

Demografía, hábitat y variabilidad en rasgos funcionales foliares de dos poblaciones de
Cavanillesia chicamochae (Fern. Alonso) en bosques secos tropicales

Gerardo Alfonso González Hormiga y David Alonso Castañeda Celis

Proyecto de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc Bosques y Conservación Ambiental

Codirector

Rony Alexander Ortiz Aponte

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia - IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2021

DEDICATORIA

A mis padres, todo lo que soy lo debo a ellos... esto es para ustedes.

A mis hermanos y sobrinos por estar siempre, son mi vida...

A Johanna por ser incondicional, gracias por tu apoyo DJ...

A mi querida, que se nos adelantó, gracias ELPI...

A Pablo Emilio mi viejo querido...

A Pedro y Aminta, ángeles que nos cuidan siempre...

Al viejo mate por su fiel compañía.

David Alonso Castañeda Celis.

A mi madre Luz Marina Hormiga, sin ella no sería la persona que soy ahora

y quien con todo su esfuerzo y apoyo incondicional fue

fundamental en mi formación profesional.

A mi padre Luis Alfonso González por ser mi ejemplo a seguir

y a mi futura esposa Laura Lizette Fino Vargas, quien me regaló a mi hija

que está por nacer Sara Lucia González Fino quienes ahora son fuerza e

inspiración para lograr todas

mis metas.

Gerardo Alfonso González Hormiga.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida por darme todo por lo que he luchado.

A todos los compañeros que estuvieron ahí, cuando lo necesitaba, sobre todo para las labores de campo, gracias por su apoyo.

A la señora Eddy y a sus niños, gracias por la ayuda en campo.

A los profesores Rony y Diego por orientar este importante trabajo.

A la UIS sede Málaga y a todos los profesores que hicieron parte de este proceso.

David Alonso Castañeda Celis.

A Dios por darnos la vida y permitirnos conocer la Ingeniería Forestal, poder admirar lo majestuoso que es la naturaleza y aprender de ella ya que es sabia y fuente de lógica.

A todos los compañeros que estuvieron activos y tuvieron la disposición de estar presentes y prestar su colaboración durante las arduas salidas de campo.

En General a todos los profesores de Ingeniería Forestal UIS Málaga por su excelente labor, por exigirnos académicamente y por compartir sus conocimientos siempre en pro de formar profesionales de calidad.

Gerardo Alfonso González Hormiga.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2. Marco referencial	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Marco teórico	16
2.2.1 Generalidades del bosque seco tropical	16
2.2.2 Especie de estudio: ceiba barrigona.....	17
3. Materiales y métodos	18
3.1 Área de estudio.....	18
3.2 Trabajo de campo	19
3.3 Densidad y estructura poblacional.....	20
3.4 Caracterización general del hábitat	20
3.4.1 Factores abióticos	20
3.4.2 Factores bióticos	21
3.4.3 Estado de las poblaciones	21
3.5 Toma de muestras para rasgos funcionales	22
3.6 Trabajo de laboratorio	22
3.7 Análisis de datos	23
3.7.1 Densidad y estructura poblacional.....	24
3.7.2 Caracterización general del hábitat.....	25
3.7.3 Determinación de rasgos funcionales	26
4. Resultados y discusión	27
4.1 Densidad y estructura poblacional.....	27
4.2 Caracterización general del hábitat	30

4.2.1 Factores abióticos	30
4.2.2 Factores bióticos	33
4.3 Estado de las poblaciones	35
4.4 Determinación de rasgos funcionales	39
5. Conclusiones	42
6. Recomendaciones	43
Referencias Bibliográficas	45
Apéndices	48

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	19
Figura 2. Distribución geográfica de las poblaciones de <i>C. chicamochae</i>	28
Figura 3. Evolución temporal de la lámina de precipitación en la zona de estudio.....	31
Figura 4. Flores de <i>C. chicamochae</i>	35
Figura 5. Frutos de <i>C. chicamochae</i> (Sámaras).	36
Figura 6. Estado de la fenología en el sector El Embudo, 25 de febrero de 2019.....	37
Figura 7. Estado de la fenología en el sector Cartagena, 25 de febrero de 2019.....	38

