

**Estructura, composición florística y diversidad funcional del bosque seco tropical (Bs-T) de  
Cúcuta, Colombia.**

**Yelenka Vega Sarmiento**

**Cód: 1065637145**

Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Biología  
Pamplona, Norte de Santander

2018

**Estructura, composición florística y diversidad funcional del bosque seco tropical (Bs-T) de  
Cúcuta, Colombia.**

Trabajo de grado para optar por el título de:

Bióloga

Director

Luis Roberto Sánchez Montaña

Biólogo M. Sc biología-sistemática vegetal

Grupo de investigación en recursos naturales

Universidad de Pamplona

Codirector

Carlos Mario Galván Cisneros

Biólogo

Grupo de investigación en recursos naturales

Universidad de Pamplona

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Departamento de biología

2018

## **Dedicatoria.**

Este trabajo va dedicado primeramente a mis padres Wildo Raúl Vega y Dilia Isabel Sarmiento, los cuales fueron mi ejemplo de vida y mi apoyo incondicional.

A mi compañero Jonathan Kevin Sánchez porque durante este proceso siempre estuvo a mi lado, motivándome y ayudándome a crecer a nivel personal y profesional.

A Gricelda Céspedes por su apoyo emocional y monetario.

A mis queridos tíos Isael Ramón Vega y Martha Isabel Sarmiento por depositar su confianza en mí.

A mis amigas Mónica Carvajalino, Mónica Ochoa y Leidy Quintero por estar siempre que las necesité.

Odín y Nami por alegrarme cada momento de mi vida.

**Agradecimientos.**

A mis directores de tesis Luis Roberto Sánchez y Carlos Galván Cisneros muchas gracias por el tiempo brindado; consejos, orientaciones, paciencia y apoyo incondicional.

A mi amigo Mauricio Cobos gracias por la confianza y por ser mi guía en este arduo proceso.

A mis Jurados por brindarme su ayuda en la corrección y evaluación de este significativo trabajo.

A mi familia y compañeros de clase con los cuales he compartido valiosos momentos.

## Contenido.

Lista de tablas.

Lista de figuras.

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1 Bosque seco tropical en Colombia.....	6
2.2 Aspectos para la medición de composición y diversidad de la vegetación.....	7
2.2.1 Florística.....	8
2.2.2 Diversidad.....	8
2.3 Índices de similitud.....	8
2.4 Diversidad funcional.....	9
2.4.1 Rasgos de historias de Vida Evaluados.....	9
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
4. METODOLOGÍA.....	14
4.1 Área de estudio.....	14
4.2 Fase de campo.....	15
4.2.1 Caracterización de la vegetación.....	17
4.2.2 Rasgos funcionales.....	17

4.2.3	Rasgos de la hoja.....	17
4.2.4	Densidad de madera.....	18
4.3	Fase de laboratorio.....	18
4.3.1	Caracterización de la vegetación.....	18
4.3.2	Rasgos funcionales.....	19
4.3.2.1	Área foliar.....	19
4.3.2.2	Área foliar específica.....	19
4.3.2.3	Contenido Foliar de Materia seca.....	19
4.3.2.4	Grosor de la hoja.....	19
4.3.2.5	Densidad de madera.....	19
4.4	Fase de análisis e interpretación de datos.....	20
4.4.1	Diversidad.....	20
4.4.2	Estructura florística.....	21
4.4.2.1	Estructura vertical.....	21
4.4.2.2	Estructura horizontal.....	21
4.4.3	Rasgos funcionales.....	22
5.	RESULTADOS.....	24
5.1	Composición florística.....	24
5.2	Diversidad.....	28
5.3	Estructura horizontal.....	29
5.3.1	Abundancia.....	29
5.3.2	Frecuencia.....	30
5.3.3	Dominancia.....	30
5.3.4	Índice de valor de importancia.....	30

5.4 Estructura vertical.....	34
5.5 Dendogramas de similitud con base en los índices de Jaccard y Morisita-Horn.....	36
5.6 Rasgos funcionales.....	39
5.6.1 Componentes principales.....	44
6. DISCUSIÓN.....	49
6.1 Composición florística.....	49
6.2 Diversidad.....	51
6.3 Estructura.....	52
6.3.1 Estructura horizontal.....	52
6.3.2 Estructura vertical.....	53
6.4 Homogeneidad de la vegetación.....	54
6.5 Rasgos funcionales.....	57
7. CONCLUSIONES.....	59
8. BIBLIOGRAFIA.....	61

## Lista de tablas.

Tabla 1. Familias con mayor riqueza de especies en el bosque seco tropical (Bs-T) de la vereda San Pedro.....	25
Tabla 2. Especies con mayor abundancia en el bosque seco tropical (parcela permanente) de la vereda San Pedro.....	26
Tabla 3. Estimación de los parámetros de la estructura horizontal por especies.....	31
Tabla 4. Estadísticas descriptivas de los rasgos funcionales.....	39
Tabla 5. Correlaciones de Pearson para los rasgos funcionales medidos en un parche de bosque seco Cúcuta, Colombia.....	44
Tabla 6. Valores de los rasgos para los tres primeros componentes que expresan el 93% de la variabilidad.....	45
Tabla 7. Comparación de la diversidad florística de los bosques secos estudiados en Colombia.....	51
Tabla 8. Lista de especies que diferencian los dos parches de vegetación en los subgrupos, formados con el índice de similaridad de Morisita-Horn.....	56



## Lista de figuras.

Figura 1. Ubicación del área de estudio, tomado de Google earth 2017.....	15
Figura 2. Distribución de la parcela permanente (PP) en sub-parcelas.....	16
Figura 3. Diagrama de caja de las familias encontradas por sub-parcela en una zona de bosque seco de ladera.....	27
Figura 4. Diagrama de caja de las especies encontradas por sub-parcela en una zona de bosque seco de ladera.....	27
Figura 5. Curva de rarefacción que presenta la riqueza de especies para una muestra de 1025 individuos mediante el método Chao y Jost (2012) en bosque seco, Norte de Santander, Colombia.....	28
Figura 6. Perfiles de diversidad alfa Bosque Seco, norte de Santander, Colombia. Diversidad de orden $^0D$ ; diversidad de orden $^1D$ ; diversidad de orden $^2D$ .....	29
Figura 7. Especies más abundantes en el bosque seco tropical.....	32
Figura 8. Especies con mayor valor de frecuencia Bs-T.....	32
Figura 9. Especies con mayor dominancia Bs-T.....	33
Figura 10. Especies con mayor índice de valor de importancia presentes en una comunidad del bosque seco tropical.....	33
Figura 11. Frecuencia de individuos por clases.....	35
Figura 12. Porcentaje de individuos según rangos de DAP.....	35
Figura 13. Cobertura presentes en una comunidad del bosque seco.....	36

Figura 14. Dendrograma de similitud construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia.....	37
Figura 15. Dendrograma de similitud construido a partir del índice de Morisita-Horn para datos de presencia – ausencia.....	38
Figura 16. Área foliar específica.....	40
Figura 17. Área foliar.....	41
Figura 18. Grosor de la hoja.....	41
Figura 19. Contenido foliar de materia seca.....	42
Figura 20. Densidad de madera.....	43
Figura 21. Valores de los cinco componentes los cuales expresan el 100% de la variabilidad.....	46
Figura 22. Contribución de las variables al componente uno del ACP.....	46
Figura 23. Contribución de las variables al componente dos del ACP.....	47
Figura 24. Contribución de las variables al componente tres del ACP.....	47
Figura 25. Componentes 1 y 2 del ACP calculado con las variables utilizadas para la clasificación funcional.....	48
Figura 26. Distribución de los subgrupos en la parcela permanente según el índice de similaridad de Morisita-Horn.....	55

## RESUMEN.

El estudio se llevó a cabo en un parche de bosque seco tropical (Bs – T), ubicado en la Hacienda Carrillo, Vereda San Pedro, Cúcuta, Colombia, entre los meses julio y octubre de 2017. El bosque está situado entre las coordenadas geográficas 7° 44' 5" de latitud Norte y 72° 34' 26" de longitud Oeste; con una altitud de 670 – 700 msnm, temperatura media entre 26 – 30 °C y una precipitación anual 1150 – 1200 mm. El objetivo de este estudio fue establecer si existe una tendencia entre las diferentes especies que por estar bajo condiciones de estrés hídrico y crecer en un mismo sitio presentan composición, estructura y diversidad funcional similares, como respuesta a similares condiciones ambientales del ecosistema en esta zona de ladera.

Se seleccionaron al azar treinta (30) sub-parcelas cada una de 10 x 10 m teniendo como base una parcela permanente de vegetación de una hectárea previamente delimitada y dividida en 100 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> cada una. En cada sub-parcela se registraron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 2,5$  junto con la estimación de la altura y el diámetro de la copa. Se censó un total de 1021 individuos distribuidos en 26 familias, 40 géneros y 49 especies. Las familias que presentaron la mayor cantidad de individuos fueron Myrtaceae, Phyllanthaceae y Fabaceae, estos se presentaron en los intervalos inferiores de altura y clases diamétricas. Las especies de mayor importancia ecológica fueron *Savia sessiliflora*, *Eugenia* sp.1, *Calliandra riparia*, *Eugenia biflora* y *Eugenia puniceifolia*, las cuales fueron tomadas para la medición de rasgos funcionales asociados a las hojas (AF, AFE, CFMS, Gr) y a la densidad de la madera (DM) de dichas especies. No se encontró correlaciones significativas entre los diferentes rasgos funcionales, lo que indica que este fragmento de bosque seco ubicado sobre una ladera de pendientes pronunciadas es heterogéneo y cada especie responde de manera particular en cuanto respuesta adaptativa a las condiciones mesoambientales de la zona; también se halló que la riqueza

presenta valores medios y hay una baja dominancia, esto puede ser a causa de las perturbaciones antrópicas a la cual ha estado sometido el bosque.

**Palabras claves: Bosque seco tropical, Parcela permanente, Estructura, Diversidad funcional, Abundancia, Riqueza.**

## 1. INTRODUCCIÓN.

El bosque seco tropical (Bs-T) es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, sin embargo es también uno de los menos estudiados (IAVH, 2014). Dado que en Colombia el bosque seco está representado por paisajes fragmentados, la conservación de este ecosistema es a largo plazo; además requiere de un esfuerzo significativo de restauración. Los bosques secos en Colombia se encuentran en un estado crítico de fragmentación, deterioro e intensa transformación y expansión agrícola que sustituyen los suelos por grandes extensiones de pasto y cultivos (Murphy & Lugo, 1986), además se ve afectado por la ganadería, el fuego y la minería (Miles et al. 2006). Los análisis a nivel mundial demuestran que aproximadamente el 97% de los bosques secos tropicales (Bs-T) que quedan actualmente están amenazados por factores antropogénicos, ya que por las condiciones favorables de su clima y suelo es centro de grandes poblaciones humanas (Janzen 1988, Hoekstra et al. 2005).

Estos bosques secos tropicales y subtropicales se establecen entre 0 y 1000 m de altitud donde su temperatura anual es mayor a 17 °C y la evapotranspiración supera a la precipitación, la cual se encuentra entre 250 y 2000 mm por año (Holdrige, 1967). Se encuentran en áreas relativamente planas o con pendientes pronunciadas, suelos de baja fertilidad y pH moderado por lo cual presenta una baja pérdida de nutrientes (Ratter et al. 1978, Vargas and Allen 2008, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). A pesar de que el Bs-T es uno de los ecosistemas más amenazados de nuestro país, es muy poco lo que conocemos sobre este ya que se encuentra el gran desconocimiento de sus características y componentes, siendo urgente la necesidad de realizar estudios sobre este ecosistema en el neotrópico (Redford et al. 1990, Mares 1992). Colombia es un país privilegiado para estudiar el Bs-T, ya que este ecosistema existe en seis regiones biogeográficas diferentes: el

valle del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, y la Orinoquía (IAvH, 2014).

Sobre los estudios publicados más importantes de la vegetación de bosques secos en Colombia, se encuentran los de Gentry (1995), quien realizó muestreos de 0.1 ha, en cuatro remanentes en la región Caribe y valle seco del río Magdalena. Además Lozano (1986) realizó el inventario general del bosque seco del Parque Nacional Tayrona; Marulanda et al (2003), Mendoza-C (1999), en el valle del Magdalena, Carrillo et al. (2006), caracterizaron estructural y florísticamente áreas de bosque seco tropical en la zona de cerro Tasajero, Norte de Santander. A causa de la poca información sobre los bosques secos tropicales en Colombia no se conoce de forma detallada la caracterización y estructura en los diferentes remanentes de estos bosques. El presente estudio tiene como objetivo comparar el grado de similaridad en estructura y composición de la vegetación, dentro de un mismo fragmento de bosque, así como también las posibles diferencias en rasgos funcionales de las especies más abundantes que permita proponer que por condiciones ambientales similares hay una adaptación comunitaria y por ende mantienen rasgos estructurales compartidos entre las especies, del mismo fragmento de bosque seco tropical, Cúcuta, Colombia.

## 2. MARCO DE REFERENCIA.

Los ecosistemas tropicales son los más biodiversos del planeta (Calle, 1994), sin embargo, durante el último siglo la biodiversidad en dichos ecosistemas se ha ido deteriorando debido a la reducción de los mismos por el avance de los procesos de urbanización e industrialización (Rudell *et al.*, 2002). En América, esta realidad se extiende por todo el continente y en muchos casos los bosques naturales han dado paso a formaciones secundarias, que la mayoría de las veces son el resultado de tierras abandonadas después de su uso prolongado (Carim *et al.*, 2007). Este acelerado cambio de los ecosistemas naturales genera la necesidad de estudiar lo que queda de los mismos, así como de monitorear los procesos de sucesión de los ecosistemas secundarios (Brown & Lugo, 1990).

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, cerca del 50% de la vegetación de Centroamérica y el Caribe puede clasificarse dentro de la zona de vida conocida como bosque seco tropical. En esta región, los bosques secos están restringidos a los territorios bajos o en áreas montañosas bajas hasta los 2000 msnm con una estación seca larga y claramente diferenciada, así como una precipitación media anual por debajo de los 2000 mm (Murphy y Lugo, 1995). Estos bosques representan actualmente el hábitat Mesoamericano más susceptible a la extinción, además la cobertura actual de los bosques secos es inferior al 2% de la original, aproximadamente hoy solo se mantiene un 0,08 % preservado y un 2% en tierras relativamente no disturbadas, de los 550 000 km<sup>2</sup> que existían (Janzen, 1986).

## **2.1. Bosque seco tropical en Colombia.**

Colombia es uno de los países en el mundo con mayor biodiversidad (Sánchez, 2002). Para el caso de las plantas, se estima que alberga 24405 especies de las 90000 que se han estimado para Sur América (Camacho *et al.*, 1992; Calle, 1994; Van der Hammen & Rangel, 1997; Sánchez, 2002; Jørgensen *et al.* 2011). Sin embargo, los estudios de esta diversidad se han enfocado en ciertas zonas del territorio colombiano, dejando algunos ecosistemas muy poco representados en cuanto a investigación científica, como lo ha sido el bosque seco tropical (Bs-T) (IAvH, 1998).

En Colombia, la cobertura actual de bosques secos tropicales es de aproximadamente 1.200 km<sup>2</sup>, lo que equivale a menos del 5% de la que existía en tiempos precolombinos, estos bosques son propios de tierras bajas y se definen como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperatura entre los 17 y 35°C (IAvH,1998) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales (Espinal & Montenegro, 1977), una de las principales características que se presenta en este bosque es el estrés hídrico que ostenta una pronunciada época seca con poca o ninguna precipitación (Mooney *et al.*,1996).

Debido a la fertilidad de los suelos el bosque seco tropical es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico, y este a su vez ha sido objeto de una intensa transformación (Chávez & Arango, 1998). Gran parte del (Bs-T) se ha visto intervenido por la producción agrícola, ganadera, minera y el desarrollo urbano. En Colombia el Bosque seco Tropical es considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Algunos estimativos señalan quede bosques secos a subhúmedos en nuestro país solo existe cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km<sup>2</sup> (Pizano, 2014).



El (Bs-T) tiene una diversidad única de plantas y animales que se han adaptado a condiciones de estrés hídrico, por lo cual presenta altos niveles de endemismo. Es decir que contiene especies que no se dan en ningún otro tipo de ecosistema. Por ejemplo, la vegetación del bosque seco tropical se caracteriza por estar adaptada al déficit de agua con estrategias como la pérdida de hojas durante la época de sequía. Además presenta modificaciones físicas en su estructura como hojas compuestas pequeñas, cortezas de troncos lisas y presencia de agujones o espinas. Otros organismos como los insectos y los mamíferos, presentan particularidades fisiológicas como adaptación a la fuerte estacionalidad y a largos periodos de sequía (IAvH, 2014).

