las similitudes florísticas del bosque seco tropical en Colombia.

7.2.4 Propuesta de zonación fitogeográfica para Montes de María

Los análisis multivariados utilizando datos de ausencia y presencia, así como los datos de abundancia, arrojaron resultados similares sobre las agrupaciones florísticas en Montes de María (Figura 15). En este sentido, es clara la formación de 3 grupos principales. El primero conformado por El Cacao, el segundo por Paraíso, Pajarito, Garrapata y Roca Madre, y el tercero por Casa Amarilla uno y dos. Según lo anterior en el presente estudio se propone la formulación de 3 posibles zonas fitogeográficas que pueden estar relacionadas con variables ambientales y la aparición de taxones que típicamente no corresponden al bosque seco tropical (tal como *Aniba perutilis*); además, estas cambian con respecto a la ubicación de oeste a este (Anexo 2).

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, estas zonas pueden ser expuestas de acuerdo a la geografía de estos montes; la primera zona está constituida el sitio El Cacao, el cual se encuentra más cercano hacia el golfo, es decir, hacia el oeste (Figura 12), esta zona está constituida por taxones atípicos del bosque seco tropical (ver análisis anterior) como *Miconia* y muchos taxones de la familia Apocynaceae y Rubiaceae; aunque algunos estudios de bosque seco han reportado que estos pueden hallarse en este ecosistema (Sanmartín-Sierra et al., 2016), su representación es baja; no obstante, en este caso estos taxa presentaron una alta abundancia y riqueza de especies (Anexo 2). según M. S. García, Basilio, Herazo, Mercado, y Morales (2016) este punto está sometido al fenómeno de niebla registrado para la región, producto de las corrientes de aire caliente provenientes del golfo, las cuales se chocan con la serranía Coraza produciendo una alta precipitación que incrementa la concentración de humedad y por lo tanto mejoran la oferta hídrica necesaria para especies de mayor exigencia (Melastomataceae). Bajo este contexto y detallando la composición de esta localidad, es posible sugerir que este punto presenta posiblemente más relación a un bosque en transición a húmedo que a uno seco como tal (Anexo 2).

La segunda zona, la cual está constituida por Paraíso, Pajarito, Garrapata y Rocamadre, posee un alto grado de similitud de especies, esta presenta taxones típicos del bosque seco aunque poseen una alta variedad de especies raras, incidiendo principalmente sobre Paraíso y Roca Madre, donde fue hallada *Buxus citrifolia*, (Anexo 1) la cual es endémica sólo para esta región y algunas zonas de Centroamérica. Adicionalmente y desde una perspectiva geográfica estos puntos se hallan en el centro de los Montes de María (desde el noreste al suroriente) y aunque no están tan marcados por el efecto niebla, si es importante notar la presencia de arroyos que forman grandes meandros, además de poseer siete microcuencas como resultado de la filtración de aguas subterráneas (Verbel, 2008),

permitiendo que la oferta hídrica sea permanente sobre estas zonas (Anexo 2). En este sentido, estas condiciones generan combinaciones entre individuos tolerantes a la sequía y algunas especies menos tolerantes. En otras palabras, es posible hallar un mosaico de especies de bosque en transición con elementos de bosque seco, siendo estos últimos predominantes (Herazo, et al. 2017).

Por último, las condiciones ambientales y geográficas podrían explicar la similitud de Casa Amarilla uno y dos, dentro de las cuales existen algunos acuíferos (Promontes, 2003), sin embargo, el agua no es tan constante como en la zona dos, por lo tanto, los hidroperíodos son más cortos. En este sentido, la flora hallada en estos puntos presenta una mayor relación hacia bosques mucho más secos, a tal punto que incluso especies de la familia Capparaceae, fueron halladas sólo en bs-t (Mercado, et al, en revisión), presentan los mayores valores de importancia en términos de especies (Herazo, et al. en revisión). En conclusión, esta zona puede ser considerada la más seca y una alta riqueza relacionada hacia los bosques secos tropicales (Anexo 2).

8. CONCLUSIONES

La composición es similar a la reportada en otros ecosistemas de bosque seco del país, sin embargo, la riqueza hallada en los Montes de María confirma lo propuesto por Pizano C y García H (2014), quienes mencionan que estos bosques presentan un buen estado de conservación, teniendo en cuenta que actualmente existen fuertes impactos antrópicos en el área muestreada.

En términos de composición, Fabaceae fue la familia con mayor número de especies, aspecto que se mantiene para los bosques secos del Caribe (Mendoza, 1999; Rodríguez et al., 2012), el valle del Magdalena (Marulanda et al., 2003; Mendoza, 1999) y el Cauca (Torres et al., 2012). Así mismo se registraron otras familias de importancia ecológica, como Moraceae, Fabaceae y Rubiaceae, quienes también mantienen la tendencia de predominio en regiones secas del Neotrópico (Gentry, 1995a) y especialmente para Colombia (Marulanda et al., 2003; Mendoza, 1999; Pizano C y García H, 2014; Rodríguez et al., 2012).

Con respecto a la riqueza por localidades, Paraíso (Colosó) se mostró como el segundo sitio con mayor número de especies, valor que superó (7 especies) lo reportado por Gentry (1995a) para el municipio de Colosó. Asimismo, fue en esta donde se mostraron los mayores porcentajes en madera, aspecto que podría seguir a este fragmento en mejor estado en los Montes de María. Estos resultados son de gran importancia ya que permiten aclarar lo expuesto por Gentry (1995a) al mencionar que los bosques de los Montes de María podrían ser bosques en transición (seco a húmedo), en este sentido los resultados aquí descritos permiten determinar que estos son bosques secos tropicales, y que las variaciones existentes

en su estructura, más que un reflejo de la humedad, puede deberse a otros elementos como el suelo.

En cuanto a estructura, se encontraron diferencias significativas entre las localidades de Paraíso, Pajarito y Garrapata con respeto a El Cacao, en referencia a las clases altimétricas y diamétricas reportada en los Montes de María.

Por otra parte, la estructura también señaló que los fragmentos de bosques ubicados en Paraíso, Pajarito y Roca Madre, pueden ser sugeridos como los más conservados y menos perturbados en comparación con el resto de localidades analizadas en los Montes de María. Así mismo, es de tener en cuenta que las localidades de Casa Amarilla uno y dos deben permanecer bajo seguimiento constantes, ya que estas a pesar de estar tan cerca geográficamente pueden estar divergiendo, debido al comportamiento registrado en el DAP y área basal. Es de interés mencionar que Casa Amarilla dos se encuentra bajo constante amenaza, debido a la alta transformación por acción de la ganadería y merina intensiva en la zona. Por lo que se debe intensificar el trabajo en esta área, al igual que en el municipio de San Onofre, donde la acelerada transformación, ha disminuido el área boscosa.