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Clases de edad definidas a partir de las alturas.....	24
Tabla 2. Clases de edad para el sector El Embudo.	29
Tabla 3. Clases de edad para el sector Cartagena.	30
Tabla 4. Análisis físico-químico del suelo para las dos poblaciones.....	32
Tabla 5. Familias con el mayor número de géneros y especies registrados.....	33
Tabla 6. Prueba Kolmogorov-Smirnov para evaluar el ajuste a la distribución normal de los rasgos funcionales de cada población	40
Tabla 7. Índice de correlación de Spearman (r_s) para cada comparación entre rasgos funcionales	41
Tabla 8. Índice de correlación de Pearson r para cada comparación entre rasgos funcionales	41

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Resultados Análisis de varianza (ANOVA) para cada rasgo funcional.	48
Apéndice B. Prueba de Levene para cada rasgo funcional.	49
Apéndice C. Ubicación de polígonos para la medición de áreas.	50
Apéndice D. Composición florística del sector El Embudo.	51
Apéndice E. Composición florística del sector Cartagena.	53
Apéndice F. Valores de IVI para el sector de El Embudo.	56
Apéndice G. Valores de IVI para el sector de Cartagena.	57
Apéndice H. Análisis de suelos para el sector El Embudo.	58
Apéndice I. Análisis de suelos para el sector Cartagena.	61
Apéndice J. Análisis foliares para los dos sectores.	64
Apéndice K. Registros fotográficos, actividades de Laboratorio.	65
Apéndice L. Registros fotográficos, actividades de campo.	66

Resumen

Título: Demografía, hábitat y variabilidad en rasgos funcionales foliares de dos poblaciones de *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso) en bosques secos tropicales*.

Autores: Gerardo Alfonso González Hormiga y David Alonso Castañeda Celis**

Palabras Claves: Bombacoideae, conservación, biodiversidad, servicios ecosistémicos

Descripción:

En Colombia, una de las pocas áreas que tiene presencia de bosques secos es el cañón del Río Chicamocha, en el departamento de Santander, donde se conocen importantes especies endémicas y amenazadas como el *Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso (ceiba barrigona), que se encuentra en peligro de extinción. Aportar información al conocimiento de poblaciones vegetales endémicas, es de vital importancia para la conservación de este tipo de ecosistemas en el futuro. Por esta razón, se realizó un diagnóstico en términos de estructura poblacional, rasgos funcionales, caracterización del hábitat y vegetación acompañante en dos poblaciones conocidas de la ceiba barrigona, ubicadas en la parte baja del río Guaca. Con base en observaciones y el reconocimiento del área, se determinó su distribución geográfica, hábitat, fenología y estado de conservación. Se recolectaron datos de altura y DAP para describir la estructura por edades. La vegetación acompañante se determinó a partir de información secundaria, mientras que para obtener datos de precipitación se instalaron tres pluviómetros artesanales. Se calculó la densidad poblacional y se recolectaron muestras foliares para la determinación de rasgos funcionales. Se registraron 275 individuos en total, la composición florística de la vegetación, y el contenido de nutrientes y pH del suelo presentaron diferencias entre ambas poblaciones. Finalmente, la precipitación presentó un comportamiento bimodal, con dos estaciones húmedas a lo largo del año. Nuestros resultados ayudarán a mejorar los esfuerzos de conservación tanto de la ceiba barrigona como de los ecosistemas de bosque seco del país.

* Proyecto de grado

** Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia – IPRED Programa de Ingeniería Forestal Director Diego Suescún Carvajal MSc Bosques y Conservación Ambiental Codirector Rony Alexander Ortiz Aponte Ingeniero Civil

Abstract

Title: Demography, habitat and variability in foliar functional ranks of two populations of *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso) in tropical dry forests*.

Authors: Gerardo Alfonso González Hormiga David Alonso Castañeda Celis.**

Keywords: Bombacoidae, conservation, biodiversity, ecosystem services.

Description:

In Colombia, one of the few areas with the presence of Tropical dry forests is the Chicamocha river canyon, in Santander-Colombia, where important endemic and threatened species such as the *Cavanillesia chicamochae* Fern Alonso (paunchy ceiba) which is in danger of extinction are known. Provide information to the knowledge of endemic plant populations is of vital importance for the conservation of this type of ecosystems in the future. Therefore, a diagnosis was made in terms of population structure, functional traits, habitat characterization and chaperone vegetation in two known populations of the paunchy ceiba located in the lower part of the Guaca River. Based on observations and recognition of the area, its geographic distribution, habitat, phenology and conservation status were determined. Height and Diameter at chest height data were collected to describe the age structure. The chaperone vegetation was determined from secondary information, while to obtain precipitation data, three artisan rain gauges were installed. The population density was calculated and foliar samples were collected to determine functional traits. A total of 275 individuals were registered, the floristic composition of the vegetation, the nutrient content and the soil pH displayed differences between both populations. Finally, the precipitation presented a bimodal behavior, with two wet seasons throughout the year. Our results will help to improve conservation efforts for both the paunchy ceiba and the dry forest ecosystems of the country.