## **2.2. Aspectos para la medición de composición y diversidad de la vegetación.**

La caracterización de la vegetación representa el primer paso hacia el entendimiento de la estructura y dinámica de un bosque, lo que a su vez es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos, incluyendo el manejo exitoso de los bosques tropicales (Bawa & McDad, 1994). La información sobre los ecosistemas de bosque seco tropical constituye una herramienta importante para la implementación de medidas adecuadas para su conservación efectiva y manejo en un largo plazo, especialmente en áreas reducidas o fragmentadas. No obstante, la continua reducción y fragmentación de los bosques por deforestación constituyen amenazas contra la integridad de los ecosistemas, de los cuales en su mayoría no se cuenta con información básica para revertir ese proceso (Vargas, 2011).

Mediante la caracterización de las especies y la abundancia de plantas para el (Bs-T), podemos profundizar en el análisis de la composición florística y de esta manera conocer la diversidad de esa zona. Por medio de estos estudios de caracterización se pueden definir unidades según las características exclusivas o diferentes de las especies que son indicadoras de condiciones ecológicas.

### **2.2.1. Florística.**

La florística es considerada parte de la fitogeografía consagrada a inventariar las entidades sistemáticas de un sector, dando el área de cada una de ellas e indicaciones relativas a su hábitat, abundancia o escasez, época o floración etc. (Font Quer, 2000).

### **2.2.2. Diversidad**

Se entiende como la medida de riqueza de especies dentro un componente geográfico; dependiendo de la escala a la que se hace referencia, la diversidad se divide en tres categorías (Whittaker, 1972):

- Diversidad alfa, es la riqueza de especies de una comunidad particular considerada como homogénea (diversidad dentro del hábitat), se presenta o mide a nivel local
  
- Diversidad beta, entendida como el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades y/o hábitats de un paisaje (diversidad entre hábitats)
  
- Diversidad gamma, interpretada como la riqueza en especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje o región, resulta tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

### **2.3 Índices de similitud.**

Expresan el grado en el que dos unidades de muestreo, o sitios son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies en dos unidades muestra o sitios. Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Moreno, 2001).

## **2.4. Diversidad funcional.**

La adecuada selección de especies para las estrategias de restauración, depende de la comprensión que se logre sobre el comportamiento de estas en las diferentes dimensiones ecológicas. Tales dimensiones, según Wright *et al.* (2007) están conformadas por grupos de rasgos importantes de las plantas que están correlacionadas ya que pueden ser el resultado de la selección natural, favoreciendo combinaciones particulares de unos rasgos sobre otros.

La diversidad funcional son los componentes que influyen en el funcionamiento de un ecosistema (Petchey et ál. 2004) incluye dos componentes: a) la riqueza funcional, medida como el número de tipos funcionales de plantas (TFPs) que son definidos como el conjunto de especies que comparten rasgos biológicos y juegan un papel similar en los procesos de los ecosistemas; y b) la composición funcional, expresada comúnmente como la presencia o ausencia de TFPs (Díaz y Cabido 2001). Esta biodiversidad biológica se mide por valores y rasgos funcionales para las especies presentes en un ecosistema, entre los más conocidos tenemos área foliar específica, densidad de la madera, altura de los árboles que son características morfológicas, fisiológicas o fenológicas mensurables a nivel individual para todo organismo, sin referencia ambiental o cualquier otro nivel de organización (Violle et ál. 2007). Son importantes porque influyen fuertemente en la función de los ecosistemas y están relacionados entre la estructura de la vegetación y procesos ecosistémicos.

### **2.4.1. Rasgos de historias de vida evaluados.**

- El área foliar específica (AFE), es la cantidad de área de hoja que se encuentra por unidad de peso de la misma; es un rasgo que se considera importante a la hora de determinar la estrategia de vida de la planta, para comprender la forma en que ésta adquiere los recursos. Se ha encontrado que un aumento de 10 veces en el AFE, coincide con un aumento de 21 veces en la capacidad fotosintética (Wright *et al.*, 2004).

- El contenido de materia seca foliar (CFMS), se relaciona en la rápida producción de biomasa y una eficiente conservación de nutrientes (Garnier & Shipley, 2001).
- La densidad de hojas en tallo es la cantidad de órganos foliares presente en una rama, este es un indicador de la capacidad fotosintética de los individuos en sus ramas (Montenegro et al. 2008).
- La altura máxima puede llegar a ser considerada como una dimensión estratégica en sí misma, ya que su valor condiciona la cantidad de luz, calor, la velocidad del viento y la humedad a la que está expuesta una planta, así como los costos que debe asumir para sostener las hojas y subir el agua hasta ellas (Westoby, 1998).
- El fósforo foliar se utiliza como rasgo indicativo para reflejar la calidad nutricional que brindan las especies vegetales al resto de consumidores en las redes tróficas, Además es una herramienta para evaluar los procesos limitantes de reciclaje del carbono en los ecosistemas. (Cornelissen et al. 2003).
- Los tricomas son indicadores de protección contra el estrés biótico y abiótico que presenta los tejidos foliares. Su función principal en la hoja es la defensa contra la herbivoría ya sea por grandes o pequeños herbívoros, donde dificulta su palatabilidad o a través de la segregación de sustancias defensivas; así mismo cumple una función protectora contra las sequías y los rayos Uv (Roy et al. 1999; Gutschick, 1999).
- La densidad de la madera está relacionado con el contenido de carbono e influye directamente sobre la acumulación y el ciclo de este elemento. Se relaciona de igual forma con la tasa de crecimiento de los individuos, defensa contra daños mecánicos por herbivoría y ataque de patógenos (Estrella, 2010)

- El tamaño de la copa es un rasgo que nos proporciona información de cómo es la organización de la posición del área fotosintética, el renuevo de esta y a su vez nos brinda información de que especies arbustivas presentan copas de gran tamaño (Patricio Corvalán Vera)
- El modo de dispersión de los frutos esta correlacionado con las distancias y las rutas que pueden cubrir los propágulos de los individuos y el número de semillas, frutas y esporas que pueden llegar a un área determinada (Cornelissen et al. 2003).

Algunos de los trabajos conocidos sobre estructura y composición en bosque seco tropical (Bs-T), han sido realizados por Marulanda L.O, (2003). Quien ejecuto “estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco, Magdalena, Colombia. Donde describió la composición de plantas vasculares y se identificaron varias especies de plantas. Linares & Fandiño, (2009), presentan evidencias sobre la condición de bosque seco tropical (Bs-T) en las islas de la vieja providencia y santa catalina, donde realizaron estudios del cambio de cobertura del (Bs-T). Merly Carrillo-Fajardo et al., (2007), dieron a conocer la caracterización florística del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, en la ciudad de Cúcuta, y la estructura de la vegetación. Karen García Arteaga, (2014), caracterizo la vegetación en una comunidad sucesional de bosque seco tropical, en la cuenca baja del rio Pamplonita-Norte de Santander, donde determinó su composición y estructura florística por medio cuadrantes centrados en punto.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Determinar si un fragmento de bosque seco tropical de la cuenca baja del Pamplonita es homogéneo en su estructura, composición florística, valores de rasgos funcionales y diversidad.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

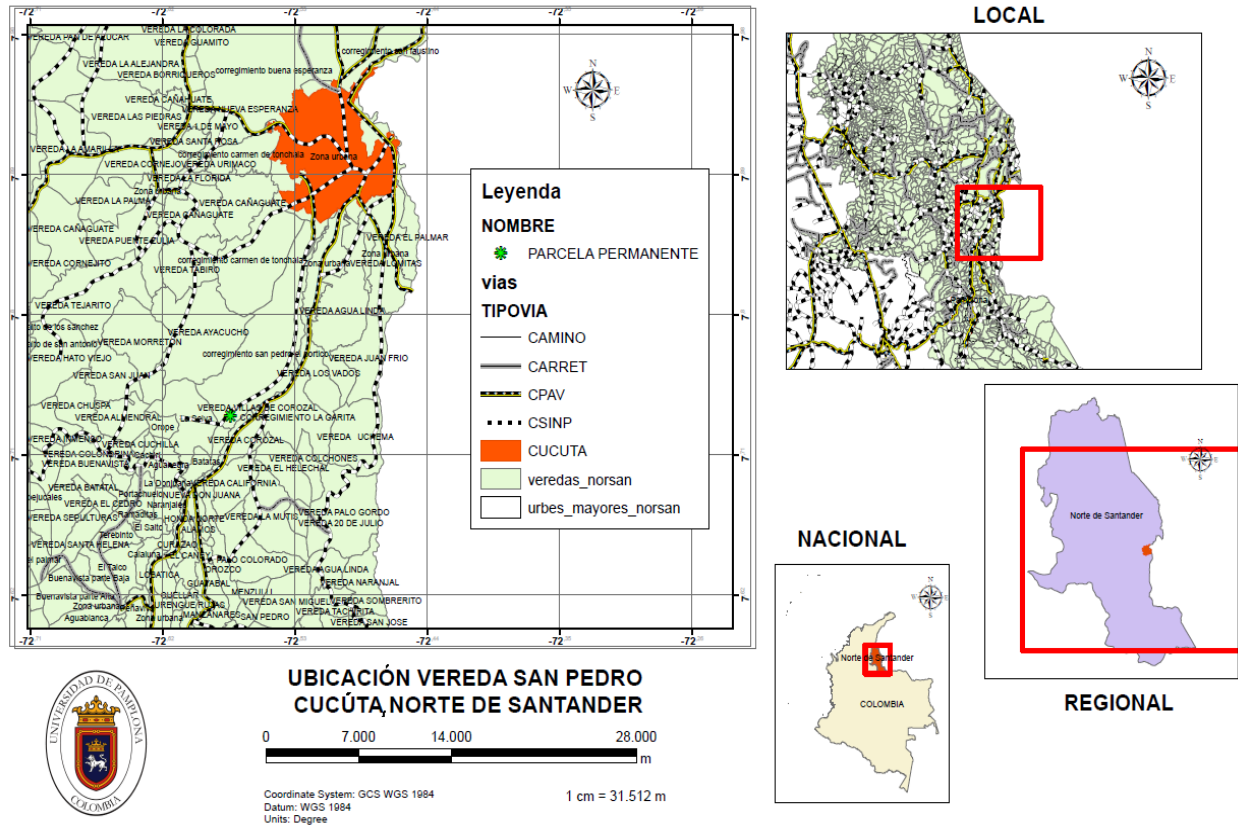
- Caracterizar florística y estructuralmente la vegetación en un fragmento de bosque seco tropical.
- Determinar la diversidad beta que se presenta en un fragmento de bosque seco tropical en Cúcuta, Colombia.
- Caracterizar la variabilidad que presentan las especies más abundantes en sus respuestas adaptativas a través de la medición de rasgos funcionales.

#### **4. METODOLOGIA.**

##### **4.1. Área de estudio.**

El estudio se llevó a cabo en un fragmento de bosque seco donde se ha delimitado una parcela permanente de 1 ha, para estudio de la vegetación, ubicada en la Hacienda Carrillo, Vereda San Pedro, Cúcuta, Colombia, comprendido en las zonas aledañas al río Pamplonita con coordenadas geográficas  $7^{\circ} 44' 5''$  de latitud Norte y  $72^{\circ} 34' 26''$  de longitud Oeste; con una altitud de 670 - 700 msnm, temperatura media de 26 - 30°C y precipitación anual de 1150 - 1200 milímetros. Esta área se caracteriza por ser una comunidad de bosque seco sucesional con pendientes pronunciadas donde también existen zonas planas y levemente inclinadas, donde se arraiga una vegetación subxerófita achaparrada, rala, espinosa y de hojas pequeñas.



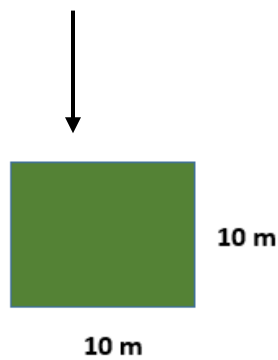


**Figura 1.** Ubicación del área de estudio, ©Suarez, F., 2018.

#### 4.2. Fase de campo.

La toma de datos y muestras en campo se llevó a cabo durante los meses de julio y octubre de 2017 (solo una época al año), para lo cual se realizaron tres salidas de campo con una duración de tres días cada una tomando como referente las sub-parcelas delimitadas en la hectárea de la parcela ubicada en el fragmento de bosque seco de ladera (figura 1), el muestreo se realizó en dos fases; la primera consiste en la caracterización de la vegetación donde se realizó un censo de los individuos cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) fue mayor o igual a 2,5 cm y la segunda consistió en la medición de rasgos funcionales.

<b>A10</b> <b>P15</b>	A9	A8	<b>A7</b> <b>P2</b>	A6	A5	<b>A4</b> <b>P13</b>	A3	A2	A1
B10	<b>B9</b> <b>P1</b>	B8	B7	B6	<b>B5</b> <b>P16</b>	B4	B3	<b>B2</b> <b>P4</b>	B1
C10	C9	C8	C7	<b>C6</b> <b>P3</b>	C5	C4	<b>C3</b> <b>P12</b>	C2	C1
D10	<b>D9</b> <b>P14</b>	D8	D7	D6	D5	D4	D3	<b>D2</b> <b>P5</b>	D1
<b>E10</b> <b>P29</b>	E9	E8	<b>E7</b> <b>P9</b>	E6	<b>E5</b> <b>P11</b>	E4	<b>E3</b> <b>P6</b>	E2	E1
F10	F9	F8	F7	F6	<b>F5</b> <b>P7</b>	F4	F3	F2	<b>F1</b> <b>P17</b>
<b>G10</b> <b>P30</b>	G9	G8	<b>G7</b> <b>P8</b>	G6	G5	<b>G4</b> <b>P22</b>	G3	<b>G2</b> <b>P21</b>	G1
H10	H9	<b>H8</b> <b>P10</b>	H7	H6	<b>H5</b> <b>P26</b>	H4	H3	H2	<b>H1</b> <b>P18</b>
I10	I9	I8	I7	<b>I6</b> <b>P27</b>	I5	<b>I4</b> <b>P23</b>	I3	<b>I2</b> <b>P20</b>	I1
J10	J9	<b>J8</b> <b>P28</b>	J7	J6	<b>J5</b> <b>P25</b>	J4	<b>J3</b> <b>P24</b>	J2	<b>J1</b> <b>P19</b>



**Figura 2.** Distribución de la parcela permanente (PP) en sub-parcelas, de las cuales 30 fueron tomadas al azar.

#### **4.2.1. Caracterización de la vegetación.**

Se seleccionaron 30 sub-parcelas de la parcela permanente cada una con mediciones de 10 x 10 m (figura 2), para la caracterización estructural en cada sub-parcela a cada individuo presente se le midió el DAP, la altura total y la dimensión de las copas, diferenciando su especie o nombre común. Se tomó una muestra botánica para su posterior identificación taxonómica.

Cobertura: por medio de un decámetro se midió el diámetro menor y mayor del área proyectada por la copa del árbol, asumiendo que su forma es elíptica.

Altura: se estimó por medio de una vara de 1,00 m de alto la cual se ubicó contra el árbol y se proyectó la altura de cada individuo.

Diámetro a la altura del pecho (DAP): Para obtener el DAP de cada individuo, se realizó una medición en campo del CAP a 1,30 metros del suelo por medio de un decámetro el cual posteriormente fue transformado en DAP.

#### **4.2.2. Rasgos funcionales.**

Se midieron atributos funcionales para tallos y hojas, para esto se tomaron las cinco especies más abundantes. Para cada especie se tomaron 5 individuos y 5 hojas por cada uno de ellos en cuanto al tallo se tomó 1 por cada individuo de las 5 especies.

Distribución de la toma de muestras para rasgos funcionales (5 especies – 5 individuos por especie – 5 hojas por cada individuo (125) – 1 tallo por cada individuo (25).

#### **4.2.3. Rasgos de la hoja.**

Para la toma de las muestras y mediciones de todos los rasgos foliares, se recogió el material de plantas adulta. Para las especies que se encontraban altas las hojas se recogieron de la parte

iluminada por la luz solar directa y para las especies herbáceas se tomaron las hojas que estaban expuestas al sol, en el momento del muestreo con la ayuda de un corta ramas, sin daños de herbívoros o patógenos (Garnier et al. 2001). El material vegetal debe ser colectado máximo dos o tres horas después de la salida del sol y tres o cuatro horas antes de la puesta del sol (Garnier & Laurent, 2001). Fueron marcadas con un código que constaba de la sub-parcela, la especie y número de individuo luego se almacenaron en bolsas plásticas para prevenir la pérdida de agua y así evitar que la hoja se encogiera.

#### **4.2.4. Densidad de madera.**

Para la colecta de las ramas se siguió el protocolo de Swenson y Enquist (2008). Se cortaron ramas de aproximadamente 1 a 2 cm de diámetro y 8 cm de largo. La rama fue la misma seleccionada para rasgos foliares. Se etiqueto la rama con la misma etiqueta para los rasgos foliares y almacenadas en bolsas ziploc para su posterior procesamiento.

### **4.3. Fase de laboratorio.**

#### **4.3.1 Caracterización de la vegetación.**

Las muestras colectadas fueron llevadas al Herbario Regional Catatumbo-Sarare (HECASA), de la Universidad de Pamplona, donde se procedió al secado de estas en un horno industrial a 70 °C por 48 horas, los ejemplares colectados fueron identificados mediante caracteres taxonómicos, comparaciones con algunas muestras del herbario HECASA y con ejemplares virtuales de diferentes herbarios tales como: Instituto de Ciencias Naturales (ICN) disponible en: <http://www.biovirtual.unal.edu.co> y Muestras del herbario del Field museum disponible en: [www.fieldmuseum.org](http://www.fieldmuseum.org); además de las páginas de otros herbarios como P. US, NY y también con el uso de claves taxonómicas para los diferentes grupos como Flora de Colombia, Flora neotrópica.