A nivel fitogeografíco, se registró que el 78% de los géneros son de origen Neotropical y que estos presentan una mayor afinidad con los elementos de Centroamérica, donde se supone diversificaron al resto de las zonas Neotropicales. A nivel de especies se pudo establecer que el área de muestreo está ubicada en una zona de transición entre las provincias Guajira y Magdalena (Figura 12), las cuales hacen parte del dominio Pacifico, aspecto que respalda los sugeridos por Sarmiento (1975) y Linares (2002), al igual que la

teoría propuesta por Thomas van der Hammen y Hooghiemstra (1995) para los bosques secos de Colombia.

Por otra parte, se registró que los Montes de María no cuentan con especies endémicas y que algunos dominios como el pacífico, presentan un gran número de especies (28) con distribución limitada (Tabla 6).

Con respecto a el análisis de relación florística, se plantea por primer vez para el departamento de sucre una zonación fitogeográfica para los Montes de María, dentro de la cual se había sugerido por varios autores que toda esta zona presentaba condiciones de bosque seco tropical, sin embargo los resultados muestran que sólo Casa Amarilla uno y dos poseen las características típicas de este ecosistema; por el contrario la zona cerca de Aguacate presenta más condiciones de bosque húmedo que de bosque seco.

9. RECOMENDACIONES

Ampliar la información obtenida en el presente estudio, en cuanto a la composición y estructura del bosque seco en los Montes de María (seleccionando una muestra mayor), con el fin de monitorear de manera más clara las tazas de crecimiento y desarrollo de la flora leñosa, que permitan mejorar el conocimiento sobre la ecología de estos Montes.

Intensificar los estudios fitogeográficos en los Montes de María, sobre todo entre los municipio de Colosó, Tolú Viejo y Chalán donde se encuentra la transición fitogeográfica entre las provincia Guajira y Magdalena para esclarecer la trascendencia histórica de la vegetación en esta zona.

Promover actividades de conservación en los fragmentos ubicados en El Cacao y Casa Amarilla, con el fin de garantizar la conservación y distribución de las especies con patrón de distribución discontinua, tales como Aniba perutilis.

Articular estos resultados con las pertinentes autoridades ambientales del departamento para delimitar los fragmentos presentes en Montes de María al momento de elaborar los planes de ordenamiento territorial, proposición de nuevas reservas y ampliación de límites forestales, así como crear lasos básicos con instituciones educativas donde los estudiantes establezcan un sentido de pertenencia por el cuidado y preservación de las especies vegetales.

Capacitar a los propietarios de fincas donde aún quedan fragmentos de bosque seco aislados, para reformar los métodos de extracción maderable implementando medidas de

extracción uniformes y actividades de reforestación que podrían garantizar en cierta medida la sostenibilidad y permanencia de este ecosistema en el departamento.

10. REFERENCIAS

Aguilera, M. (2005). La economía del Departamento de Sucre: ganadería y sector público. Cartagena.63 p.

Aguilera, M. (2013). Montes de María: una subregión de economía campesina y empresarial. Cartagena. Documentos de trabajo sobre economía regional.195 p.

Albesiano, S., y Fernández-Alonso, J. L. (2006). Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200m) del cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera parte. *Caldasia, 28*(1), 23-44.

Albesiano, S., y fernández, J. (2006). Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200m) del Cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera parte. *CALDASIA, 28*(1), 23-44.

Albesiano, S., y Rangel, J. (2006). Estructura de la vegetación del Cañón del río Chicamocha, 500-1200 m; Santander-Colombia: Una herramienta para la conservación. *CALDASIA, 28*(1), 23-24.

Albesiano, S., y Rangel, J. O. (2006). Estructura de la vegetación del canón del río Chicamocha, 500-1200 m; Santander Colombia:una herramienta para la conservación. *Caldasia, 28*(2), 307-325.

Álvarez, E., Cogollo, A., Rincón, H., Benítez, D., Parra, T., Rodríguez, W., Idárraga, A., Velásquez, C., y Jiménez, E. (2001). Propuesta metodológica de parcelas normatizadas para los inventarios de vegetación ISA-JAUM. *Documento de trabajo.Versión 1.7. Medellín, Colombia*.

Alvear M, Ocampo G, Parra C, Carbonó E, y F, A. (2015). Melastomataceae of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): floristic affinities and annotated catalogue. *Phytotaxa, 195*(1), 001-030.

Angarita, D., SanMartin, D., y Mercado, J. (2014). Nuevos registros corológicos para Sucre (Sanguaré - Colombia). *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL, 6*(2), 327-334.

Arcila, A., Valderrama, C., y Chacón, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana, 13*(2), 86-101.

Arcila Cardona, A. M., Valderrama Ardila, C., y Chacón de Ulloa, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana, 13*(2), 67-85.

Banda, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K. G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., Prado, D., Pullan, M., Quintana, C., Riina, R., Rodríguez M., G. M., Weintritt, J., Acevedo-Rodríguez, P., Adarve, J., Álvarez, E., Aranguren B., A., Arteaga, J. C., Aymard, G., Castaño, A., Ceballos-Mago, N., Cogollo, Á., Cuadros, H., Delgado, F., Devia, W., Dueñas, H., Fajardo, L., Fernández, Á., Fernández, M. Á., Franklin, J., Freid, E. H., Galetti, L. A., Gonto, R., González-M., R., Graveson, R., Helmer, E. H., Idárraga, Á., López, R., Marcano-Vega, H., Martínez, O. G., Maturo, H. M., McDonald, M., McLaren, K., Melo, O., Mijares, F., Mogni, V., Molina, D., Moreno, N. d. P., Nassar, J. M., Neves, D. M., Oakley, L. J., Oatham, M., Olvera-Luna, A. R., Pezzini, F. F., Dominguez, O. J. R., Ríos, M. E., Rivera, O., Rodríguez, N., Rojas, A., Särkinen, T., Sánchez, R., Smith, M., Vargas, C., Villanueva, B., y Pennington, R. T. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science, 353*(6306), 1383-1387. doi: 10.1126/science.aaf5080

Becerra, J. X. (2005). Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102*(31), 10919-10923. doi: 10.1073/pnas.0409127102

Bernal, R., Gradstein, S., y Celis, M. (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. *Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*.