* Proyecto de grado

** Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia – IPRED Programa de Ingeniería Forestal Director Diego Suescún Carvajal MSc Bosques y Conservación Ambiental Codirector Rony Alexander Ortiz Aponte Ingeniero Civil

Introducción

El cañón del Río Chicamocha en Colombia hace parte de las pocas regiones del país que dentro de sus áreas aún presentan relictos de bosque seco tropical (bs-T), este ecosistema es considerado uno de los bosques más degradados y amenazados de Colombia, ya que solo existe el 8% de su cobertura original (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014). El bosque seco es un ecosistema estratégico en términos de biodiversidad y se caracteriza por su alto grado de endemismo y especiación (Pennington et al., 2006).

Particularmente, el cañón del Río Chicamocha posee especies de gran interés para el estudio de la conservación, debido a la poca área de distribución y conocimiento limitados. Estudios recientes han descrito algunas especies que se encuentran gravemente amenazadas, como la especie arbórea *Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso (ceiba barrigona de la familia Malvaceae), que se encuentra en peligro de extinción a pesar de que constituye uno de los elementos más característicos del paisaje del cañón del Río Chicamocha y es una de las especies con distribución más restringida de este género que agrupa apenas cinco especies (Fernández-Alonso 2003). Actualmente, conocer los efectos que tiene la pérdida o adición de especies de flora y fauna en los ecosistemas, es cada vez más relevante debido a la actual acelerada tasa de extinción y los efectos negativos de la introducción de especies exóticas (Chapín et al. 2000; Dirzo et al. 2014). Con respecto a la introducción de especies exóticas, en la zona de estudio hay presencia de ganado caprino, que consume la corteza blanda de los troncos y las plántulas jóvenes de *C.*

chicamochae, lo que elimina su regeneración natural, convirtiéndose así en un problema. Además, el área presenta problemas ambientales de tipo global como el cambio climático.

El presente estudio se realizó con el fin de demostrar la importancia que tienen estas poblaciones en los relictos de bosque donde están presentes y el ecosistema en general, se relacionaron rasgos funcionales foliares de las dos poblaciones de *C. chicamochae* con variables meteorológicas como la precipitación, y con variables edáficas como el contenido de nutrientes en el suelo, se presentan también resultados sobre su estructura poblacional y distribución actual. Los resultados generados aportarán al conocimiento de especies endémicas presentes en ecosistemas estratégicos y servirán como herramienta de análisis en la toma de decisiones en cuanto a los mecanismos y estrategias de conservación de la flora asociada al bosque seco.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Comparar parámetros de la demografía, el hábitat y la variabilidad en rasgos funcionales foliares de dos poblaciones de *C. chicamochae* en bosques secos tropicales de la parte baja del Río Guaca.

1.2 Objetivos específicos

Realizar una descripción de la densidad y la estructura poblacional por edades de *C. chicamochae* en las poblaciones de estudio.

Caracterizar el hábitat de las dos poblaciones, al tener en cuenta factores bióticos y abióticos que incidan en la reproducción, crecimiento y supervivencia de la especie.

Realizar la medición de rasgos funcionales foliares específicos, entre ellos, Área foliar, Área foliar específica, Nitrógeno foliar y Contenido foliar de materia seca, en las dos poblaciones de *C. chicamochae*.

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Se evaluaron las condiciones de hábitat de *C. chicamochae* y la distribución geográfica de la especie en las veredas de Pescadero y Chocoa de los municipios de Piedecuesta y Girón respectivamente, se caracterizó la vegetación acompañante y se evaluaron las perturbaciones y factores de amenaza. Se censaron 256 individuos entre los 230 y 1100 m de altitud y se establecieron cinco clases de edad siendo las mejor representadas las plántulas con 118 individuos (46,1%), seguida de los adultos 1, con 70 (27,34%), el periodo reproductivo es anual, va desde finales de noviembre hasta inicios de marzo. La vegetación acompañante se encuentra representada por 100 especies, 86 géneros y 40 familias. El área está sujeta a cuatro agentes de alteración (ganadería caprina, establecimiento de cultivos, inestabilidad del terreno e incremento en la extracción de plantas por coleccionistas (Díaz et al., 2011).