### **4.3.2. Rasgos funcionales.**

Se midieron 5 tipos de rasgos funcionales tales como:

#### **4.3.2.1. Área foliar.**

En el laboratorio se escogieron 5 hojas frescas al azar por cada individuo y se colocaron en una hoja blanca junto a una regla y se le tomo una fotografía junto con un código de identificación posterior. El área foliar se halló a partir de una fotografía de una hoja, teniendo una escala de referencia, a través del programa ImajeJ (NIH).

#### **4.3.2.2. Área foliar específica= área foliar/ peso seco de la hoja**

#### **4.3.2.3. Contenido Foliar de Materia seca.**

El material foliar que se extrajo de campo se procesó siguiendo el protocolo de Garnier: Se pesaron las hojas frescas en una balanza analítica (marca Ohaus adventurer), después se colocaron en bolsas de papel y se clasificaron según el código hecho en campo y por último se secaron a 48°C por 48 horas y se repitió el pesaje de las muestras en la misma balanza (Garnier et al. 2001).

#### **4.3.2.4. Grosor de la hoja.**

Las hojas que se escogieron para el área foliar ya marcadas con un código y antes de procesarlas fueron medidas con un calibrador (0-100 mm).

#### **4.3.2.5. Densidad de madera.**

En el laboratorio estas fueron empacadas en bolsas de papel y clasificadas según el código de trabajo. Fueron rehidratadas por un periodo de 7 días en un recipiente sellado con agua destilada. Pasado el tiempo de hidratación, se les eliminó el exceso de humedad y fueron pesados en una balanza; luego se llevaron al horno a 70°C por 48 horas donde se pesaron en una balanza analítica para obtener el peso de la biomasa seca. Con la ayuda de una probeta con agua destilada sobre una

balanza, las muestras fueron sumergidas, y el valor obtenido por estas fue el que se tomó como el volumen.

Mediante la siguiente fórmula se obtuvo los valores correspondientes:

Densidad de la madera= peso de la materia seca de la madera/ volumen de la madera

#### **4.4. Fase de análisis e interpretación de datos.**

Los datos obtenidos en el estudio fueron sometidos a una serie de análisis:

##### **4.4.1. Diversidad.**

Para evaluar la completitud del muestreo se empleó el estimador de riqueza-abundancia propuesto por Chao & Jost (2012) en el programa en línea iNext (Hsieh, *et al.*, 2016).

Para evaluar cómo varía la diversidad, riqueza y abundancia de las plantas se analizó la diversidad alfa en números equivalentes de especies o números de Hill para la construcción de perfiles de diversidad: la diversidad de orden cero ( ${}^0D$ = riqueza de especies), orden uno ( ${}^1D$ = representado por las abundancias relativas, exponencial de Shannon ( $\exp H'$ ) y orden dos ( ${}^2D$ = representado por las especies abundantes, inverso de Simpson) (Jost, 2006,2007).

Se hizo uso del índice de Jaccard (Jaccard, 1908), medida de continuidad basada en presencia/ausencia de individuos (equivalente a diversidad beta de orden cero) para estimar la disimilitud entre las sub-parcelas.

Se utilizó el índice de Morisita-Horn (1959), ya que este índice responde a la abundancia de las especies más comunes sin verse afectado por la riqueza de especies y el tamaño de la muestra.

#### 4.4.2. Estructura florística.

Para la caracterización estructural del bosque se llevó a cabo la distribución de frecuencias de los parámetros de DAP (cm), cobertura (m<sup>2</sup>) y altura (m) de los árboles.

##### 4.4.2.1. Estructura vertical.

El CAP registrado en campo, fue transformado en DAP según la ecuación:

$$DAP = CAP / 3.1416.$$

Una vez establecidos los valores de DAP se procedió a obtener el área basal a través de la ecuación:

$$AB = \pi/4(DAP)^2$$

Se procedió a evaluar los parámetros de DAP, altura y cobertura mediante la construcción de intervalos de clases de frecuencias mediante la ecuación:

$$C = (X_{max} - X_{min}) / m, \text{ donde}$$

$$C = \text{Amplitud de intervalo}$$

$m = 1 + 3.3 \log N$ , donde N= Número de individuos y 1+3.3 son constantes, (Rangel & Velásquez, 1997).

##### 4.4.2.2. Estructura Horizontal.

Para este análisis se utilizaron las siguientes formulas:

1. Área Basal (AB) =  $(3.1416/4) * DAP$  donde
2. DAP = Diámetro a la altura del pecho
3. Abundancia Absoluta (Aa) = Número de individuos de una especie.
4. Abundancia Relativa (Ar).

$$Aa = Aa / \text{suma de } Aa \text{ de todas las especies} * 100$$

5. Dominancia Absoluta (Da) = Área basal de una especie.

6. Dominancia Relativa (Dr).

$$Dr = Da / \text{suma de } Da \text{ de todas las especies} * 100$$

7. Frecuencia Absoluta (Fa) = Numero de sub-parcelas en que se presenta una especie.

$$Fr = Fa / \text{suma } Fa \text{ de todas las especies} * 100$$

8. Frecuencia Relativa (Fr)

9. Índice de Valor de Importancia (IVI) = Ar + Fr + Dr.

10. Índice Relativo de Valor de Importancia (IRVI).

$$IRVI = IVI / \text{suma } IVI \text{ de todas las especies} * 100$$

#### **4.4.3. Rasgos funcionales.**

Se realizaron comparaciones múltiples de Shapiro-Wilks para evaluar si los datos recolectados presentaban una distribución normal y luego se procedió una estadística para los análisis.

La correlación estadística constituye una técnica que nos indica si dos variables están relacionadas o no, en este caso se relacionaron cada uno de los rasgos evaluados y se determinó que rasgos presentaban mayores correlaciones para este análisis, se utilizó el programa PAST 3.X, 2014.



Se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP), para observar la variabilidad explicada por los diferentes rasgos y el comportamiento de los grupos funcionales con relación a ellos, el principal objetivo que tiene es que dada  $n$  observaciones de  $p$  variables, se analiza si es posible representar adecuadamente esta información con un número menor de variables construidas como combinaciones lineales de las originales. Con relación a esto es importante resaltar el hecho de que el concepto de mayor información se relaciona con el de mayor variabilidad o varianza. Cuanto mayor sea la variabilidad de los datos (varianza) se considera que existe mayor información.

## 5 RESULTADOS.

### 5.1. Composición florística.

El muestreo comprendió un total de 0,3 ha, donde se registraron 1025 individuos de árboles que pertenecen a 26 familias, 40 géneros y 49 especies. Todos los individuos fueron medidos con DAP  $\geq 2,5$  cm y el 90 % de las muestras se llevaron a especie.

Las familias más representativas por su riqueza fueron Fabaceae con 6 especies, Myrtaceae con 5, seguida de Capparaceae con 4 especies y Rutaceae con 3 especies (Tabla 1).

A nivel de género los más representativos fueron *Eugenia* con 4 especies, *Machaerium*, *Capparidastrum*, *Erythroxylum*, *Croton*, *Solanum*, y *Petrea* con dos especies cada uno.

Las especies más abundantes fueron *Eugenia* sp.1 (19,3% de abundancia), *Savia sessiliflora* (18,7%), *Calliandra riparia* (13,5%). *Eugenia puniceifolia* (9,3%) y *Eugenia biflora* (8,4%) (Tabla 2). La mayoría de estas especies se encontraron en al menos 15 de las sub-parcelas muestreadas.

**Tabla 1.** Familias con mayor riqueza de especies en el bosque seco tropical (Bs-T) de la vereda San Pedro.

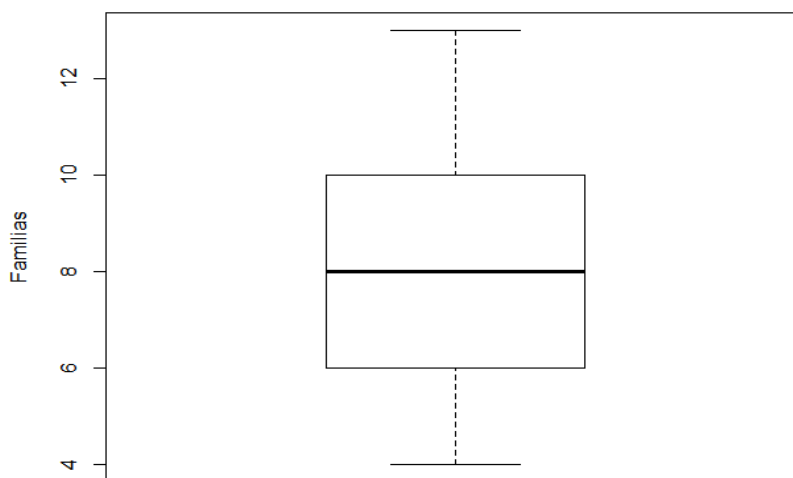
FAMILIAS	Nº ESPECIES	% RIQUEZA
Fabaceae	6	12,24
Myrtaceae	5	10,20
Capparaceae	4	8,16
Rutaceae	3	6,12
Asteraceae	2	4,08
Celastraceae	2	4,08
Erythroxylaceae	2	4,08
Euphorbiaceae	2	4,08
Malpighiaceae	2	4,08
Polygonaceae	2	4,08
Rubiaceae	2	4,08
Solanaceae	2	4,08
Verbenaceae	2	4,08
Otras familias	13	26,52
Total	49	100

**Tabla 2.** Especies con mayor abundancia en el bosque seco tropical (parcela permanente) de la vereda San Pedro.

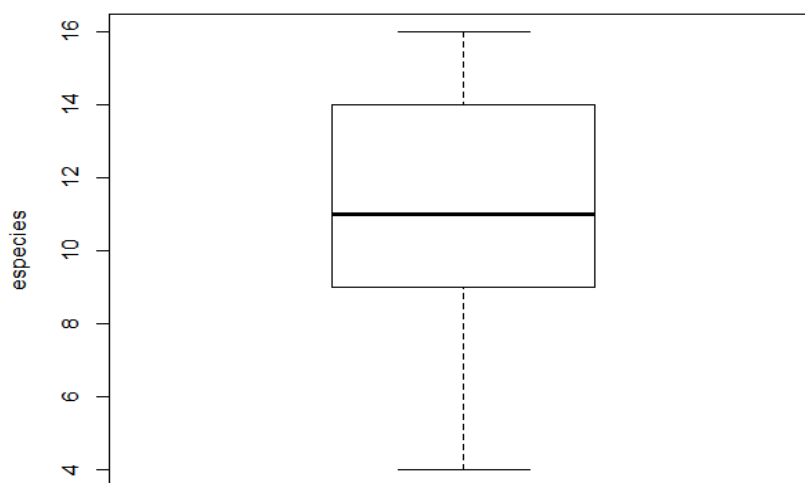
ESPECIES	Nº INDIVIDUOS	% ABUNDANCIA
<i>Eugenia</i> sp.1	198	19,31
<i>Savia sessiliflora</i>	192	18,73
<i>Calliandra riparia</i>	139	13,56
<i>Eugenia puniceifolia</i>	96	9,36
<i>Eugenia biflora</i>	86	8,39
<i>Helietta plaeana</i>	35	3,41
<i>Machaerium arboreum</i>	33	3,21
<i>Eugenia</i> sp.2	28	2,73
<i>Maytenus</i> cf. <i>longipes</i>	24	2,34
<i>Petrea volubilis</i>	22	2,14
<i>Handroanthus ochraceus</i>	17	1,65
<i>Astronium graveolens</i>	15	1,46
<i>Aspidosperma cuspa</i>	13	1,26
<i>Erythroxylum novogranatense</i>	13	1,26
<i>Croton caracasanus</i>	11	1,07

En la zona de bosque seco de ladera se encontraron de 6 a 10 familias por sub-parcela de 100 m<sup>2</sup>, siendo de 8 familias el valor promedio, el mayor número encontrado fue de 13 familias por sub-parcela y el menor fue 4 (Figura 3).

En cuanto a la riqueza de especies, se halló que en el 50% de las sub-parcelas se presentó entre 9 – 14 especies, siendo el valor promedio de 11 especies por sub-parcela. El número de especies que presento la mayor riqueza por sub-parcela fue 16 y el menor fue de 4 (Figura 3).



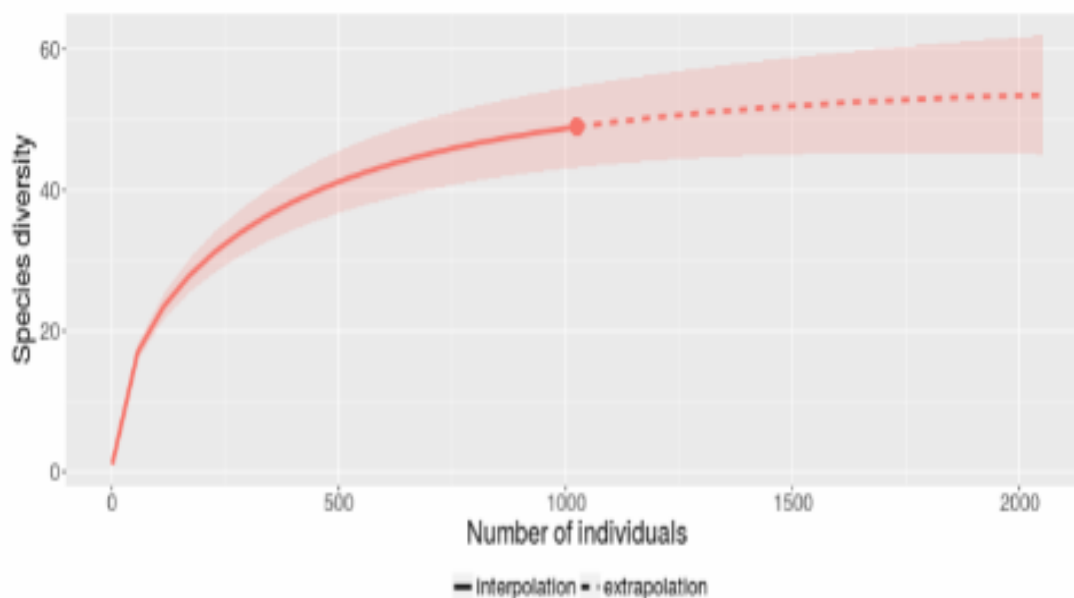
**Figura 3.** Diagrama de caja de las familias encontradas por sub-parcela en una zona de bosque seco de ladera.



**Figura 4.** Diagrama de caja de las especies encontradas por sub-parcela en una zona de bosque seco de ladera.

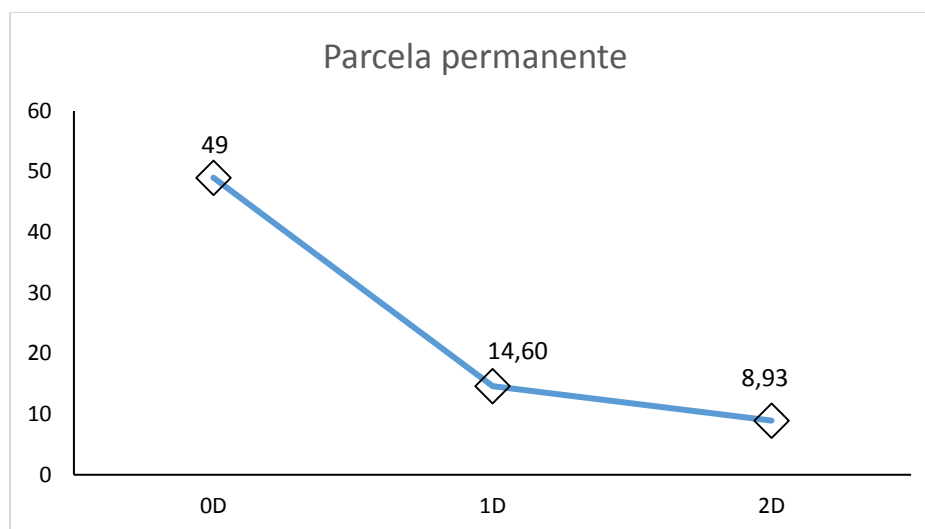
## 5.2. Diversidad.

Se determinó que este parche de bosque seco de ladera y pendientes pronunciadas alcanzo una alta representatividad en cuanto a la relación al número de especies y su baja incertidumbre (sombreado que acompaña la línea de interpolación y extrapolación). Lo que indica que si se censaran 2000 individuos se alcanzaría el 100% de las especies, no obstante con base en esta grafica este 1000 correspondería a 51 especies, y al haber obtenido 49 que equivale al 96% de las especies, nos muestra que el muestreo ha sido el apropiado (Figura 5).



**Figura 5.** Curva de rarefacción que presenta la riqueza de especies para una muestra de 1025 individuos mediante el método Chao y Jost (2012) en bosque seco, Norte de Santander, Colombia.