Brako, L., y Zarucchi, J. (1993). Catalogue of the flowering plants and Gymnosperm of Peru St. Luis

Carbonó-Delahoz, E., y García, H. (2010). La vegetación terrestre en la ensenada de Neguanje, parque nacional natural Tayrona (Magdalena, Colombia). *Caldasia, 32*, 235-256.

Carbonó, E., y Contreras, G. (1997). Endemismo y otras singularidades de la sierra nevada de Santa Marta. *Acad. Colomb. Cienc., 21*(81), 409-417.

Carbonó, E., y García, H. (2010). La vegetación terrestre en la ensenada de Neguanje, parque nacional natural Tayrona (Magdalena, Colombia). *CALDASIA, 32*(2), 235-256.

Carrillo, M., Rivera, O., y Sánchez, R. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro Tasajero, San José de Cúcuta-norte de Santander, Colombia. *Actualidades biologica, 29*(86), 55-73.

Castro Rodríguez, S. Y. (2012). *Análisis florístico y fitogeográfico de ambientes asociados al complejo de ciénagas de Zapatosa (Cesar) en el Caribe colombiano.* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Ceroni, A. (2003). Distribución de las Leguminosas de la parte alta de la Cuenca La Gallega. Morropón. Piura. *Ecología Aplicada, 2*(1), 9-13.

Cleef, A. M. (1979). The phytogeographical position of the neotropical vascular paramo flora with special reference to the Colombian cordillera Oriental. In K. Larsen y Holm-Nielsen (Eds.), *Tropical Botany*. London-New York-San Francisco: Academic Press.

Cornejo, X., y Iltis, H. (2012). Flora de Jalisco y áreas colindantes; Capparaceae. Méjico, Universidad de Guadalajara. Editores orgánica.71 p.

Cuatrecasas, J. (1979). Comparación fitogeográfica de páramos entre varias cordilleras. In Salgado-Labouriau (Ed.), *El medio ambiente páramo*. Caracas: Ediciones Centro de Estudios Avanzados.

David H, Díaz V, Urrea L, y N, C. (2014). Guía Ilustrada Flora Cañón del río Porce, Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia, pp. 264

De-Nova, J. A., Medina, R., Montero, J. C., Weeks, A., Rosell, J. A., Olson, M. E., Eguiarte, L. E., y Magallón, S. (2012). Insights into the historical construction of species-rich Mesoamerican seasonally dry tropical forests: the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales). *New Phytologist, 193*, 276–287.

Díaz-Peréz. (2012). *Análisis florístico y fitogeográfico de la cuenca baja del cañón del río Suárez (Santander, Colombia).* (Magister), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. PMC database.

Díaz, J. (2014). Región Caribe de Colombia. Colección ecológica del Banco de Occidente. Cali.12 p.

Dueñas A, Betancur j, y Galindo R. (2006). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia. *Colombia forestal, 10*(20), 26-39.

Dugan, A. (1970). Observaciones botánicas y geobotánicas en la costa colombiana del caribe *Academia Colombiana de Ciencias Exacta, 13*(52), 415-465.

ESRI. (2015). ArcGIS Desktop: Release 10.3 Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Figueroa, Y., y Galeano, G. (2004). Guía ilustrada de la flora del “desierto de la Tatacoa” Huila, Colombia. *Acta Biológica Colombia, 9*(2).

Fine, P. V. A., Zapata, F., y Daly, D. C. (2014). investigating processes of neotropical rain forest tree diversification by examining the evolution and historical biogeography of the protieae (BURSERACEAE). *Evolution, 68*(7), 1988-2004. doi: 10.1111/evo.12414

Forero, E., y Romero, C. (2005). Estudios en leguminosas colombianas. Bogota. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.1-174 p.

Galván, S., y De La Ossa, J. (2009). Herpetofauna registrada para el área de influencia de la reserva forestal protectora serranía de Coraza, Coloso Sucre, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL, 1*(1), 250-258pp.

Galvan, S., Sierra, I., Gómez, H., De la ossa, J., y Patiño, A. (2009). Biodiversidad en el área de influencia de la estación primates de Colosó, Sucre, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL, 1*(1), 95-118.

García, H., Corzo, G., Isaac, P., y Etter, A. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: Insumos para su conservación. In C. Pizano y H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (Vol. 90, pp. 228-251). Bogota, D.C: Instituto de Investigacion de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt.

García, M. S., Basilio, B. H., Herazo, V. F., Mercado, G. J., y Morales, P. M. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal, 19*(1), 41-52.

Gentry, A. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolution biology, 15*, 1-84.

Gentry, A. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals Missourl Botanical Garde, 75*(1), 1-34.

Gentry, A. (1993a). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary

notes on herbaceous taxa. Washington, DC. University of Chicago Press edition.895 p.

Gentry, A. (1993b). A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America : (Colombia, Ecuador, Peru) : With Supplementary Notes on herbaceus taxa. Washinton, DC.

Gentry, A. (1995a). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Cambridge. Cambridge University Press.146-194 p.

Gentry, A. (1995b). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In S. H. Bullock, H. A. Mooney, y E. Medina (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests* (Vol. 85, pp. 146-194). Cambridge: Cambridge University Press.

Gentry, A. (2009). Flora de Colombia: Bignoniaceae. Universidad Nacional de Colombia, Fac. de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.Bogota. Arfo Editores 462 p.

Giraldo-Cañas, D. (2001). Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial Andino, cordillera central (Antioquia, Colombia) *Darwiniana, 39*((3-4)), 187-199.

Guariguata, M. K., Kandler, G., Guariguata, M., y Manuel, R. (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Costa Rica. Editorial Tecnológica.691 p.

Halffter, G. (1992). La diversidad biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana, 1*, 363.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica, 4*(1), 9.

Hernández, J., y Sánchez, H. (1992). Biomas terrestre de Colombia. Pág.153-176. En: La biodiversidad biológica de Iberoamérica I. Halffter, G, Inst Mex. De Ecología y secretaría de Desarrollo Social. México DF.

Holdridge, L. R. (1947). Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science, 105*, 367-368.

IAvH. (1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia.Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA-IAvH. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.*

IGAC. (1998). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Sucre. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.126 p.