Como resultados se lograron a nivel de dendrometría factor de forma, diámetros, alturas, proyección de copas, estado fenológico entre otros y a nivel de epidometría (masa forestal) se obtuvieron los resultados del inventario como es el análisis estructural, expansión horizontal, perfil idealizado y la composición florística de especies asociadas, lo cual lleva a un conocimiento de la biodiversidad y geometría del bosque como ecosistema de referencia para futuros proyectos de restauración. Los Relictos de *C. chicamochae* están conformados por 51 especies distribuidas en 30 familias, el factor de forma es de 0,46 lo que indica que el volumen real de un árbol es 46%. Se

demuestra también que la dinámica de vegetación cambia en composición y estructura debido a los procesos de alteración natural en el caso de los deslizamientos y antrópica como la ganadería caprina (Rodríguez y Suarez, 2015).

En la vegetación de la cuenca media del cañón del río Chicamocha (Cepitá y Pescadero) entre 500 y 1170 m, se diferenció la alianza *Gyrocarpo americanus-Prosopion juliflorae*, que se establece en sitios con suelos superficiales, en pendientes desde suaves hasta muy pronunciadas (5 a 45° de inclinación) y también en las orillas de las quebradas. Comprende las asociaciones *Stemmadenia grandiflorae-Rauwolfia tetraphylla*, *Ayenia magna-Casearia tremula*, *Gyrocarpo americanus-Cedrela odorata* y *Capraria biflora-Prosopium juliflorae*. También se encuentra la vegetación de la alianza *Haematoxylum brasiletto-Cordia curassavica* que arraiga sobre laderas con pendientes de 5 a 45°, en suelos pedregosos e incluye las asociaciones *Blechnum brownei-Heliotropium fruticosum*; *Melochia mollis-Randium aculeata*, *Mammillaria columbiana-Pilosocereus santanderensis*, y *Melocactus pescaderensis-Jatropha gossypifolia*. El tipo fisionómico dominante en la región es el matorral, aunque se presentan algunos tipos de vegetación boscosa (Albesiano et al., 2003).

En los municipios de Cepitá y Piedecuesta, entre los 500 y los 1170 m. s. n. m, en la parte de la cuenca media del cañón del río Chicamocha, el tipo fisionómico dominante es el matorral, pero también hay presencia de algunos tipos de vegetación boscosa cerca de los cursos de agua. Se midieron parámetros de altura, coberturas y diámetro a la altura del pecho (DAP). En los resultados son muy escasos los individuos con DAP superior a 8 cm. Entre el periodo de 1960-1990 se presentaron cambios en la cobertura vegetal, debido a las actividades antrópicas presentadas en la zona como construcción de obras civiles y vías de comunicación, pero principalmente por el sobrepastoreo extensivo de ganado caprino (Albesiano y Rangel, 2006).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Generalidades del bosque seco tropical

Es un bosque con una elevación igual o menor a 1000 m s. n. m., temperatura media anual entre 17° y 35° C, precipitación media anual entre 700 y 2000 mm y la presencia de uno o dos períodos marcados de sequía al año. La principal característica del bosque seco, está definida por presentar al menos una estación de sequía al año (precipitación ≤ 100 mm) procedida de un déficit hídrico en el suelo con consecuencias en la funcionalidad de la vegetación (Murphy & Lugo 1986; Villanueva et al., 2015).

A su vez, la vegetación se caracteriza por una cobertura boscosa continua y por la pérdida total o parcial del follaje durante las épocas secas cada año (Humboldt, 1998). En Colombia una de las áreas más relevantes de bosque seco, es el cañón del Río Chicamocha. Albesiano y Rangel (2006), en su trabajo determinaron que el tipo fisionómico dominante es el matorral, aunque se encuentran algunos tipos de vegetación boscosa cerca de los cursos de agua, además que la mayoría de los individuos se reúnen en pequeños grupos. El bosque seco se caracteriza por ser una cobertura vegetal conformada, entre otros, por árboles deciduos, donde al menos el 50% de las especies presentes son tolerantes a la sequía (Pizano y García, 2014).