La diversidad  ${}^0D$  mostró que hay 49 especies efectivas, para el orden de diversidad  ${}^1D$  se encontró 14,6 especies abundantes y finalmente, para  ${}^2D$ , se observó que el 8,9 de las especies son dominantes (Figura 6).



**Figura 6.** Perfiles de diversidad alfa Bosque Seco, norte de Santander, Colombia. Diversidad de orden  ${}^0D$ ; diversidad de orden  ${}^1D$ ; diversidad de orden  ${}^2D$ .

### 5.3. Estructura horizontal.

#### 5.3.1. Abundancia.

Las especies con mayor abundancia fueron: *Eugenia* sp.1 con 198 individuos y un valor de abundancia 19,3%; seguida por *Savia sessiliflora* con 192 individuos y 18,7%, *Calliandra riparia* 139 individuos y 13,6%, *Eugenia puniceifolia* 96 individuos y 9,4%, *Eugenia biflora* 86 individuos y 8,4%, *Hellieta plaeana* 35 individuos y 3,4%, *Machaerium arboreum* 33 individuos y 3,2%, *Eugenia* sp.2 28 individuos y 2,7%, *Maytenus cf. longipes* 24 individuos y 2,3%, *Petrea volubilis*

22 individuos y 2,1% y *Handroanthus ochraceus* 17 individuos con una abundancia de 1,7% (Figura 7).

### 5.3.2. Frecuencia.

Las especies con mayor frecuencia fueron: *Eugenia* sp.1 con 30,1%, *Savia sessiliflora* 29,1%, *Calliandra riparia* 27,0%, *Eugenia biflora* y *Helietta plaeana* con 19,7%, *Eugenia* sp.2 16,6 %, *Machaerium arboreum* 13,5%, *Eugenia puniceifolia*, *Maytenus* cf. *longipes* y *Petrea volubilis* con 12,5% cada una y *Handroanthus ochraceus* con 11,4% de frecuencia (Figura 8).

### 5.3.3. Dominancia.

Las especies más dominantes fueron: *Savia sessiliflora* con 28,0 %, seguida por *Eugenia* sp.1 con 16,6%, *Eugenia biflora* 12,6%, *Calliandra riparia* 9,0 %, *Helietta plaeana* 4,8%, *Machaerium biovulatum* 3,0 %, *Eugenia puniceifolia* 2,9 % y *Machaerium arboreum* 2,8 % (Figura 9).

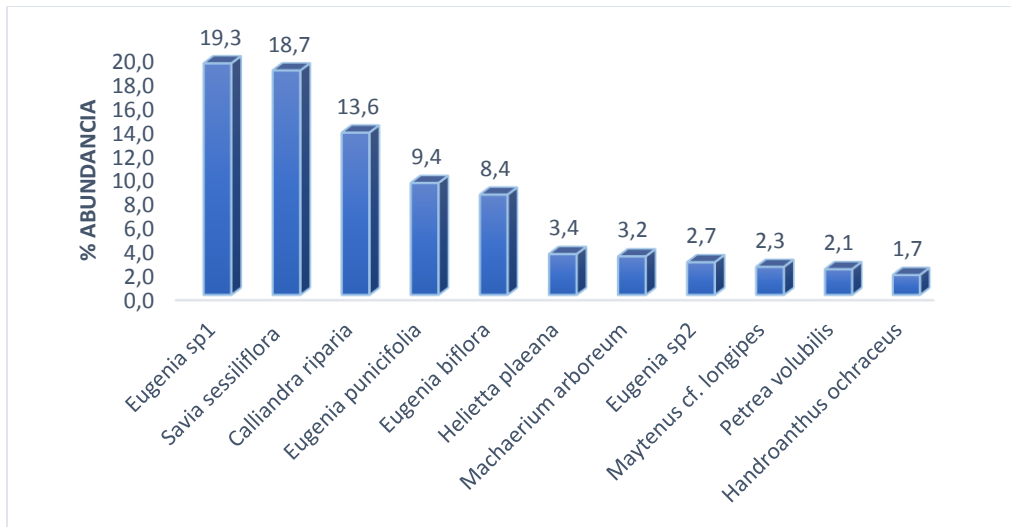
### 5.3.4. Índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de índice de importancia lo obtuvieron: *Savia sessiliflora* con el 55,4%, *Eugenia* sp.1 44,9%, *Calliandra riparia* 30,6%, *Eugenia biflora* 26,9%, *Eugenia puniceifolia* 16,0%, *Helietta plaeana* 14,1%, *Machaerium arboreum* 10,0%, *Eugenia* sp.2 9,0%, *Maytenus* cf. *longipes* 7,9%, *Handroanthus ochraceus* 7,8% y *Petrea volubilis* 6,5% (Figura 10).

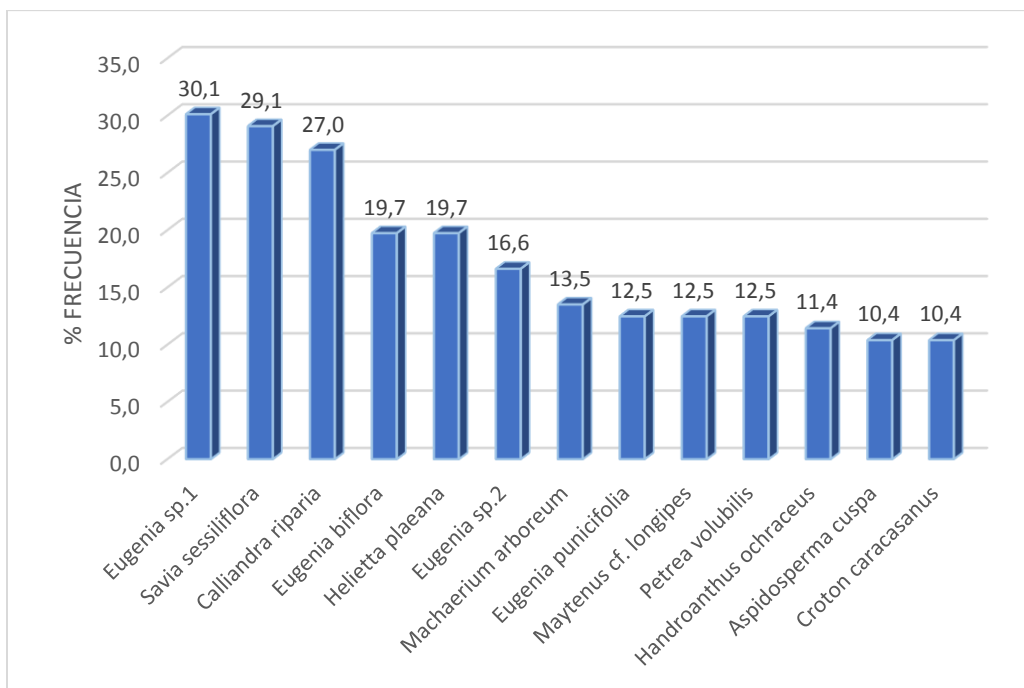


**Tabla 3.** Estimación de los parámetros de la estructura horizontal por especies.

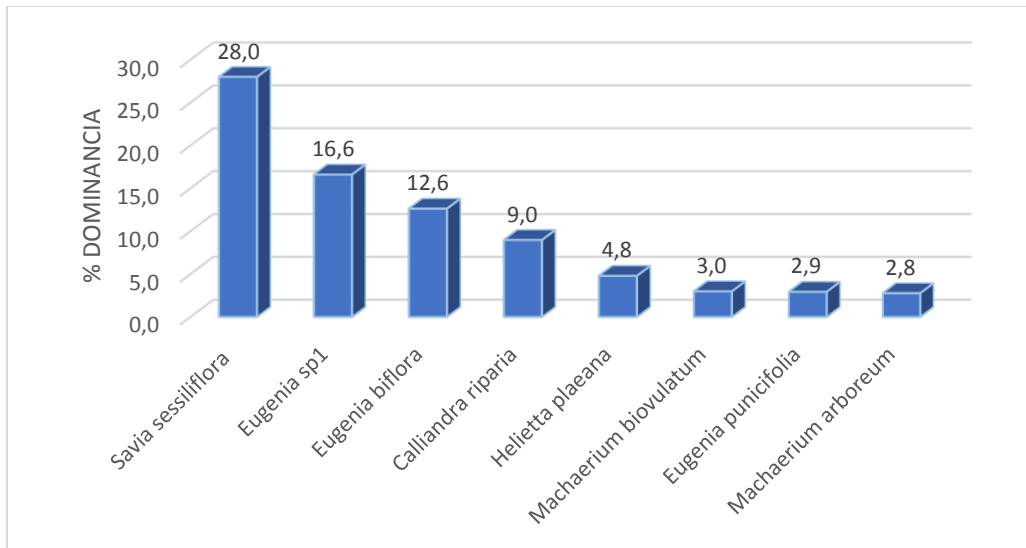
Especie	Abundancia %	Frecuencia %	Dominancia %	IVI %
<i>Savia sessiliflora</i>	18,732	29,1	27,990	55,445
<i>Eugenia sp.1</i>	19,317	30,1	16,596	44,947
<i>Calliandra riparia</i>	13,561	27,0	8,970	30,631
<i>Eugenia biflora</i>	8,390	19,7	12,620	26,929
<i>Eugenia puniceifolia</i>	9,366	12,5	2,919	16,023
<i>Helietta plaeana</i>	3,415	19,7	4,786	14,119
<i>Machaerium arboreum</i>	3,220	13,5	2,759	10,028
<i>Eugenia sp.2</i>	2,732	16,6	1,236	8,952
<i>Maytenus cf. longipes</i>	2,341	12,5	1,862	7,942
<i>Handroanthus ochraceus</i>	1,659	11,4	2,705	7,790
<i>Petrea volubilis</i>	2,146	12,5	0,569	6,454
<i>Astronium graveolens</i>	1,463	9,3	1,924	6,191
<i>Erythroxylum novogranatense</i>	1,268	9,3	1,592	5,664
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,585	6,2	2,981	5,435
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1,268	10,4	1,003	5,386



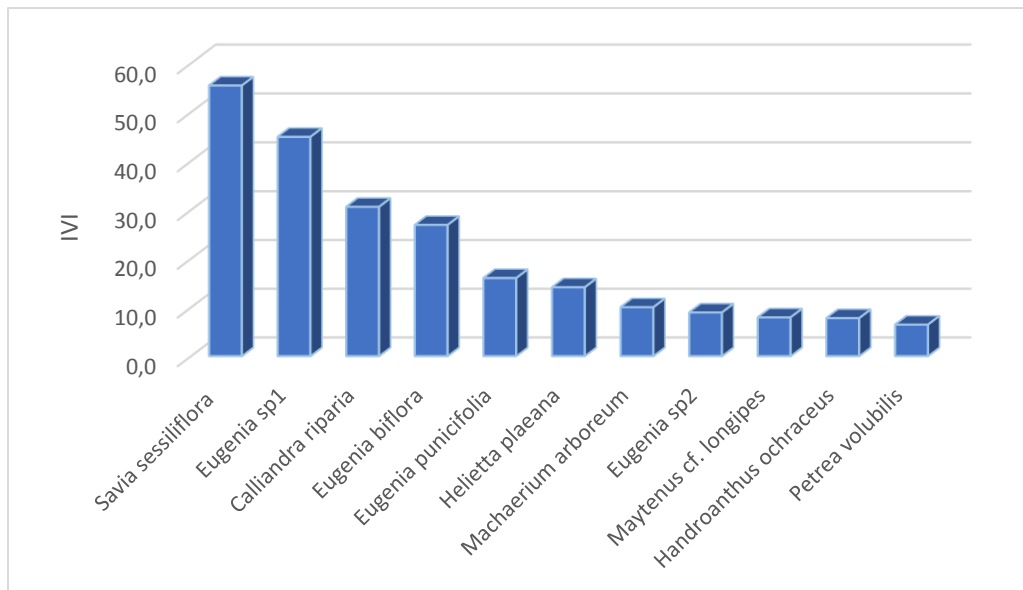
**Figura 7.** Especies más abundantes en el bosque seco tropical.



**Figura 8.** Especies con mayor valor de frecuencia Bs-T.



**Figura 9.** Especies con mayor dominancia Bs-T.



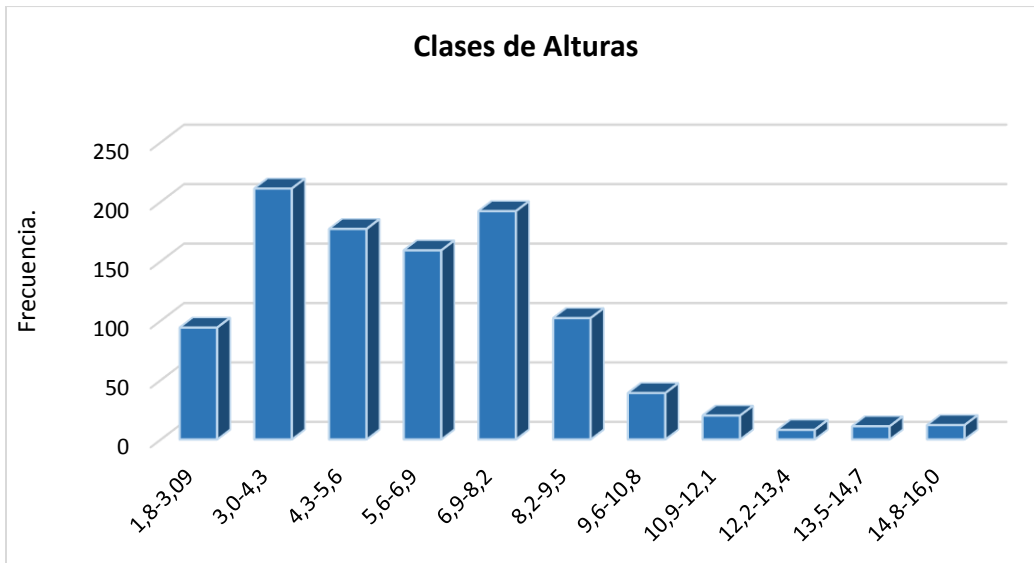
**Figura 10.** Especies con mayor índice de valor de importancia presentes en una comunidad del bosque seco tropical.

#### 5.4. Estructura vertical.

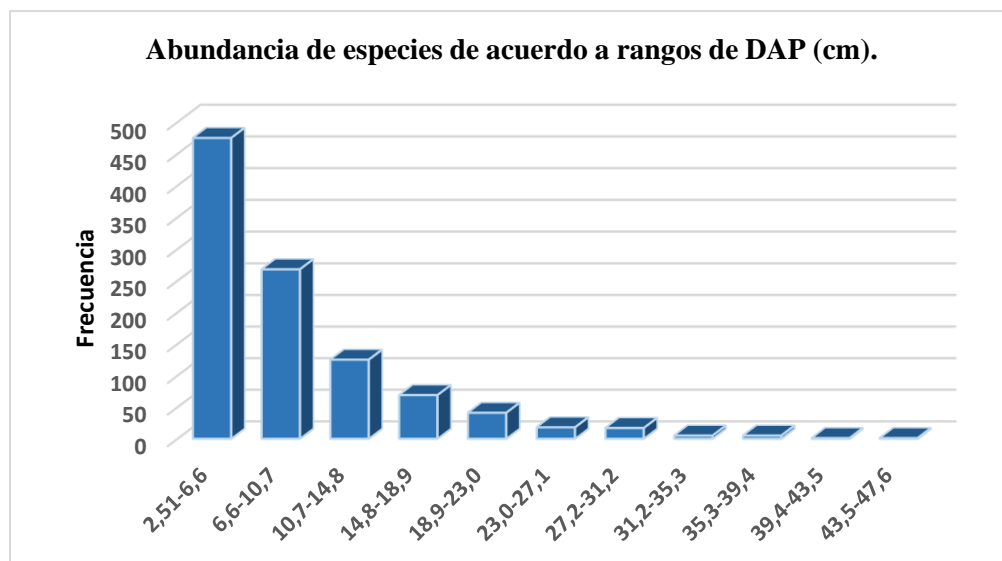
La mayor parte de los individuos registrados presentan alturas entre 3,0 – 8,0 m con el 72,08% correspondiente a 739 individuos. Los individuos con alturas registradas entre 3,0 – 4,3 m con el 20,58 %, aportado por 211 individuos, en el siguiente rango de altura entre 6,9 – 8,2 m, se obtuvo el 18,73% , proveniente de 192 individuos y alturas entre 4,4 – 5,6 con el 17,26% correspondiente a 177 individuos. Los árboles emergentes alcanzaron baja disminución, por lo general se encuentra entre 12 y 30 m con el 3,02% correspondiente a 31 individuos (Figura 11).

Con respecto al DAP, los árboles con diámetros entre 2,51 – 6,605 cm fueron los más abundantes 46,3% correspondientes a 475 individuos, seguidos de árboles con DAP entre 6,606 – 10,7cm con el 26,1% correspondiente a 268 individuos. Lo que corresponde a que la mayoría de estos no sobrepasan los 10 cm. A partir de allí, se registra una reducción en el número de individuos al aumentar el DAP (Figura 12).