Jaramillo, C., Rueda, M. J., y Mora, G. (2006). Cenozoic Plant Diversity in the Neotropics. *Science, 311*(5769), 1893-1896. doi: 10.1126/science.1121380

Kalacska, M., Sánchez-Azofeifa, A., Calvo-Alvarado, J., Quesada, M., y Janzen, D. (2004). Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *Forest Ecology and Management, 200*, 227–247.

Lavin, M., y Matos, A. (2008). The Impact of Ecology and Biogeography on Legume Diversity, Endemism, and Phylogeny in the Caribbean Region: A New Direction in Historical Biogeography. *The Botanical Review, 74*(1), 178-196. doi: 10.1007/s12229-008-9006-8

Lavin, M., Schrire, B. P., Lewis, G., Pennington, R. T., Delgado–Salinas, A., Thulin, M., Hughes, C. E., Matos, A. B., y Wojciechowski, M. F. (2004). Metacommunity process rather than continental tectonic history better explains geographically structured phylogenies in legumes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1450), 1509-1522. doi: 10.1098/rstb.2004.1536

Lee, M., y Rangel, J. (2015). Composición florística del bosque tropical seco del santuario" Los Besotes" y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia forestal, 18*(1), 87-103.

Linares-Palomino, R. (2002). *A floristic and phytogeographic analysis of peruvian seasonally dry tropical forests.* (M.Sc), University of Edinburgh, Edinburgh.

Linares, R. (2002). *A floristic and phytogeographic analysis of peruvian seasonally dry tropical forests.* (doctorado).

Loewenberg-Neto, P. (2014). Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *Zootaxa, 3802*(2), 300-300.

López, A. (2002). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Morroa, documento técnico. *Directivos de la alcaldía de Morroa*, 63-70.

Louman, B. (2001). Bases ecológicas. en: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Editado por: Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Turrialba, CR,. *CATIE*, 57 – 62

Lowenberg-Neto, P. (2014). Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *2014, 3802*(2), 1. doi: 10.11646/zootaxa.3802.2.12

Martins-Fonseca, L., y Lohman, L. (2015). Biogeography and evolution of *Dolichandra* (Bignonieae, Bignoniaceae). *Botanical Journal Of The Linnean Society, 179*, 403–420.

Marulanda, L. O., Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, M. A., Idárraga, A., López, M. C., y López, J. M. (2003). Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sabastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades Biologicas, 25*(78), 17-30.

Medina, C. (2003). La flora: riqueza, diversidad y sus relaciones fitogeográficas. In A. Velásquez, A. Torres, y G. Bocco (Eds.), *Las enseñanzas de San Juan – Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales*. México: INE-SEMARNAT.

Meléndez A, y A, P. (2009). Synopsis of the genus Machaerium Pers.(Leguminosae-Papilionoideae—Dalbergieae) in Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 363-416.

Mendoza, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región caribe y el valle del río magdalena, colombia. *CALDASIA, 21*(1), 70-94.

Mendoza, H., Ramírez, B., y Jiménez, L. (2004). Rubiaceae de Colombia. Bogota. Ramos López Editorial.351 p.

Minitab, I. (2013). Minitab (Programa de Cómputo) Versión 17.1.0 Estados Unidos.

Møller Jørgensen, P., y León Yánes, S. (1999). Catalogue of vascular plants of Ecuador St. Luis.

Morales, F. (2009). Estudios en las Apocynaceae neotropicales XXXIX: revisión de las Apocynoideae y Rauvolfioideae de Honduras. *Anales del Jardín Botánico de Madrid, 66*(2), 45.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza.

Morrone, J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa, 3782*(1), 1-110.

Murienne, J., Daniels, S. R., Buckley, T. R., Mayer, G., y Giribet, G. (2014). A living fossil tale of Pangaean biogeography. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281*(1775), 20132648. doi: 10.1098/rspb.2013.2648

Murphy, P., y Lugo, A. (1986). Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics, 17*, 67-88.

Murphy, P., y Lugo, A. (1995a). Dry forests of Central America and the Caribbean. In S. H. Bullock, H. A. Mooney, y E. Medina (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests* (Vol. 85, pp. 9-34). Cambridge: Cambridge University Press.

Murphy, P., y Lugo, A. (1995b). Dry forests of Central America and the Caribbean.9-34 p.

Murphy, P. G., y Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics, 17*, 67-88.

Narváez, D. (2012). Plan de desarrollo “Toluviejo somos todos” alcaldía de Toluviejo. *Directivos de la alcaldía de Toluviejo*, 184.

Newton, A. (2007). Forest Ecology and Conservation. New York. Series Editor: William J. Sutherland.471 p.

Ochoa, D., Martínez, E., y De la ossa, J. (2011). Densidad poblacional y estructura de grupo de Alouatta seniculus (Primates: Atelidae) en Colosó, Sucre, Colombia. *U.D.C.A Act. & Div. Cient. , 14*(2), 101 - 108.

Olascuaga, D., y Mercado-Gómez, J. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal, 19*(1), 23-40.

Olascuaga, D., Mercado, J., y Sánchez, L. (2015). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia forestal, 19*(1), 23 - 40.

Orejuela, J., y Contreras, J. (2006). The vegetation of the tropical dry forest of the Cali Botanical Garden,Cali, Colombia. *Lyonia, 9*(2), 81-88.

Parrish, J. (1993). Climate of the Supercontinent Pangea. *The Journal of Geology, 101*(2), 215-233.

Patiño, R., y Rangel, O. (2011). Estudio de caso. La vegetación boscosa en la estación de primates Coloso–Sucre. En O. Rangel-Ch (ed.). Colombia diversidad biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá) Facultad de Ciencias., 253-268.

Pennington, R., Lavin, M., y Oliveira, A. (2009). Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 40*, 437-457.

Pennington, R., Prado, D., y Pendry, C. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography, 27*, 261–273.

Pennington, R. T., Lavin, M., y Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40*(1), 437-457. doi: doi:10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327

Pennington, R. T., Lavin, M., Prado, D. E., Pendry, C. A., Pell, S. K., y Butterworth, C. A. (2004). Historical climate change and speciation: neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1443), 515-538. doi: 10.1098/rstb.2003.1435

Pennington, R. T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G. P., Klitgaard, B. B., y Hughes, C. E. (2010). Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(31), 13783-13787. doi: 10.1073/pnas.1001317107

Pineda, N. (2012). Plan de Desarrollo “Primero la Gente” Alcaldía de San Onofre. *Directivos de la alcaldía de San Onofre*, 68.