2.2.2 *Especie de estudio: ceiba barrigona*

La ceiba barrigona es un árbol endémico del cañón del Río Chicamocha y es una especie recientemente descrita y que fue ascendida a la categoría “En Peligro” (EN), debido al deterioro de sus poblaciones, lo cual indica que la especie enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre y en un futuro cercano (Díaz, Puerto y Fernández, 2011). La ceiba barrigona es una especie con distribución restringida, encontrándose únicamente en la cuenca media del cañón del Río Chicamocha y en algunas laderas de los afluentes que lo irrigan como los ríos Umpalá, Manco y Guaca, en los municipios de Cepitá, Guaca, Girón, Jordán, Los Santos, Piedecuesta y Zapatoca, en el departamento de Santander (Díaz et al., 2011).

Posee un hábito arbóreo, de 4 a 8 m de altura, presenta un tronco fusiforme muy grueso en la base con valores mayores a un metro de diámetro en los individuos más viejos. Presenta raíces expuestas a modo de pequeños zancos que anclan el tronco a las pendientes; la copa generalmente es pequeña y plana o flexionada hacia la base y extendida hacia la pendiente. Las hojas se presentan densamente agrupadas en el ápice de las ramas. Las flores presentan sépalos verdes y pétalos crema con ápice rojo. El fruto presenta forma de sámara con parte central fusiforme, parda y con seis alas amplias, generalmente con una semilla central fusiforme aguda (Díaz et al., 2011).

3. Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

El estudio fue desarrollado, para la fase de campo, en la parte baja del río Guaca, entre los 700 y 1000 m s. n. m. en los sectores conocidos como El Embudo (700 m s. n. m.) y Cartagena (1000 m s. n. m.), en zonas rurales de los municipios de San Andrés y Cepitá, ambos territorios ubicados en el departamento de Santander, Colombia. Esta zona está ubicada entre las coordenadas $6^{\circ}41'56''\text{N}$, $72^{\circ}54'60''\text{W}$ y $6^{\circ}42'40''\text{N}$, $72^{\circ}52'30''\text{W}$, en el Cañón del Río Chicamocha, como se puede observar en la Figura 1.

El trabajo de campo consistió en la recolección de muestras para el análisis de rasgos funcionales, toma de datos demográficos (variables dasométricas de los árboles y coordenadas con GPS), la caracterización del hábitat, la recolección de datos en los pluviómetros, así como muestras de suelos para análisis fisicoquímicos. Los análisis de laboratorio y los procesamientos de datos se desarrollaron en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga.