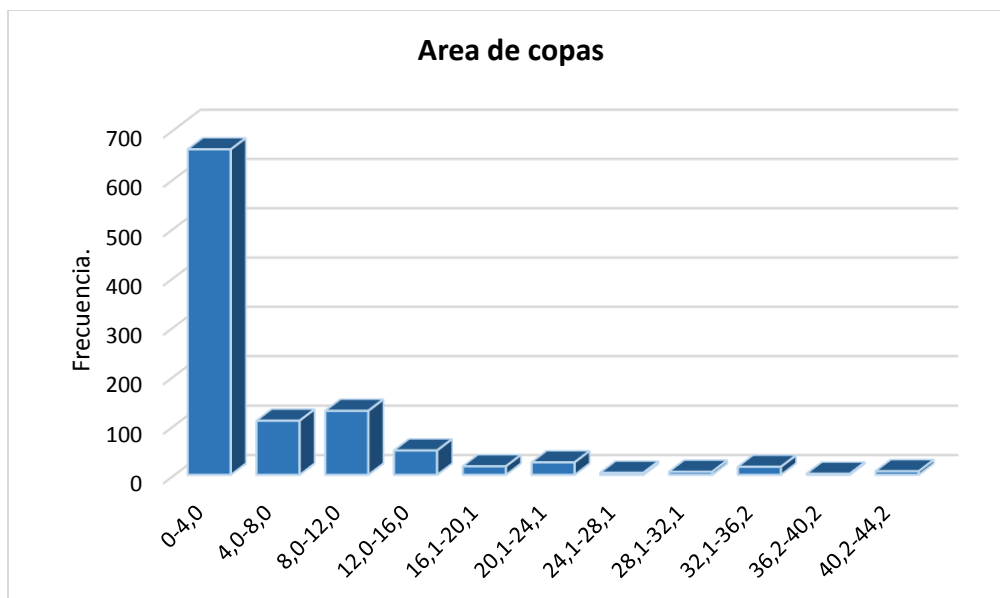
Para el área de copas o cobertura el mayor número de individuos se presentó dentro del rango 0 – 4,0 con 64,41% correspondientes a 659 individuos, los individuos dentro del rango 4,0 – 12,0 con 23,25% corresponden a 238 individuos, los individuos restantes están distribuidos en rangos entre 12,0 – 44,2 con 10,7% corresponden a 128 individuos (Figura 13).



**Figura 11.** Frecuencia de individuos por clases.



**Figura 12.** Porcentaje de individuos según rangos de DAP.



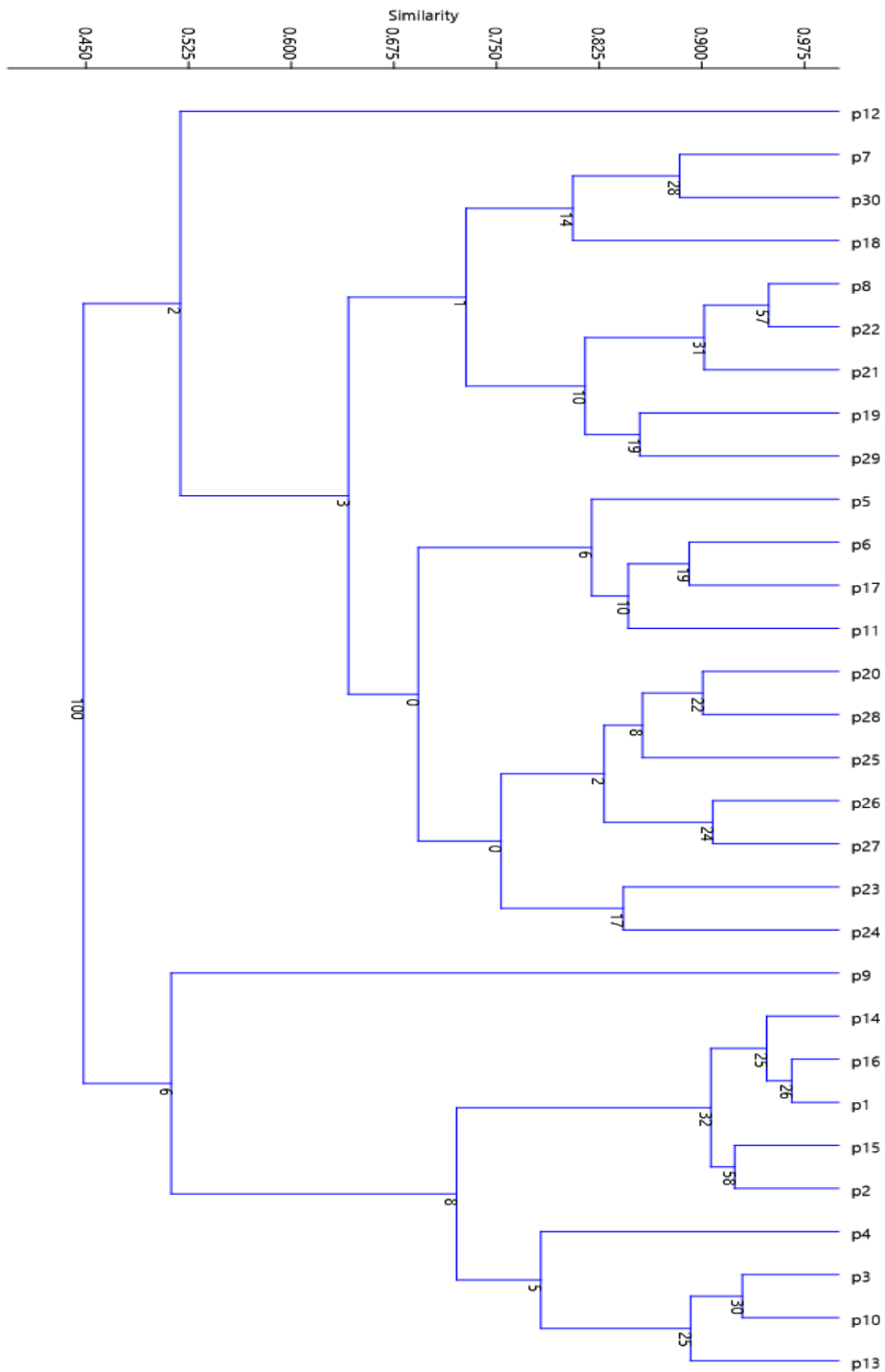
**Figura 13.** Cobertura presentes en una comunidad del bosque seco.

### 5.5. Dendogramas de similitud con base en los índices de Jaccard y Morisita-Horn.

El dendrograma elaborado con base en el coeficiente de similitud de Jaccard (presencia-ausencia), mostró un alto índice de similaridad entre las sub-parcelas p18, p20, p24, p25, p27, p26, p29, p28, p21 y p23 siendo la p25 y p27 las sub-parcelas más parecidas con una similaridad de 0,90 y p18 más alejada del grupo con 0,50. Otro grupo está conformado por las sub-parcelas p6, p19, p7, p30, p8, p22 y p11 estas parcelas son geográficamente cercanas y presentan valores de similitud que oscilan 0,60 y 0,65. Las sub-parcelas p14 - p16 y p2 – p15 oscilan 0,25 – 0,32 estas se encuentran alejadas entre si y guardan muy poca similaridad frente a las otras sub-parcelas (Figura 14).

El dendrograma elaborado con base en el coeficiente de similitud de Morisita-Horn (abundancia), nos permite definir dos grupos los cuales corresponden a dos tipos de vegetación ya que muestran sub-parcelas que permiten definir la interconexión entre ellas y establecen claramente dos parches diferenciables (Figura 15).





**Figura 15.** Dendrograma de similitud construido a partir del índice de Morisita-Horn para datos de presencia – ausencia.



## 5.6. Rasgos funcionales.

El resumen de los rasgos evaluados se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Estadísticas descriptivas de los rasgos funcionales.

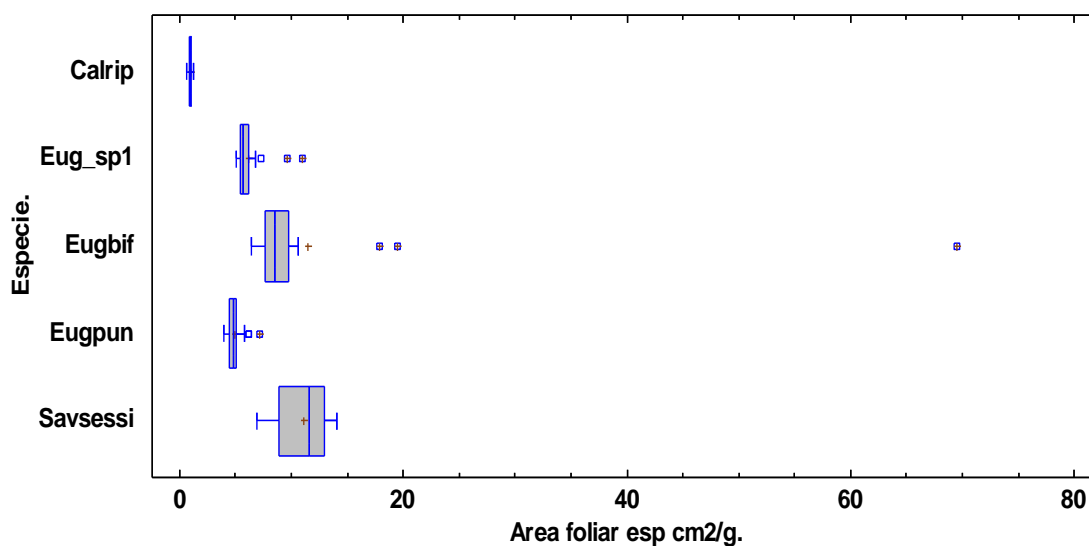
Rasgo	Unidad de medida	Tamaño de muestra	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	C.V
Área foliar (AF)	cm <sup>2</sup>	5(5)	12,123	9,159	0,575	34,35	74,017%
Área foliar específica (AFE)	cm <sup>2</sup> /g	5(5)	6,947	6,88	0,653	69,022	99,038%
Grosor (Gr)	mm	5(5)	0,242	0,092	0,09	0,42	38,023%
Contenido foliar de materia seca (CFMS)	mg/g	5(5)	669,575	527,095	322,603	6413,162	78,720%
Densidad de madera (DM)	(g/cm <sup>3</sup> )	5(1)	6,167	3,572	0,850	14,022	57,92%

Se puede observar una gran variación en todos los rasgos, lo que evidencia que existen diferentes estrategias adaptativas entre las especies. La prueba Shapiro-Wilks confirma que hay diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre las especies, para cada uno de los rasgos evaluados.

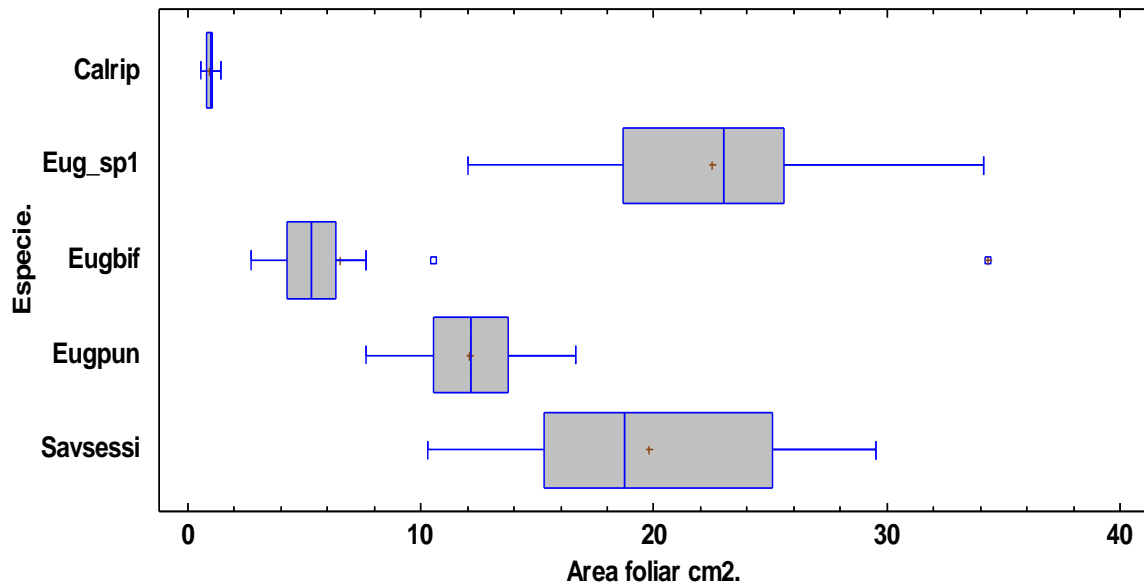
Dentro de los resultados sobresale el área foliar específica (AFE) como el rasgo de mayor variación (99,03%) lo que refleja de manera positiva la tasa fotosintética bajo condiciones de saturación de luz que tienen estas especies; lo cual indica la buena capacidad de adaptación al bosque seco, además la habilidad de estas plantas para competir por el espacio, luz, nutrientes y la manera como persisten y toleran disturbios.

El área foliar (AF) tuvo una variación de (74,01%) lo que muestra la gran diferencia que existe entre los tamaños de hojas de las distintas especies estudiadas las cuales varían desde *Eugenia* sp1 con un promedio de 22,97 cm<sup>2</sup> hasta *Calliandra riparia* con 0,97 cm<sup>2</sup> (Figura 17).

Las especies que presentaron mayor área foliar específica (AFE) fueron *Savia sessiliflora* (11,58 cm<sup>2</sup>/g), *Eugenia biflora* (8,52 cm<sup>2</sup>/g) y las de menor fueron *Eugenia* sp1 (5,68 cm<sup>2</sup>/g) y *Calliandra riparia* (0,97 cm<sup>2</sup>/g) (Figura 16).

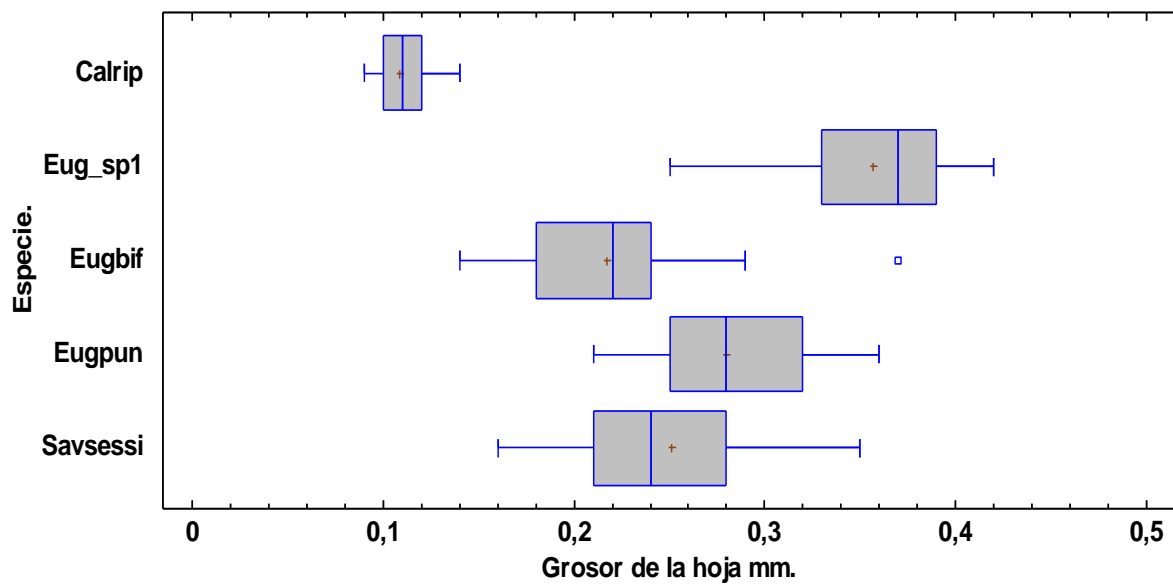


**Figura 16.** Área foliar específica.



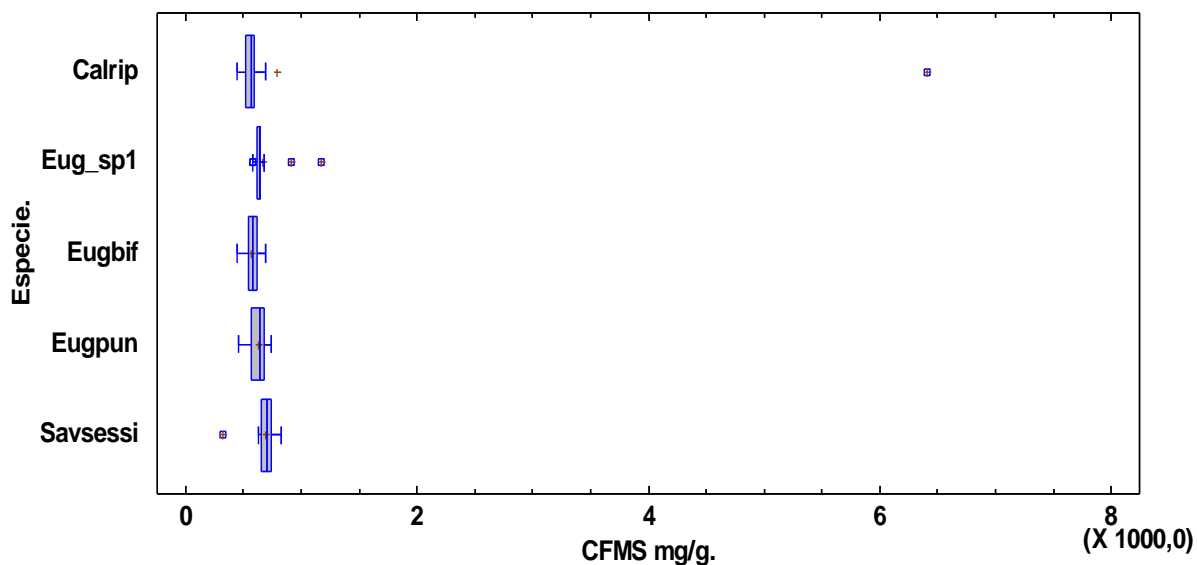
**Figura 17.** Área foliar.