Pizano C, y García H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota. Ediprint Ltda.353 p.

Pizano, C., y García, H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.353 p.

Pizano, C., Gonzalez, R., Gonzalesz, M., Castro-Lima, R., Rodriguez, N., Idarraga, A., Vargas, W., Vergara-Varela, H., Castaño-Naranjo, A., Devia, W., Rojas, A., Cuadros, H., y Lazaro-Toro, J. (2014). Plantas de los bosques secos de Colombia. In C. Pizano y H. García (Eds.), *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 37-48). Bogotá, DC: Instituto de Investigaciones Alexander von Humbolt.

Portillo-Quintero, C. A., y Sánchez-Azofeifa, G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation, 143*(1), 144-155.

Portillo, C., y Sánchez, G. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation, 143*, 144-155.

Promontes. (2003). Programa de Desarrollo y Paz de los Montes de María - Promontes, Corporación Territorios, Universidad de Cartagena. Cartagena.162 p.

Rangel, O. (2012). Colombia Diversidad Biótica XII. La Región Caribe de Colombia,Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. xxii. Bogotá. Editorial CÓDICE Ltda.1046 p.

Rangel, O., y Velásquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. Bogotá. Editorial Guadalupe Ltda.59-82 p.

Rodríguez-M, G. M., Banda-R, K., Reyes-B, S. P., y Estupiñán, A. C. (2012). Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana, 13*(2), 7-39.

Rodríguez, G., Banda, K., Reyes, S., y Estupiñán, A. (2012). Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana, 13*(2), 7-39.

Sampedro, A., Gómez, H., y Ballut, G. (2014). Estado de la vegetación en localidades abandonadas por “desplazamiento”, en Los Montes De María Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana cienc. Anim., 6*(1), 184-193.

Sanmartín-Sierra, D. R., Angarita-Hernándeza, D. F., y Mercado-Gómez, J. D. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en desarrollo, 7*(2), 43-56.

Sarmiento, G. (1975). The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. *Journal of Biogeography, 2*(4), 233-251.

Smith, L., y Fernandez, P. (1954). Revisio violacearum colombiae. *CALDASIA, 6*(28), 83-181.

Smith, N., Mori, S. A., Henderson, A., Stevenson, D. W., y Heald, S. V. (2004). Flowering Plants of the Neotropics. Princeton and Oxford

Sugden, A. (1982). The vegetation of the serrania de Macuira, Guajira, Colombia: A contrast of dry lowlands and an isolated cloud forest. *Journal of the Arnold Arboretum, 63*, 1-30.

Tejada, H. (2009). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Colosó. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 28-38.

Tinoco F, Barragán B, y Esquivel H. (2014). Efecto del tamaño en la estructura, composición y diversidad de bosques premontanos en la cuenca del Rionegro- Cundinamarca. *Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 26*, 46-55.

Torres, A., Bautista, J., Cárdenas, M., Vargas, J., Londoño, V., Rivera, K., Home, J., Duque, O., y González, A. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana, 13*(2), 66-84.

van der Hammen, T., y Cleef, A. M. (1983). Datos para la historia de la flora andina. *Revista chilena de historia natural, 56*, 97-107.

van der Hammen, T., y Hooghiemstra, H. (1995). The el Abra stadial, a younger dryas equivalent in Colombia. *Quaternary Science Reviews, 14*, 841-851.

Vargas A, González Á, Barona E, y Bolívar W. (2016). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada y Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias, 20*(2), 13-60.

Verbel, C. (2008). Plan de desarrollodel municipio de Colosó 2008- 2011 *Alcaldia de Colosò*, 170.

Werneck, F. P., Costa, G. C., Colli, G. R., Prado, D. E., y Sites Jr, J. W. (2011). Revisiting the historical distribution of Seasonally Dry Tropical Forests: new insights based on palaeodistribution modelling and palynological evidence. *Global Ecology and Biogeography, 20*(2), 272-288. doi: 10.1111/j.1466-8238.2010.00596.x

Willis, C. G., Franzone, B. F., Xi, Z., y Davis, C. C. (2014). The establishment of Central Americanm igratory corridors and the biogeographic origins of seasonally dry tropical forests in Mexico. *Frontiers in Genetics, 5*(433), 1-14.

Yepes, A., y Villa, J. (2010). Sucesión vegetal luego de un proceso de restauración ecológica en un fragmento de bosque seco tropical (La Pintada, Antioquia). *Revista Lasallista de Investigación, 7*(2), 24-34.

11. ANEXOS

Anexo 1. Familias y especies reportadas para cada localidad de muestreo en Montes de María del departamento de Sucre. Casa Amarilla uno[1]; Casa Amarilla dos[2]; Paraíso[3]; Pajarito[4]; Garrapata[5]; El Cacao[6] y Roca Madre[7].

Hábito / Familias y especies	**Hábito / Familias y especies**	**Hábito / Familias y especies**
Arboles	*Oxandra xylopioides*[5]	Polygonaceae[5,7]
Achariaceae[2,3,4,5]	Apocynaceae[1,2,3,4,5,6,7]	*Coccoloba* sp.[5,7]
Carpotroche grandiflora[2,3,4,5]	*Laxoplumeria* sp.[1]	Primulaceae[1,3,4,5,6,7]
Anacardiaceae[1,2,3,4,5,6,7]	*Plumeria* sp.[1,2]	*Clavija mezii*[3,4,5,6,7]
Astronium graveolens[1,2,3,4,5,6,7]	*Rauvolfia sellowii*[1,2]	*Clavija* sp.[1]
Apocynaceae[1,2,3,4,5,6,7]	*Rauvolfia* sp.[3]	Quiinaceae[4,7]
Aspidosperma megalocarpon[3,5,7]	*Rauvolfia tetraphylla*[3]	*Quiina* sp.[4,7]
Aspidosperma polyneuron[1,2,3,4,5,6,7]	*Stemmadenia grandiflora*[3,4,5,6,7]	Rhamnaceae[1,2,4,5,7]
Bignoniaceae[3,4,6,7]	*Tabernaemontana amygdalifolia*[3,4,5,6,7]	*Colubrina* sp.[1,2,4,5]
Crescentia cujete[6]	*Tabernaemontana* sp.[3,4]	Ziziphus jujuba[5]
Handroanthus ochraceus[4,6,7]	*Thevetia* sp.[6]	*Ziziphus strychnifolia*[5,7]

Tabebuia sp.[3,4,7]

Bixaceae[6]

Cochlospermum sp.[6]

Cochlospermum vitifolium[6]

Burseraceae[1,2,3,4,5,7]

Bursera simaruba[1,2,3,4,5,7]

Capparaceae[1,2,3,7]

Cynophalla hastata[2]

Cynophalla verrucosa.[3,7]

Quadrella indica[1,2]

Quadrella odoratissima[1,2,7]

Celastraceae[5]

Maytenus longipes[5]

Euphorbiaceae[3,4,5,6,7]

Garcia nutans[1,3,6,7]

Hura crepitans[4]

Sapium sp.[6]

Fabaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Albizia sp.[1]

Brownea ariza[4,7]

Brownea macrophylla[8]

Araliaceae[1,3,4,5,7]

Aralia excelsa[1,4]

Dendropanax arboreus[4,5,7]

Dendropanax globosus[5]

Dendropanax sp.[5,7]

Oreopanax capitatus[3,5,7]

Asteraceae[6]

Lycoseris trinervis[6]

Tabebuia sp.2[6]

Ehretiaceae[1,2]

Bourreria exsucca[1]

Bourreria sp.[2]

Cordiaceae[4,5,6,7]

Cordia alliodora[6]

Cordia lucidula[5,7]

Cordia sp.1[4,5,6]

Cordia sp.2[6]

Heliotropiaceae[6]

Tournefortia hirsutissima[6]

Buxaceae[3,4,5,6,7]

Buxus citrifolia[3,4,5,6,7]

Rubiaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Alibertia edulis[5,7]

Chiococca alba[1,2,3,4,5,6]

Chomelia spinosa[6]

Coussarea paniculata[2]

Faramea sp.[5,6]

Guettarda sp.[7]

Margaritopsis microdon[4]

Morinda sp.1[2]

Morinda sp.2[3,7]

Morinda sp.3[7]

Pittoniotis trichantha[5]

Psychotria carthagenensis[3,4,5,6,7]

Psychotria hebeclada[3,4,5,7]

Psychotria sp.[3,7]

Randia aculeata [2]

Randia sp.1[2,3,4,7]

Randia sp.2[2]

Rondeletia purdiei[1,7]

Rondeletia sp.[6,7]

Rosenbergiodendron formosum[6]

Calliandra sp.[2]	Cactaceae[5]	*Rosenbergiodendron longiflorum*[6]
Cassia grandis[3]	*Pereskia bleo*[5]	Rutaceae[1,2,3,4,6,7]
Centrolobium yavizanum[6]	Cannabaceae[1,3,5,7]	*Amyris ignea*[1,2]
Cojoba arborea[6,7]	*Celtis iguanaea*[1,3,5]	*Esenbeckia alata*[1,2]
Coursetia ferruginea[3,4,7]	*Celtis* sp.[7]	*Esenbeckia* sp.[3,7]
Cynometra sp.[2]	Capparaceae[1,2,3,4,5,6,7]	*Metrodorea* sp.[2]
Dialium guianense[3]	*Calanthea pulcherrima*[1]	*Pilocarpus goudotianus*[3]
Machaerium arboreum[3,4,5,6,7]	*Capparidastrum frondosum*[1,2,3,4,5,6,7]	*Pilocarpus* sp.[3,4,6,7]
Machaerium biovulatum[3,6,7]	*Capparidastrum* sp.[3]	Salicaceae[1,3,6,7]
Machaerium capote[6,7]	*Crateva tapia*[5]	*Casearia guianensis*[7]
Machaerium leiophyllum[3,5,6]	*Cynophalla amplissima*[4]	*Casearia* sp.1[3,6]
Machaerium polyphyllum[4,6,7]	*Cynophalla* sp.1[3,6]	*Casearia* sp.2[6,7]
Machaerium sp.3[1,3,7]	*Cynophalla* sp.2[6]	*Casearia* sp.3[1]
Ormosia sp.[3,6]	*Cynophalla verrucosa*[1,2,3,4,5,6,7]	*Xylosma* sp.[1]
Parkia sp.[3]	*Monilicarpa tenuisiliqua*[1,2]	Sapindaceae[3,4,5,6]
Peltogyne purpurea[5]	*Morisonia americana*[2]	*Allophylus* sp.[3,4]
Platymiscium sp.[3,7]	Celastraceae[2,3,4,5]	*Dilodendron costaricense*[3,4,5,6]
Pterocarpus officinalis[7]	*Maytenus krukovii*[4]	*Pseudima* sp.[5]
Pterocarpus rohrii[3,4]	*Maytenus longipes*[4,5]	Sapotaceae[3,6,7]

Pterocarpus sp.[1,2,3,4]

Samanea saman[6]

Schnella sp.2[1,7]

Senegalia macbridei[7]

Senegalia sp.[4,5,7]

Sphinga platyloba[3]

Swartzia oraria[3,4,5,7]

Swartzia simplex[4]

Swartzia sp.3[1,4]

Lamiaceae[6]

Callicarpa acuminata[6]

Lauraceae[3,5,7]

Aniba perutilis[3,5,7]

Lecythidaceae[3,4,5,6,7]

Gustavia sp.[3,4,7]

Gustavia superba[5,7]

Lecythis minor[6,7]

Lecythis tuyrana[6]

Malvaceae[1,3,4,5,6,7]

Apeiba tibourbou[3,4,5]

Guazuma ulmifolia[1,3,4,6,7]

Pachira quinata[1]

Pseudobombax sp.[4,6,7]

Maytenus sp.[2,3,4]

Chrysobalanaceae[6]

Licania sp.[6]

Erythroxylaceae[1,2,3]

Erythroxylum carthagenense[1,2]

Erythroxylum havanense[1,2]

Erythroxylum sp.1[1,2]

Erythroxylum sp.2[3]

Euphorbiaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Acalypha schiedeana[7]

Acalypha sp.1[3]

Acalypha sp.2[3]

Acalypha villosa[3]

Cnidoscolus sp.[2,4]

Cnidoscolus urens[3]

Croton fragrans[6,7]

Croton niveus[2]

Croton sp.1[3,4,5,6,7]

Croton sp.2[6]

Croton sp.3[1]

Euphorbia sp.[1]

Euphorbia tithymaloides[1,2]

Fabaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Chrysophyllum sp.[6,7]

Manilkara sp.[3]

Violaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Gloeospermum sphaerocarpum[1,2]

Hybanthus sp.1[4,5]

Hybanthus sp.2[4,7]

Pombalia prunifolia[2,4,5,6]

Rinorea sp.[3,4,6,7]

Lianas

Apocynaceae[6,7]

Mandevilla sp.[6]

Prestonia sp.[7]

Bignoniaceae[1,2,3,4,6,7]

Adenocalymma sp.1[3]

Adenocalymma sp.2[4]

Adenocalymma sp.3[4]

Adenocalymma sp.4[7]

Bignonia diversifolia[1,2]

Dolichandra *sp.*[4]

Martinella sp.[4,6]

Pleonotoma variabilis[6]

Convolvulaceae[1,4]

Ipomoea sp.[4]

Melastomataceae[6]

Miconia sp.2[6]

Meliaceae[2,3,4,5,7]

Trichilia acuminata[2,3,4,5,7]

Trichilia hirta[4,5]

Moraceae[1,2,3,4,5,6,7]

Batocarpus sp.[4]

Brosimum alicastrum[2,3,4,5,7]

Brosimum guianense[3,4,5,7]

Brosimum rubescens[3]

Castilla elastica[5,7]

Ficus sp.[3,4,5,7]

Ficus ypsilophlebia[5,6]

Maclura tinctoria[4,7]

Sorocea sp.1[4,5]

Sorocea sp.2[6,7]

Sorocea sp.3[7]

Sorocea sprucei[1,2,3,5,6,7]

Sorocea trophoides[7]

Muntingiaceae[3]

Muntingia calabura[3]

Myrtaceae[1,2,5,7]

Eugenia costaricensis[1,2]

Calliandra coriacea[8]

Coursetia sp.[1,3]

Inga sp.1[3,4,5,6]

Inga sp.2[3,6,7]

Lonchocarpus sp.[3]

Machaerium sp.1[4,6]

Machaerium sp.2[6]

Machaerium sp.4[1]

Myrospermum frutescens[6]

Myroxylon sp.[1]

Pithecellobium lanceolatum[1,3,4]

Pithecellobium roseum[5]

Pithecellobium sp.1[1,2,3,4]

Pithecellobium sp.2[1]

Pithecellobium sp.3[2]

Platypodium elegans[7]

Schnella sp.1[4,5]

Schnella sp.3[1]

Senna sp.[3,5,7]

Swartzia sp.1[4]

Swartzia sp.2[5]

Vachellia sp.[3,4]

Zapoteca formosa[3,4]

Maripa sp.[4]

Turbina abutiloides[1]

Malpighiaceae[4,6,7]

Banisteriopsis muricata[2]

Heteropterys macrostachya[5]

Hiraea sp.[4,6,7]

Malvaceae[7]

Byttneria aculeata[7]

Orchidaceae[1,2,4]

Vanilla sp.[1,2,4]

Rhamnaceae[6]

Gouania polygama[6]

Sapindaceae[1,4,6,7]

Paullinia obovata[4]

Serjania columbiana[1]

Serjania sp.1[1,4]

Serjania sp.2[6]

Serjania sp.3[6]

Serjania sp.4[7]

Smilacaceae[1,3,4,6]

Smilax oblongata[6]

Smilax officinalis[6]

Smilax sp.1[1,3,4,6]

Myrcia fallax[6]

Myrcia splendens[5,7]

Picramniaceae[3,4,5,6,7]

Picramnia sp.1[3,4,5,7]

Picramnia sp.2[3,5,6,7]

Polygonaceae[2,3,4,5,7]

Coccoloba acuminata[5]

Coccoloba caracasana[3]

Coccoloba coronata[7]

Coccoloba obovata[2,5]

Triplaris americana[3,4,5,7]

Triplaris cumingiana[4]

Primulaceae[5,6,7]

Ardisia foetida[5,6,7]

Rubiaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Alseis labatioides[6]

Alseis sp.[2,3,5,6,7]

Pittoniotis sp.[3,7]

Simira cordifolia[1,2,3,4,5,6,7]

Simira sp.[3]

Rutaceae[1,7]

Zanthoxylum caribaeum[1,7]

Sapindaceae[1,2,3,4,5,7]

Hernandiaceae[5]

Hernandia sp.[5]

Lamiaceae[6]

Callicarpa acuminata[6]

Lecythidaceae[6]

Grias colombiana[6]

Loganiaceae[1]

Strychnos sp.[1]

Malpighiaceae[1,2,3,5,6,7]

Bunchosia pseudonitida[5]

Bunchosia sp.1[3,5,6]

Bunchosia sp.2[6,7]

Malpighia glabra[1,2,3]

Malpighia sp.1[5,7]

Malpighia sp.2[7]

Malvaceae[1,2,3,4,5,7]

Byttneria sp.[1]

Malvaviscus arboreus[2,3,4,5,7]

Malvaviscus sp.[3]

Melochia sp.[5]

Quararibea wittii[5]

Melastomataceae[6]

Miconia sp.1[6]

Smilax sp.2[6]

Smilax sp.3[6]

Vitaceae[1]

Cissus fuliginea[1]

Bignoniaceae[1,2,3,4,5,6,7]

Adenocalymma inundatum[3,7]

Bignonia binata[1,2]

Bignonia pterocalyx[3,4,5,6,7]

Bignonia sp.1[1,2,3]

Bignonia sp.2[1]

Bignonia sp.3[2]

Fridericia candicans[1]

Fridericia sp.[1,2]

Celastraceae[1,2,3,4,5,6,7]

Hippocratea sp.1[1]

Hippocratea sp.2[1]

Hippocratea sp.3[2]

Hippocratea volubilis[1,6,7]

Prionostemma aspera[3,4,5,6,7]