El grosor, fue el rasgo con menor variación (38% C.V) con valores entre los 0,11 mm *Calliandra riparia* hasta los 0,37 mm *Eugenia sp1* (Figura 18).



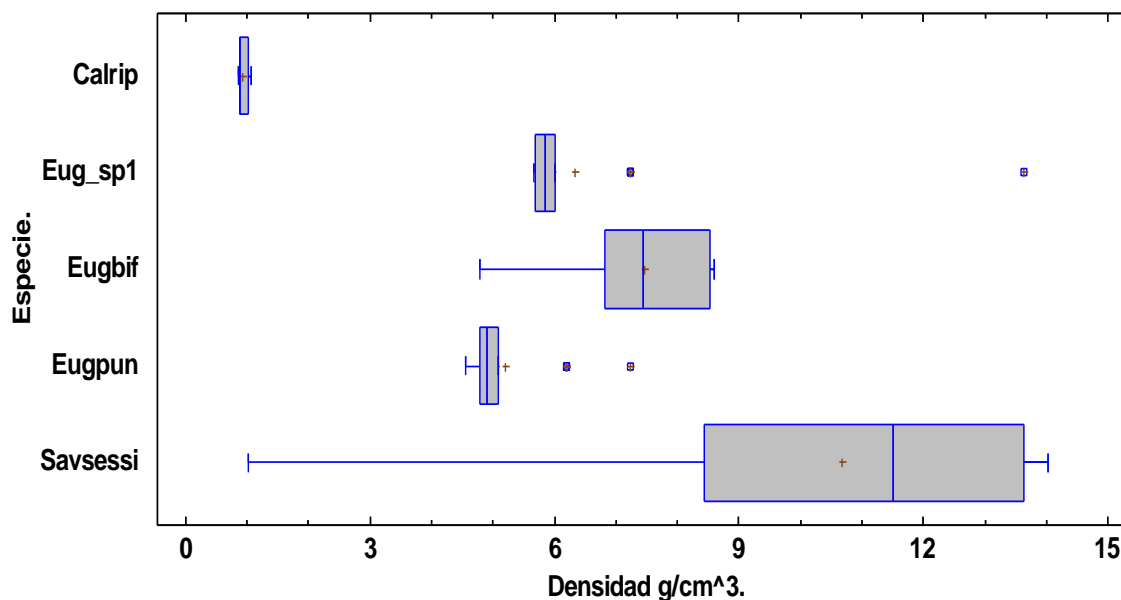
**Figura 18.** Grosor de la hoja.

Según su contenido foliar de materia seca (CFMS), se ubica *Savia sessiliflora* (701,5 mg/g), *Eugenia puniceifolia* (640,4 mg /g), *Eugenia* sp1 (637,9 mg/g) en el rango superior, y a *Eugenia biflora* (577,0 mg/g) y *Calliandra riparia* (566,5 mg/g) en el inferior (Figura 19).



**Figura 19.** Contenido foliar de materia seca.

Para la densidad de la madera la especie más densa fue *Savia sessiliflora* (11,505 g/cm<sup>3</sup>), seguida por *Eugenia biflora* (7,43 g/cm<sup>3</sup>), *Eugenia* sp1 (5,85 g/cm<sup>3</sup>), *Eugenia puniceifolia* (4,90 g/cm<sup>3</sup>) y por último la menos densa *Calliandra riparia* (0,88 g/cm<sup>3</sup>) (Figura 20).



**Figura 20.** Densidad de madera.

Se observó una correlación de Pearson significativa entre los rasgos AF - GR ( $r=0,73$ ), CFMS - AF ( $r= 0,67$ ), CFMS - AFE ( $r= 0,55$ ), AF - AFE ( $r= 0,43$ ), CFMS - DM ( $r= 0,41$ ) y CFMS - Gr ( $r= 0,39$ ). Los rasgos con baja correlación fueron AFE - Gr, y DM - AFE, ambos con ( $r= 0,15$ ), (Tabla 5). La correlación es relativamente débil entre los rasgos ya que no existe una dependencia entre las variables.

**Tabla 5.** Correlaciones de Pearson para los rasgos funcionales medidos en un parche de bosque seco Cúcuta, Colombia.

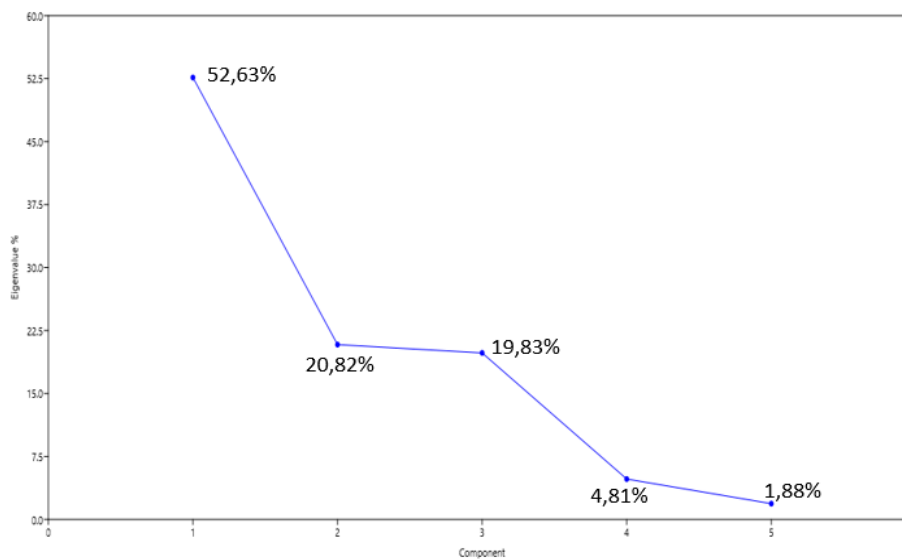
	Área foliar cm <sup>2</sup>	CFMS (mg/g)	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> /g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Grosor (mm)
Área foliar cm <sup>2</sup>	1,00	0,67	6,2E-07	5,5E-06	0,00
CFMS (mg/g)	-0,04	1,00	0,55	0,41	0,39
Área foliar específica (cm <sup>2</sup> /g)	0,43	-0,05	1,00	0,10	0,15
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	-0,39	-0,07	0,15	1,00	6,8E-07
Grosor (mm)	0,73	-0,08	0,13	-0,43	1,00

### 5.6.1 Componentes principales.

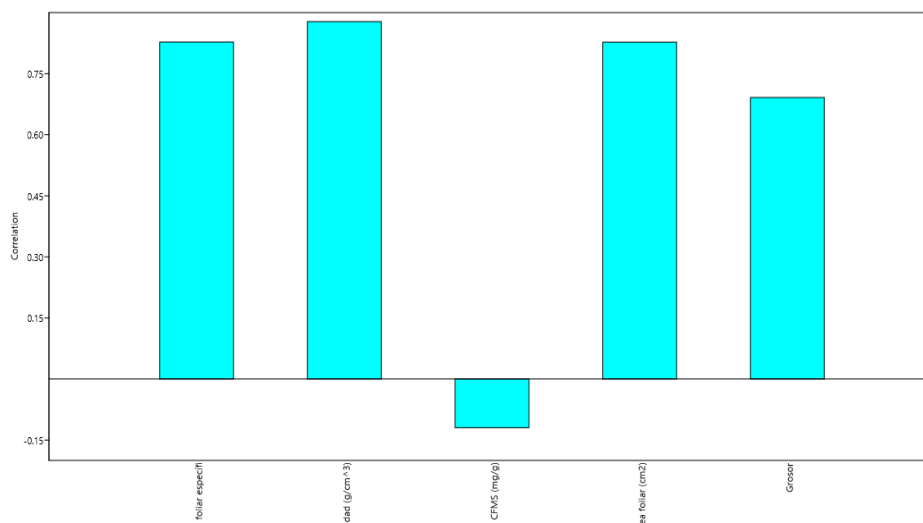
El análisis de componentes principales (ACP) (Tabla 6) mostró que los primeros tres componentes explican en su conjunto más del 90% de la variabilidad total. El primer componente explica el 52,63% de la variabilidad (Figura 21), donde los valores de DM y AFE tienen los mayores pesos (positivos), seguido del CFMS (negativo) (Figura 22). El segundo componente explica el 20,82% de la variabilidad donde el AFE y la DM tienen el mayor peso (positivo), y el AF y Gr tienen el menor peso (negativo) (Figura 23). En cuanto al tercer componente explica el 19,83% de la variabilidad donde el AFE y DM tienen el mayor peso (negativo), seguido por CFMS y AF (positivos) (Figura 24).

**Tabla 6:** Valores de los rasgos para los tres primeros componentes que expresan el 93% de la variabilidad.

	<b>PC 1 (52,63%)</b>	<b>PC 2 (20,82%)</b>	<b>PC 3 (19,83%)</b>
<b>Área foliar específica</b> <b>(mm<sup>2</sup>/mg)</b>	0.82741	0.51644	-0.032627
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	0.87767	0.42125	-0.012495
<b>CFMS (mg/g)</b>	-0.11952	0.12506	0.98467
<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	0.82737	-0.40585	0.12084
<b>Grosor</b>	0.69132	-0.64556	0.080536

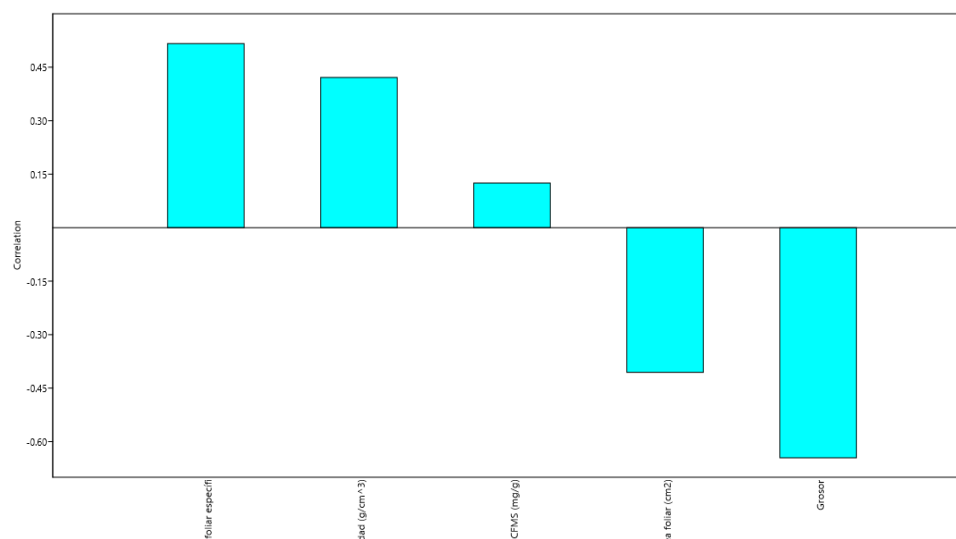


**Figura 21:** Valores de los cinco componentes los cuales expresan el 100% de la variabilidad.

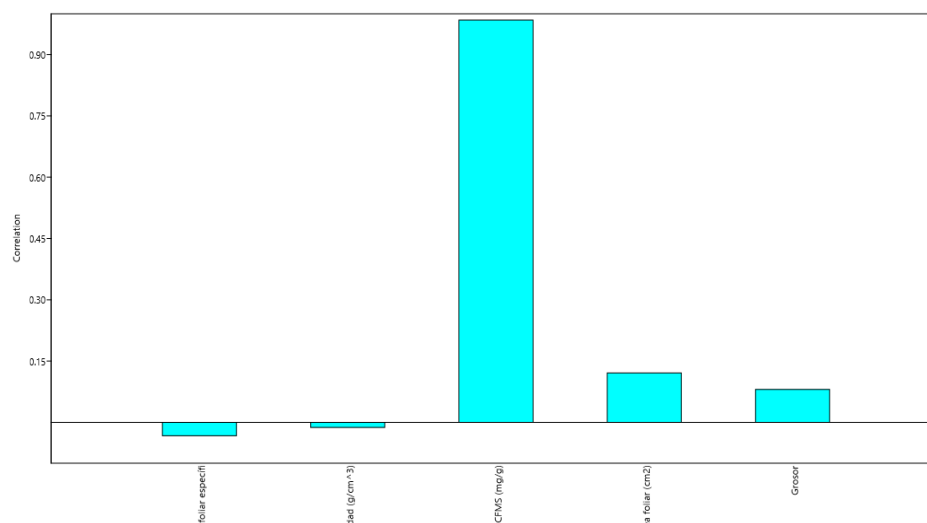


**Figura 22:** Contribución de las variables al componente uno del ACP.





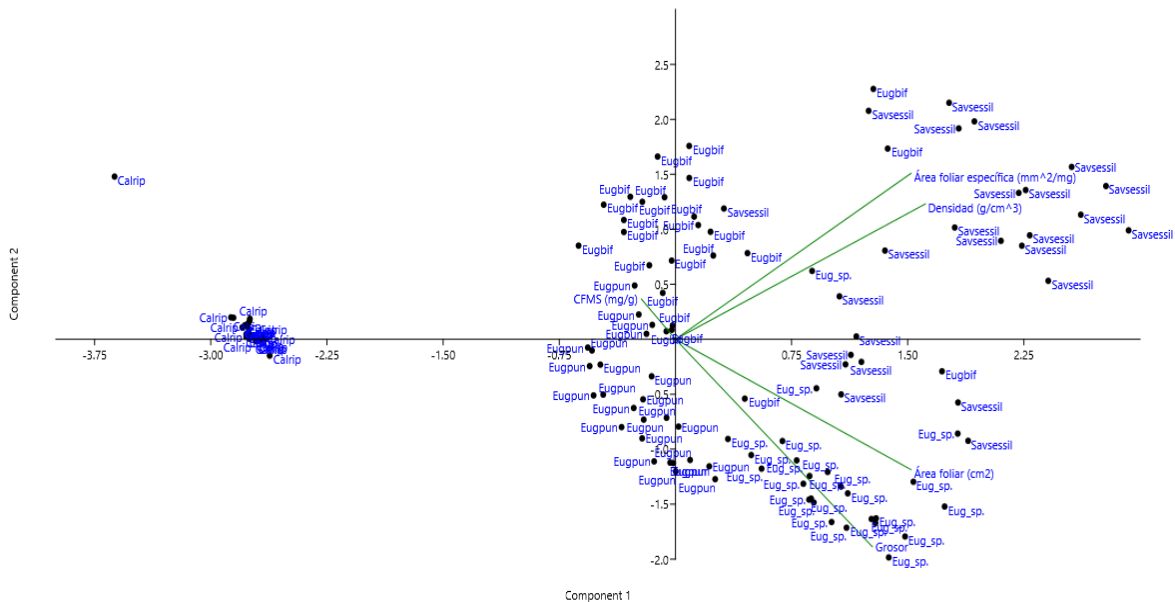
**Figura 23:** Contribución de las variables al componente dos del ACP.



**Figura 24:** Contribución de las variables al componente tres del ACP.

El ACP reafirma algunas de las correlaciones de Pearson previamente encontradas, al relacionar positivamente el AFE con la DM, CFMS con el AF y relacionar negativamente la DM con el CFMS y Gr con DM.

El ACP permite identificar la relación positiva del AFE y la DM. En esta se agrupan la mayoría de individuos de *Savia sessiliflora* y muy pocos de *Eugenia biflora*. En cuanto a la relación negativa tenemos el AF y Gr donde se agrupan los individuos de las especies *Eugenia* sp.1. En cuanto al CFMS incluye los individuos de *Eugenia puniceifolia* y *Eugenia biflora* (Figura 25).



**Figura 25:** Componentes 1 y 2 del ACP calculado con las variables utilizadas para la clasificación funcional.

## **6 DISCUSIÓN.**

### **6.1. Composición florística.**

En Colombia así como en otras zonas del Neotrópico la composición florística de los bosques secos tropicales mantiene la tendencia registrada por Gentry (1995) donde las familias dominantes son Fabaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae (actualmente incluida en Salicaceae) y Capparaceae. Sin embargo para este bosque seco ubicado en la vereda San Pedro, Cúcuta, dominan las familias Myrtaceae seguida por Phyllantaceae, Fabaceae, Rutaceae y Celastraceae, aun para los bosques secos de Colombia no se han registrado resultados similares, sin embargo guarda similaridad con el bosque seco de La Garita (Garcia, 2014), y el cerro Tasajero (Carrillo, 2006) obteniendo como las familias más dominantes Myrtaceae y Fabaceae en ambos estudios.

Las familias, géneros y especies de las plantas encontradas en un fragmento o comunidad del Bosque seco tropical (Bs – T) San Pedro, Cúcuta, Norte de Santander, registraron un total de 1025 individuos distribuidos en 26 familias, 40 géneros y 49 especies, lo cual muestra una comparación con el estudio realizado en Cerro Tasajero con 24 familias 47 géneros y 64 especies, tomando solo individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm y midiendo 0,1 ha (Carrillo, 2006) y el estudio realizado en la Garita, Norte de Santander donde se registraron un total de 324 individuos distribuidos en 20 familias, 23 géneros y 28 especies, cabe destacar que en la medición de estas 0,3 ha se utilizaron dos metodologías para la medición de la composición florística, la primera por parcelas (164 individuos, 20 familias, 23 géneros y 28 especies) la segunda metodología fue la de cuadrantes punto centrados (160 individuos, 9 familias, 12 géneros y 16 especies), dejando claro que es más efectiva la metodología con parcelas. (Garcia, 2014).

Varios estudios florísticos se han realizado en Colombia en bosque seco mediante la metodología de Gentry (1982), donde se utilizan transectos de 0.1 ha y considerando solo individuos cuyos tallos tengan un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2.5 cm. En comparación con el bosque estudiado en San Sebastián, Magdalena en el cual midieron 0,4 ha y 40 unidades de muestreo tiene una composición bastante mayor (42 familias y 155 especies) respecto al bosque San Pedro, Cúcuta (0,3 ha y 30 unidades de muestreo). Esto puede haber estado influenciado por el lugar ya que ellos tomaron una zona en excelente estado de conservación y la cantidad de unidades de muestreo. Estos bosques coinciden en contar con la familia Fabaceae como una de las más abundantes.

Para el estudio realizado en la región Caribe y el Valle del río Magdalena los resultados muestran que el bosque de San Pedro tiene un menor número de individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm (Tabla 6), con respecto a los bosques de Neguanje (67), Coloso (155) y Santo Tomás (71).

**Tabla 7:** Comparación de la diversidad florística de los bosques secos estudiados en Colombia.

Localidad	Nº Familias	Nº Especies	Nº individuos
San Pedro	26	49	1025
Cerro Tasajero	27	64	355
La Garita	20	28	324
San Sebastián	42	155	
Coloso, Sucre	46	113	339
Neguanje, Parque Tayrona	31	67	337
Galerazamba	20	55	396
Santo Tomas	31	71	393
Bremen	29	55	597
Cardonal	31	60	555
F. Monterrey	24	55	471

## 6.2. Diversidad.

De acuerdo con lo planteado por Montoya-Molina *et al.* (2016) evaluar la diversidad mediante el uso del número efectivo de especies permite un mejor análisis e interpretación de la diversidad de las zonas de vida. En comparación con los resultados obtenidos en La Garita (García, 2014), donde la riqueza específica  ${}^0D$  reflejó un valor de 28 especies en el presente estudio se encontraron 49 especies de árboles en un área mayor de muestreo. Los valores de riqueza evaluados de acuerdo al índice de Margalef presentaron un valor de 2,9 – 3,0 lo que indica que hay una riqueza moderada en esta zona de bosque seco. Para el índice de Simpson se presentó un valor de 0,8 – 0,9 lo que

dice que no hay una dominancia como tal de alguna especie en específico, debido a que sus valores se encuentran muy cercanos a 1. Aproximadamente solo 9 especies son dominantes ( $^2D$ ) en el lugar pero esto no contempla a las especies raras (singletons y doubletons). La comparación más acertada en esta zona de vida es basada en la diversidad de orden  $^1D$  la cual un arrojo valor de 14,6 – 15,0 donde observamos la diversidad de este lugar. Según el índice de Shannon los valores oscilan entre 1,29 - 2,61 lo que muestra que el bosque tiene baja diversidad.

### 6.3. Estructura

#### 6.3.1. Estructura horizontal.

El índice de valor de importancia da como resultado que *Savia sessiliflora* es la especie con mayor valor ecológico la cual representa el 55,4%, seguida por *Eugenia* sp.1 con un 44,9%, *Calliandra riparia* 30,6% y *Eugenia biflora* con 26,9%. El factor más determinante en este caso se debe a la dominancia de dichas especies complementadas con la abundancia, esto hace referencia a la cantidad de árboles que se destacan por su tamaño y la frecuencia que tienen dentro del bosque. Las especies con bajos valores de importancia fueron *Machaerium arboreum*, *Eugenia* sp.2, *Maytenus cf. longipes*, *Handroanthus ochraceus* y *Petrea volubilis*.

En el valor de importancia para las familias dio como resultado que la familia con mayor importancia ecológica es Myrtaceae con un valor de 40,19%, seguida por Phyllanthaceae 18,7%, Fabaceae 17,8% y Rutaceae con 4,29%.

Estos valores muestran que las familias Myrtaceae y Fabaceae predominan en el bosque seco tropical de Cúcuta (Carrillo, 2006 & Garcia, 2014). En cuanto a la familia Fabaceae predomina en la mayoría de los bosques secos tropicales de Colombia en los cuales sobresalen los géneros

*Calliandra* y *Machaerium* (Sanmartín, Angarita & Mercado, 2016; Marulanda *et al.*, 2003; Castro, 2012; Carbonó & García, 2010).

### **6.3.2. Estructura vertical.**

La distribución vertical de las especies presentó dos categorías de abundancia en cuanto a la altura, donde hubo mayores valores respecto a los otros, estos se ubican en el segundo (3,09 – 4,38 m) y quinto (6,97 – 8,26 m) intervalo de clase (figura 11). El mayor porcentaje de individuos se presentó en el estrato inferior  $\leq 9,5$  m con el 90,98%. Los individuos se distribuyeron en todas las clases de alturas y los elementos emergentes por lo general se encontraron entre 12 - 16 m ocupando el 2,9% lo que demuestra el estado temprano de regeneración en el cual se encuentra el bosque.

Los valores promedio de altura observados en este estudio, son comparables con los analizados por Dechner y Diazgranados, los cuales tuvieron un valor promedio de altura, de 20,1 m para la Sierra Nevada de Santa Marta y los estudios realizados en Sanguaré-Sucre por Sanmartín, Angarita & Mercado, con una altura promedio 15,0 m.

La gráfica por intervalos de estructura espacial (DAP) (Figura 12) muestra que el mayor número de individuos se presenta en el intervalo de menor grosor (2,5 – 6,6) con 475 individuos ocupando un valor de 46,3% esto a su vez disminuye a medida que el diámetro aumenta de tamaño, lo que expresa que la comunidad vegetal se encuentra relacionada con procesos de desarrollo en dirección a etapas de crecimiento y productividad vegetal, es decir, es la tendencia típica de un bosque que presenta fases tempranas de sucesión (Martínez, 1985).

#### **6.4. Homogeneidad de la vegetación.**

A partir de los dendrogramas de similitud, usando el índice de similitud de Morisita-Horn se puede evidenciar que se forman dos grupos que se pueden relacionar espacialmente en el parche de bosque seco de ladera (Figura 26). La grafica permite definir dos subconjuntos correspondientes a dos tipos de vegetación ya que las sub-parcelas permiten definir dos parches diferenciables.

Subconjunto 1: P9, P14, P16, P1, P15, P2, P4, P3, P10 y P13

Subconjunto 2: P12, P7, P30, P18, P8, P22, P21, P19, P29, P5, P6, P17, P11, P20, P28, P25, P26, P27, P23 y P24.





**Figura 26:** Distribución de los subgrupos en la parcela permanente según el índice de similitud de Morisita-Horn.

**Tabla 8:** Lista de especies que diferencian los dos parches de vegetación en los subgrupos, formados con el índice de similaridad de Morisita-Horn.

	Exclusivas	Dominante	Comparten
Subconjunto 1.	<i>Cappariadastrum frondosum</i> <i>Croton croizatii</i> <i>Duguetia lucida</i> <i>Esenbeckia pilocarpoides</i> <i>Peltogyne paniculata</i> <i>Petrea rugosa</i> <i>Solanum asperum</i> <i>Solanum hazenii</i> <i>Triplaris americana</i> <i>Warszewiczia coccinea</i> <i>Chromolaena sp.</i>	<i>Malpighia glabra</i> <i>Pouteria aff. caimito</i>	<i>Calliandra riparia</i> <i>Cappariadastrum pachaca</i> <i>Cheiloclinium sp.</i> <i>Coccoloba padiformis</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Eugenia biflora</i> <i>Eugenia puniceifolia</i> <i>Eugenia sp.1</i> <i>Eugenia sp.2</i> <i>Hirasa reclinata</i> <i>Machaerium arboreum</i> <i>Savia sessiliflora</i> <i>Piptocoma discolor</i> <i>Seguiera americana</i>
Subconjunto 2.	<i>Banava sp</i> <i>Bauhinia glabra</i> <i>Chomelia sp</i> <i>Cynophalla polyantha</i> <i>Erythroxylum novogranatense</i> <i>Erythroxylum spl</i> <i>Helicteris baruensis</i> <i>Morisonia americana</i> <i>Pereskia sp</i> <i>Platymiscium pinnatum</i> <i>Trichilia tomentosa</i>	<i>Aspidosperma cuspa</i> <i>Amyris sylvatica</i> <i>Astronium graveolens</i> <i>Croton caracasanus</i> <i>Guapira costaricana</i> <i>Handroanthus ochraceus</i> <i>Helietta plasana</i> <i>Machaerium biovulatum</i> <i>Maytenus cf. longipes</i> <i>Myrcia sp.</i> <i>Petrea volubilis</i>	

Los grupos generados en el índice de similaridad de Jaccard tienen poca relación ya que se encuentran menos separados y no conforman grupos entre ellos. No presentan un tipo de vegetación

definido por algún parámetro ambiental o posicional de esta manera no hay forma de relacionarlos y no se pueden establecer patrones de vegetación diferentes.

### **6.5 Rasgos funcionales.**

Los resultados en cuanto a rasgos funcionales mostraron que los rasgos que presentaron el mayor valor de variabilidad fueron área foliar específica (AFE) representada en el componente uno (PC 1), densidad de madera (DM) (PC2) y contenido foliar de materia seca (CFMS) (PC3), lo que indica que las especies de este lugar manejan una estrategia entre poblaciones enfocada hacia la resistencia a periodos de sequía.

El AFE es un rasgo que se considera muy importante a la hora de determinar la estrategia de vida de la planta o especie, para comprender la manera de cómo esta adquiere los recursos del medio (Westoby 1998; Wright *et al.*, 2004; Wright y Westoby, 2002; Poorter y Bongers, 2006; Reich *et al.*, 1999). El AFE encontrado en el presente estudio, incluye valores inferiores a los encontrados en el estudio de Ruiz (2015) para un bosque de niebla en Cundinamarca, Colombia. Debido a que muchos autores han encontrado que los valores altos de AFE se encuentran relacionados con mayores capacidades fotosintéticas, se esperaría que las especies con AFE más altas como *Savia sessiliflora* y *Eugenia biflora* presenten mayores tasas de crecimiento, junto con respuestas más flexibles a los recursos de luz y del suelo por su capacidad para reinvertir el carbono en nuevas hojas (Westoby 1998; Wright *et al.*, 2004; Wright y Westoby, 2002; Poorter y Bongers, 2006; Reich *et al.*, 1999). Sin embargo, las altas tasas fotosintéticas relacionadas con mayores valores de AFE requieren altos niveles de nitrógeno, que aumentan la vulnerabilidad a la herbivoría (Wright y Westoby, 2002). En el caso de *Calliandra riparia* la cual presenta el valor más inferior de AFE, está relacionada con tasa de crecimiento menor por lo cual obtiene una vida más larga de la hoja lo que conlleva a mayor resistencia a daños (Wright y Westoby, 2002).

En cuanto a la densidad de la madera (DM) la especie con mayor valor fue *Savia sessiliflora* (11,50 g/cm<sup>3</sup>) y *Eugenia biflora* (7,43 g/cm<sup>3</sup>), esto indica que estas especies tienen la madera más densa por lo tanto son de crecimiento lento. En cuanto al contenido foliar de materia seca (CFMS) las especies con mayor valor fueron *Eugenia* sp.1 (637,91) y *Eugenia puniceifolia* (640,40).

Por otra parte el grosor de la hoja se ha descrito como un predictor de la sombra y succulencia, donde las hojas expuestas al sol tienen una lámina más gruesa y menor AFE, por lo cual algunos autores han propuesto el hecho de que el AFE depende del grosor de la hoja y de CFMS, por lo que las plantas con el mismo valor de AFE pueden tener formas y funciones muy diferentes (Hodgson *et al.*, 2011). Las especies con mayor grosor fueron *Eugenia* sp.1 y *Eugenia puniceifolia* las cuales guardan una relación bastante parecida.

## 7. CONCLUSIONES.

- ❖ Al realizar el inventario florístico en el parche de bosque seco tropical, se registró un total de 1021 individuos, distribuidos 26 familias, 40 géneros y 49 especies.
- ❖ En este fragmento de bosque seco tropical se evidencia dos tipos de vegetación las cuales se interconectan entre las sub-parcelas y de esta manera se definen dos parches diferenciables.
- ❖ En cuanto a la altura, las especies que obtuvieron los valores máximos fueron *Banara* sp, *Savia sessiliflora*, *Pereskia* sp, *Eugenia biflora*, *Bauhinia glabra* y *Astromium graveolens*, las especies con valores mínimos fueron *Eugenia* sp.1, *Petrea volubilis*, *Morisonia americana*, *Calliandra riparia* y *Eugenia puniceifolia*.
- ❖ Las familias que obtuvieron individuos con mayor grosor fueron Phyllantaceae, Myrtaceae Fabaceae y Capparaceae, las de menor diámetro fueron Rutaceae, Euphorbiaceae y Polygonaceae.
- ❖ *Savia sessiliflora* es muy determinante en este ecosistema de bosque seco tropical (Bs-T) ya que es una especie oportunista y presentó características que sobresalen, como es el caso del IVI (55,44%) y algunos rasgos funcionales como AFE (11,58 cm<sup>2</sup>/g), CFMS (701,5 mg/g) y DM (11,505 g/cm<sup>3</sup>).
- ❖ Los rasgos evaluados de las plantas no presentaron amplios rangos de variación, sin embargo los valores de mayor variación fueron área foliar específica (AFE), densidad madera (DM) y contenido foliar de materia seca (CFMS), los cuales explican el 90% de la variabilidad. Los de menores valores fueron área foliar (AF) y grosor (Gr).
- ❖ Los rasgos que se relacionan positivamente son AFM – DM, CFMS – AFE y negativamente hay una correlación fuerte entre DM – AF y DM – Gr.

- ❖ *Calliandra riparia* aunque es una de las especies más abundantes presenta baja variabilidad en sus rasgos funcionales, lo que puede significar que los individuos de la población presenten homogeneidad en respuesta a las condiciones del bosque.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

Aguiar F.C., Cedeira O.J., Martins M.J., Ferreira M.T. (2013). Riparian forests of Southwest Europe: are functional trait and species composition assemblages constrained by environment? *Journal of Vegetation Science* 24: 628-638.

Bawa, K. S. & L. McDade. (1994). The plant community: composition, dynamics, and life-history processes—Commentary, In L. Pág.68.

Brown, S. & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*. 6(1), 1-32.

Calle, Z. (1994). Diversidad biológica y diálogo de saberes, memorias del curso de campo sobre biodiversidad y recursos genéticos indígenas y campesinos. 1ª ed. Cali: Maestría en desarrollo sostenible de sistemas agrarios. 142 p.

Cardenas.C & Vargas.O (2002). Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de paramo humedo sometida a quema y pastoreo (parque nacional natural chingaza, colombia). *Ecotropicos* 15.

Cantillo Higuera, E. E., V. Castiblanco Gutiérrez. (2007). Caracterización y Valorización del Potencial de Regeneración del Banco de Semillas Germinable de la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca, Cundinamarca). 2007 11.

Carillo, M. 2006. "Caracterización Florística y estructural del Bosque Seco Tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander) Colombia". En: *Colombia Actualidades Biológicas* ISSN: 0304 3584 Ed: Universidad De Antioquia v.29 fasc.86 p.55 - 73 ,2007.

Carim, S., Schwarz, G. & Fernandes, M. (2007). Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 años no leste da Amazônia. *Acta Botânica Brasilica*, 21(2), 293-308.

Castro, S. 2012. “Análisis florístico y fitogeográfico de ambientes asociados al complejo de ciénagas de Zapatosa (Cesar) en el Caribe colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Tesis. Pags. 146.