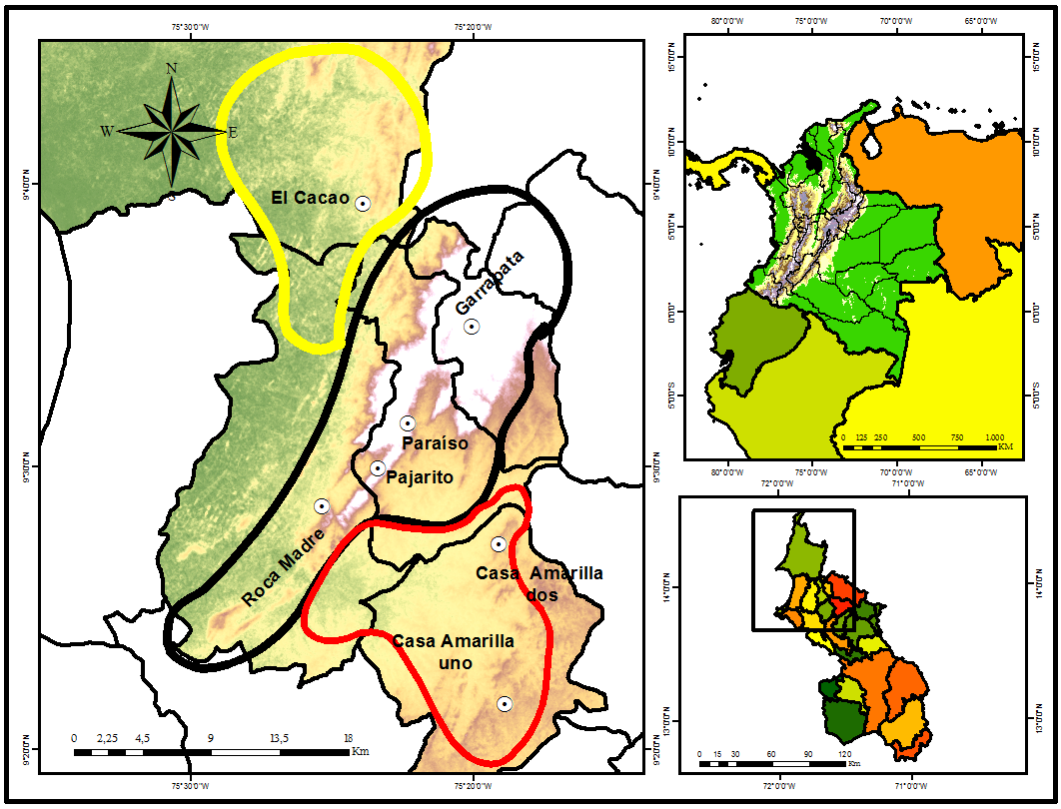
Connaraceae[4,5,6,7]

Connarus panamensis[6]

Connarus perrottetii[4,7]

Connarus sp.[6]

Melicoccus bijugatus[1,2,3,4,5]	Meliaceae[3,4]	*Rourea glabra*[4,5,6,7]
Melicoccus oliviformis[1,2,3,4,5,7]	*Schmardaea microphylla*[3]	Dilleniaceae[7]
Sapindus saponaria[1,2]	*Schmardaea* sp.[3]	*Tetracera volubilis*[7]
Sapotaceae[2,3,4,5,7]	*Trichilia* sp.[4]	Dioscoreaceae[4,6]
Manilkara chicle[3,4,5,7]	Moraceae[3]	*Dioscorea chondrocarpa*[6]
Pouteria sp.[3,5,7]	*Brosimum* sp.[3]	*Dioscorea* sp.1[6]
Pradosia colombiana[2,3,4,5,7]	Myrtaceae[1,2,3,4,5,6,7]	*Dioscorea* sp.2[4]
Ulmaceae[2,3,4,5,7]	*Eugenia acapulcensis*[4]	Fabaceae[1,3,4,6]
Ampelocera edentula[2,3,4,5,7]	*Eugenia rhombea*[3,4,5,6,7]	*Schnella glabra*[3,4,6]
Urticaceae[5,7]	*Eugenia* sp.1[1,2,5]	*Schnella guianensis*[6]
Cecropia peltata[5,7]	*Eugenia* sp.2[3]	*Schnella* sp.2[1]
Violaceae[2]	*Eugenia venezuelensis*[4]	Malpighiaceae[1]
Rinorea lindeniana[2]	Nyctaginaceae[2,3,4,6]	*Hiraea reclinata*[1]
Zygophyllaceae[2]	*Guapira* sp.1[4,6]	Menispermaceae[7]
Bulnesia arborea[2]	*Guapira* sp.2[6]	*Abuta* sp.[7]
Arbustos	*Guapira* sp.3[2]	Sapindaceae[4,5,7]
Acanthaceae[1,2,3,4,5,7]	*Neea* sp.[3]	*Paullinia macrophylla*[4]
Aphelandra pulcherrima[1,2,3,4,5,7]	*Pisonia* sp.[3]	*Paullinia* sp.1[4,5]
Aphelandra sp.1[2,3,4,5,7]	Ochnaceae[3,5]	*Paullinia* sp.2[4,5]
Aphelandra sp.2[2,4]	*Ouratea guildingii*[5]	*Paullinia* sp.3[4,7]

Aphelandra sp.3[2]	*Ouratea* sp.[3]	*Paullinia* sp.4[7]
Justicia bracteosa[1,2,3,4,5,7]	Opiliaceae[4]	**Palma**
Justicia ferruginea[6]	*Agonandra brasiliensis*[4]	Arecaceae[3,5,6,7]
Justicia secunda[3,5]	Phyllanthaceae[3,4]	*Astrocaryum malybo*[6]
Justicia sp.1[1,2,5]	*Astrocasia tremula*[4]	*Attalea butyracea*[5]
Justicia sp.2[3,5]	*Phyllanthus* sp.[3]	*Bactris sp.*[3,6]
Ruellia macrophylla[5]	Phytolaccaceae[1,2,4]	*Cryosophila kalbreyeri subsp. kalbreyeri*[3]
Ruellia sp.1[1]	*Seguieria americana*[1,2,4]	*Desmoncus orthacanthos*[3,5,6,7]
Ruellia sp.2[1]	Piperaceae[5,6,7]	Cyclanthaceae[6]
Amaranthaceae[7]	*Piper aduncum*[7]	*Carludovica palmata*[6]
Chamissoa altissima[7]	*Piper aequale*[5,6]	**Hierbas**
Annonaceae[1,2,3,4,5,7]	*Piper hispidum*[6]	Fabaceae[2]
Annona sp.[3,4,5,7]	*Piper marginatum*[6,7]	*Aeschynomene* sp.[2]
Oxandra sp.[1,2,3,5]	*Piper* sp.1[6,7]	Nyctaginaceae[1]
Oxandra venezuelana[5]	*Piper* sp.2[7]	*Boerhavia erecta*[1]

Anexo 2. Asociaciones florísticas para Montes de María según análisis MDS y CA.