Ceballos G, Arroyo-Cabrales J, Medellín R.A., Medrano-González L, Oliva G. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. pp. 21-66. En: Ceballos G, Oliva G (coords) *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO. FCE. México.

Cornelissen, J. H. C., S. Lavorel. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51(4): 335-380.

Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness tan size. *Ecology*, 93(12): 2533-2547.

Chávez, M., & Arango, N. (Eds.) 1988. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Bogotá, D. C.: Ministerio del Medio Ambiente/United Nations.

A. Dechner y M. Diazgranados, “Composición y estructura de la vegetación boscosa de la cuenca baja del Río San Salvador, vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia”, *Universitas Scientiarum*, vol. 12, pp. 99-124, 2007.

Díaz, J. M. 2006. Bosque seco tropical Colombia. Banco de Occidente-Credencial. Bogotá. Pp. 204.



Díaz, S; Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*. 8: 463-474.

Dueñas, A., Betancur, J. & Galindo, R. (2007). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del parque nacional natural Catatumbo Barí, Colombia. Universidad Industrial de Santander. *Revista Colombia Forestal* V10 N°20. Pag. 2-8.

Espinal, L., & Montenegro, E. 1977. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, pp 201.

Espinal T., L. S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria Explicativa sobre el mapa ecológico. Departamento Agrológico Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia.

Estrella, D. F. B. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca (CBVC-T) y su relación con variables bioclimáticas. Escuela de Posgrado, centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Font Quer, P. (2000). *Diccionario de Botánica*. Segunda edición, Ediciones Península, Barcelona.

García, K., Murcia, M., & Sanchez, L. (2014). Caracterización de la vegetación en una comunidad del bosque seco, en la cuenca baja del río Pamplonita, Colombia. Universidad de Pamplona. Tesis. Págs 71.

García-Velásquez L, M., Ríos-Quintana A., Molina-Rico L.J.(2010). Estructura, composición vegetal y descomposición de hojarasca en el suelo, en dos sitios de un bosque nublado andino (reforestado y en sucesión espontánea), en peñas blancas, Calarcá (Quindío), Colombia. *Actual Biol* 147-164.

Garnier, E., B. Shipley. (2001). A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology* 15(5): 688-695.

Garnier, E., G. Laurent, et al. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits. *New Phytologist* 152(1): 69-83.

Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.

Gentry, A. H. (1982). Pattern of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. Págs. 116-194 *en*: S. Bullock, E. Medina & H. A. Mooney (eds.). *Tropical deciduous forest ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hodgson J.G., Montserrat-Martí G., CHARLES M., *et al.* Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? *Annals of Botany* 108: 1337–1345, 2011.

Hoekstra, J., T. Boucher, T. Ricketts y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23-29.

Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Holdridge, L. (1996). Ecología basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José de Costa Rica. 216 p.

IAVH. 1997. Instituto Alexander Von Humboldt. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Informe Nacional Sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia. M. Chávez & N. Arango (eds). Ministerio del Medio Ambiente- Naciones Unidas, Bogotá.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (1998). Bosque seco tropical. En: Chávez M. y N. Arango (Editores) Tomo 1 pp 56-71. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Bogotá: Ministerio Del Medio Ambiente.

Janzen, D.H. 1983. Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos* 41: 274-283.

Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:105-116.

Jørgensen, P. M., Ulloa-Ulloa, C., León, B., León-Yáñez, S., Beck, S. G., Nee, M., Zarucchi, J. L., Celis, M., Bernal, R. & Gradstein, R. (2011). Regional patterns of vascular plant diversity and endemism. En Herzog, S. K., Martínez, R., Jørgensen, P. M. (eds.). *Climate Change and Biodiversity in the Andes*. São José dos Campos: JAI and SCOPE. Pp.192-203.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into dependent alpha na beta components. *Ecology*, 88: 2427-2439.

Jaccard, P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaudoise Nat*, 44: 223-270.

Kleyer, M., R. M. Bekker. (2008). The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of the Northwest European flora. *Journal of Ecology* 96(6): 1266-1274.

Lozano, E.G. 1986. Comparación florística del Parque Nacional Natural Tayrona, la Guajira y la Macuira - Colombia, y Los Medanos de Coro - Venezuela. *Mutisia* 67: 1-26.

Lozano-Zambrano FH (ed). (2009). Herramientas de manejo para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR): Bogotá D.C, Colombia.

Mares, M.A. 1992. Neotropical mammals and the myth ofamazonian biodiversity. *Science*255:976-979.

Martínez, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias, p.191-240. In: A. Gómez & S. Del Amo (eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, II. Editorial Alambra Mexicana, Xalapa, Veracruz, México.

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

Mendoza-C., 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.

Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos, y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491–505.

Mooney, H., Bullock, H., & Medina, E. 1996. Introducción. Pp 1-6. En: Bullock, S. H., H. A. Mooney, E. Medina (Eds.) Seasonally dry tropical forests. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.

Mooney, H.A.; Cushman, J.H.; Medina, E.; Sala, O.E.; Schulze, E.D. (1997). Functional roles of biodiversity: a global perspective. John Willey and Sons. Nueva York. Pp 1-6.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol 1. Zaragoza, España.

Morisita, M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. . *Mem. Fac. Sci. Kyushu. Univ. Ser. E. Bio*, 3: 65-80.

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

Pérez-Harguindeguy N, Díaz S, Garnier E, *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*: 61; 167–234, 2013.

Piquera Y J, Ferroni L, Delescaille LM, *et al.* (2015). Response of plant functional traits during the restoration of calcareous grasslands from forest stands. *Ecological Indicators* 48: 408–416.

Poorter L., Bongers F. (2006). Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. *Ecology*, 87(7):1733-1743.

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

Quintero, A., & Amado, S. (2017). Análisis de rasgos funcionales asociados a la madera en tres tipos de bosques en Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tesis. Pags 78.

Rangel, J., & Velásquez, A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación, en J.O. Rangel, P.D. Lowey y Aguilar, M. Colombia Diversidad Biótica II. Bogotá.

Ratter, J. A., G. P. Askew, R. F. Montgomery, Y D. R. Gifford. 1978. Observations on the vegetation of Northern Mato Grosso. II. Forests and soils of the Rio Suia-Missu area. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 203:191–208.

Redford, K. H., A. Taber & LA. Simonetti. 1990. There is more to biodiversity than the tropical rain forest. Conservation Biology 4: 238-330.

Reich P.B, Ellsworth D.S., Walters M.B., *et al.* Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. Ecology, 80(6):1955-1969, 1999.

Roa, D., & Zuluaga, N. (2017). Curvas de crecimiento y análisis de rasgos funcionales de especies arbóreas y arbustivas del área de propagación vivero “la florida” jardín botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Tesis. Pags 52.

Rozo, M., & Sanchez, L. (2013). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical, en la vereda San Antonio municipio de Toledo, del Parque Nacional Natural Tama, Colombia. Universidad de Pamplona. Tesis. Pags. 82.

Rudell, T. K., Bates, D. & Machinguiashi, R. (2002). A tropical forest transition? agricultural change, out-migration, and secondary forest in the Ecuadorian Amazon. Annals of the Association of American Geographers.

Ruiz, J. (2015). Grupos funcionales de plantas con potencial para la restauración ecológica de manantiales de agua en la microcuenca de la Laguna de Pedro Palo y sus alrededores, Cundinamarca-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Tesis. Págs 123.

Sánchez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. Economía y Desarrollo.

Silva, V., Sierra, L. & León, M. (2016). Caracterización florística y estructural en bosques fragmentados del municipio de Gachetá, Cundinamarca habitados por el oso andino (*Tremarctos ornatus*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Tesis. Pags. 124.

Swenson, N. E. B. (2008). The relationship between stem and branch wood specific gravity and the ability of each measure to predict leaf area. *American Journal of Botany* 95(4): 516–519.

Vargas, R. O. 2011. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta biológica Colombiana*; ISSN 1900-1649 Ed: Universidad Nacional de Colombia v.16, Número 2, p. 221-246.

Vargas, R., Y E. B. Allen. 2008. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. *Global Change Biology* 14:109–124.

Westoby M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil* 199: 213-227, 1998.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213 - 251 p.

Wright I.J, Westoby M. Leaves at low versus high rainfall: coordination of structure, lifespan and physiology. *New Phytologist* 155: 403–416, 2002.

Wright I.J., Reich P.B, Westoby M, *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* (428):821-827, 2004.

Wright I.J, Ackerly D.D, Bongers F, *et. al.* Relationships Among Ecologically Important Dimensions of Plant Trait. Variation in Seven Neotropical Forests. *Annals of Botany* 99: 1003–1015, 2007.

## ANEXOS.

**Anexo A.** Fotografía de especies, bosque seco tropical, vereda San Pedro, Cucuta, Colombia.



<i>Eugenia biflora</i>
<b>Myrtaceae</b>



<i>Eugenia sp.1</i>
<b>Myrtaceae</b>



<i>Eugenia puniceifolia</i>
<b>Myrtaceae</b>



<i>Savia sessiliflora</i>
<b>Phyllanthaceae</b>





<i>Calliandra riparia</i>
<b>Fabaceae</b>



<i>Triplaris americana</i>
<b>Polygonaceae</b>



<i>Pouteria aff. caimito</i>
<b>Sapotaceae</b>



<i>Cocoloba padiformis</i>
<b>Polygonaceae</b>



<i>Croton caracasanus</i>
<b>Euphorbiaceae</b>



<i>Pereskia sp.</i>
<b>Cactaceae</b>





<i>Petrea pubescens</i>
Verbenaceae



<i>Petrea volibilis</i>
Verbenaceae



<i>Bauhinia glabra</i>
Fabaceae



<i>Trichilia tomentosa</i>
Meliaceae



<i>Myrcia</i> sp.
Myrtaceae



<i>Piptocoma discolor</i>
Asteraceae





*Solanum asperum*  
**Solanaceae**



*Croton croizatii*  
**Euphorbiaceae**



*Machaerium viobulatum*  
**Fabaceae**



*Morisonia americana*  
**Capparaceae**

**Anexo B.** Total de familias y especies encontradas en el fragmento de bosque seco tropical, en la vereda San Pedro, Cúcuta.

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>Astronium graveolens</i>
Annonaceae	<i>Duguetia</i>	<i>Duguetia lucida</i>
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>Aspidosperma cuspa</i>
Asteraceae	<i>Asteraceae indet.</i>	<i>Asteraceae indet.</i>
	<i>Piptocoma</i>	<i>Piptocoma discolor</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus ochraceus</i>
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i>
Cactaceae	<i>Pereskia</i>	<i>Pereskia sp</i>
Capparaceae	<i>Capparidastrum</i>	<i>Capparidastrum frondosum</i>
		<i>Capparidastrum pachaca</i>
	<i>Cynophalla</i>	<i>Cynophalla polyantha</i>
	<i>Morisonia</i>	<i>Morisonia americana</i>
Celastraceae	<i>Cheiloclinium</i>	<i>Cheiloclinium sp</i>
	<i>Maytenus</i>	<i>Maytenus cf. longipes</i>
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum novogranatense</i>
		<i>Erythroxylum sp</i>
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>Croton caracasanus</i>
		<i>Croton croizatii</i>
Fabaceae	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia glabra</i>
	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra riparia</i>
	<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium arboreum</i>
		<i>Machaerium biovulatum</i>
	<i>Peltogyne</i>	<i>Peltogyne paniculata</i>
<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i>	
Malpighiaceae	<i>Hiraea</i>	<i>Hiraea reclinata</i>
	<i>Malpighia</i>	<i>Malpighia glabra</i>
Malvaceae	<i>Helicteris</i>	<i>Helicteris baruensis</i>
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia tomentosa</i>
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia biflora</i>
		<i>Eugenia puniceifolia</i>
		<i>Eugenia sp1</i>
	<i>Eugenia sp2</i>	
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia sp</i>

Nyctaginaceae	<i>Guapira</i>	<i>Guapira costaricana</i>
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus sp</i>
Phytolaccaceae	<i>Seguiera</i>	<i>Seguiera americana</i>
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba padiformis</i>
	<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i>
Rubiaceae	<i>Chomelia</i>	<i>Chomelia sp</i>
	<i>Warszewiczia</i>	<i>Warszewiczia coccinea</i>
Rutaceae	<i>Amyris</i>	<i>Amyris sylvatica</i>
	<i>Esenbeckia</i>	<i>Esenbeckia pilocarpoides</i>
	<i>Helietta</i>	<i>Helietta plaeana</i>
Salicaceae	<i>Banara</i>	<i>Banara sp</i>
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria aff. caimito</i>
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum asperum</i>
		<i>Solanum hazenii</i>
Verbenaceae	<i>Petrea</i>	<i>Petrea pubescens</i>
		<i>Petrea volubilis</i>

**Anexo C.** Análisis de la estructura horizontal por especies, de los fragmentos del bosque seco tropical, en la vereda San Pedro, Cúcuta.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia %</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Dominancia %</b>	<b>IVI %</b>
<i>Phyllanthus sp</i>	18,732	29,1	27,990	55,445
<i>Eugenia sp1</i>	19,317	30,1	16,596	44,947
<i>Calliandra riparia</i>	13,561	27,0	8,970	30,631
<i>Eugenia biflora</i>	8,390	19,7	12,620	26,929
<i>Eugenia puniceifolia</i>	9,366	12,5	2,919	16,023
<i>Helietta plaeana</i>	3,415	19,7	4,786	14,119
<i>Machaerium arboreum</i>	3,220	13,5	2,759	10,028
<i>Eugenia sp2</i>	2,732	16,6	1,236	8,952
<i>Maytenus cf. longipes</i>	2,341	12,5	1,862	7,942
<i>Handroanthus ochraceus</i>	1,659	11,4	2,705	7,790
<i>Petrea volubilis</i>	2,146	12,5	0,569	6,454
<i>Astronium graveolens</i>	1,463	9,3	1,924	6,191
<i>Erythroxylum novogranatense</i>	1,268	9,3	1,592	5,664
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,585	6,2	2,981	5,435

<i>Aspidosperma cuspa</i>	1,268	10,4	1,003	5,386
<i>Croton caracasanus</i>	1,073	10,4	0,244	4,432
<i>Capparidastrum pachaca</i>	0,878	6,2	1,334	4,081
<i>Guapira costaricana</i>	0,585	6,2	1,566	4,021
<i>Amyris sylvatica</i>	0,683	5,2	0,059	2,299
<i>Cordia alliodora</i>	0,293	3,1	1,034	2,261
<i>Pouteria aff. caimito</i>	0,390	4,2	0,576	2,212
<i>Capparidastrum frondosum</i>	0,585	4,2	0,230	2,061
<i>Coccoloba padiformis</i>	0,390	4,2	0,215	1,852
<i>Erythroxylum spl</i>	0,488	3,1	0,393	1,815
<i>Cynophalla polyantha</i>	0,293	3,1	0,377	1,604
<i>Cheiloclinium sp</i>	0,293	3,1	0,317	1,544
<i>Banara sp</i>	0,195	2,1	0,656	1,474
<i>Hiraea reclinata</i>	0,390	3,1	0,139	1,464
<i>Myrcia sp</i>	0,390	3,1	0,079	1,403
<i>Peltogyne paniculata</i>	0,195	2,1	0,556	1,375
<i>Morisonia americana</i>	0,293	3,1	0,101	1,328
<i>Seguiera americana</i>	0,293	3,1	0,058	1,285
<i>Triplaris americana</i>	0,390	2,1	0,151	1,164
<i>Malpighia glabra</i>	0,293	2,1	0,036	0,952
<i>Asteraceae indet.</i>	0,195	2,1	0,122	0,940
<i>Piptocoma discolor</i>	0,195	2,1	0,107	0,925
<i>Chomelia sp</i>	0,293	1,0	0,300	0,905
<i>Bauhinia glabra</i>	0,195	2,1	0,066	0,884
<i>Warszewiczia coccinea</i>	0,195	2,1	0,026	0,844
<i>Petrea rugosa</i>	0,098	1,0	0,347	0,756
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,098	1,0	0,233	0,642
<i>Esenbeckia pilocarpoides</i>	0,195	1,0	0,012	0,519
<i>Duguetia lucida</i>	0,098	1,0	0,033	0,442
<i>Trichilia tomentosa</i>	0,098	1,0	0,030	0,439
<i>Pereskia sp</i>	0,098	1,0	0,027	0,436
<i>Croton croizatii</i>	0,098	1,0	0,025	0,434
<i>Solanum asperum</i>	0,098	1,0	0,021	0,430
<i>Helicteris baruensis</i>	0,098	1,0	0,013	0,422
<i>Solanum hazenii</i>	0,098	1,0	0,008	0,417

Anexo D. Prueba Shapiro – Wilks (distribución normal de los datos en cuanto a rasgos funcionales).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Área foliar (AF).	125	1237,49	915,96	0,92	<0,0001
CFMS.	125	669,57	527,10	0,21	<0,0001
Área foliar específica (AFE).	125	6,95	6,88	0,59	<0,0001
Densidad (DM).	125	0,85	0,05	0,88	<0,0001
Grosor (Gr).	125	0,24	0,09	0,93	<0,0001