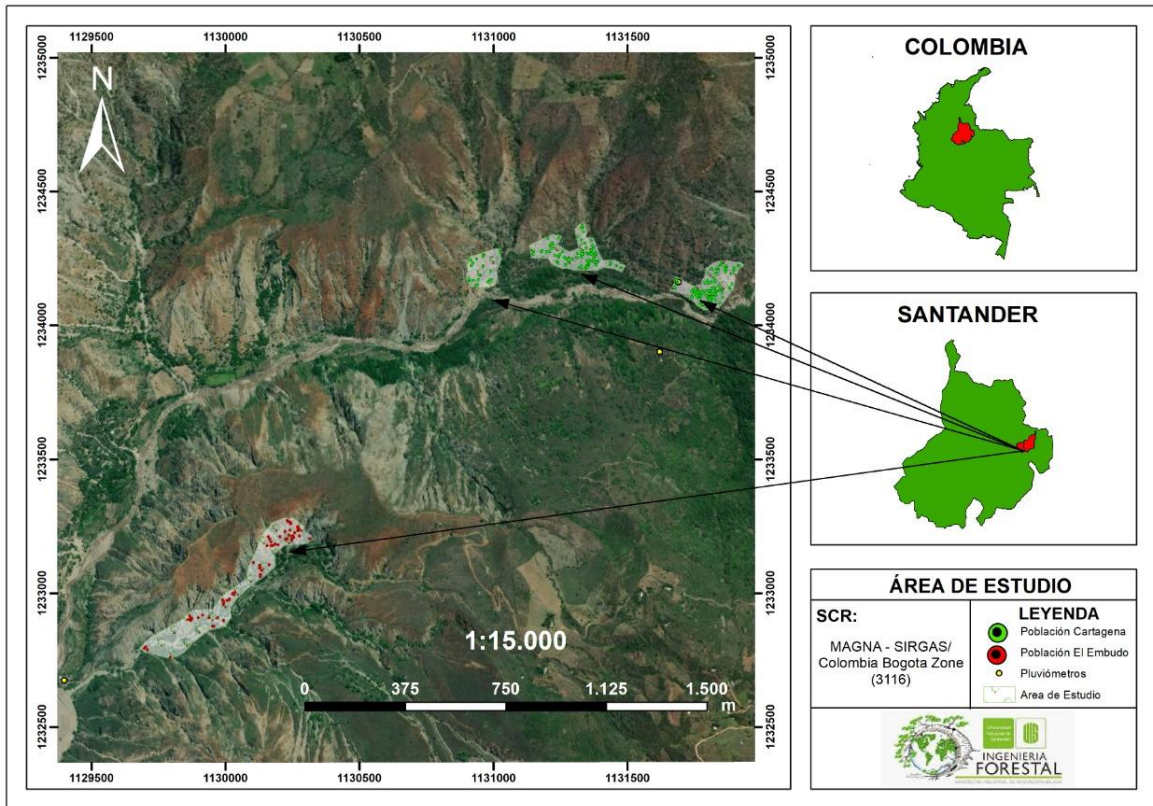


Figura 1.

Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.2 Trabajo de campo

Para realizar el trabajo de campo del presente estudio, se realizaron 12 salidas con una duración mínima de tres días cada una, entre los meses de noviembre de 2018 y septiembre de 2020 en las zonas mencionadas con el fin de obtener los muestreos y datos necesarios para la realización del estudio. Cabe aclarar que, las condiciones muy quebradas del terreno impidieron la llegada a pequeños sectores.

3.3 Densidad y estructura poblacional

Se realizaron recorridos en el área de estudio de las dos poblaciones, con el fin de localizar los individuos presentes de *C. chicamochae*, cada árbol fue marcado con un esmalte para su posterior reconocimiento. De igual manera, se tomaron puntos con la ayuda del GPS para realizar la georreferenciación de cada uno de los individuos y se registraron datos de alturas y DAP de una muestra de ellos para su posterior análisis.

3.4 Caracterización general del hábitat

Para describir el hábitat de las poblaciones se utilizaron parámetros bióticos como la composición y estructura de la vegetación, y parámetros abióticos como variables del suelo y magnitud de la precipitación. Todos estos factores fueron evaluados con el fin de analizar diferencias entre las dos poblaciones, en términos de hábitat, fenología y estado de conservación.

3.4.1 Factores abióticos

Precipitación: Para evaluar la precipitación, fueron construidos tres pluviómetros de forma artesanal, que posteriormente se instalaron en cada población, y uno de ellos en un sector intermedio conocido como la Habana (El Embudo: pluviómetro 1; La Habana: pluviómetro 2; Cartagena: pluviómetro 3). Estos pluviómetros fueron instalados en el mes de noviembre de 2018 y monitoreados mensualmente para recolectar los datos de precipitación. La primera medición se

realizó en el mes de diciembre de 2018 y la última en septiembre de 2019, con la finalidad de obtener una base de datos específica para cada zona, que permita realizar comparaciones entre las condiciones ambientales que presentan las poblaciones.

Suelos: Se siguieron las indicaciones de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) para la recolección de muestras de suelos por el método en zig-zag. Para lograr una muestra compuesta de 1 kg de suelo, se tomaron 15 submuestras a lo largo y ancho del terreno de cada sitio, estas fueron mezcladas en un balde. La recolección de estas muestras fue realizada en el mes de septiembre de 2020. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos Agrosoil Lab, ubicado en el municipio de Soacha, Cundinamarca para la determinación de contenido de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na, Al, Fe, Cu, Mn, Zn, B, S, materia orgánica, pH, y textura).

3.4.2 Factores bióticos

Vegetación acompañante: Para la caracterización de la vegetación acompañante en lo que se refiere a la composición florística (especies y familias), índice valor de importancia (IVI) e índice de betadiversidad de Jaccard, se recopiló la información suministrada por (Rodríguez y Suárez, 2015).

3.4.3 Estado de las poblaciones

La información fenológica se basó en observaciones de campo y se complementó con la bibliografía existente. Para evaluar el estado de conservación del hábitat se tomaron datos

descriptivos de aspectos como: presencia y/o ausencia de ganadería caprina, cultivos, vías de asentamientos y suelo.

3.5 Toma de muestras para rasgos funcionales

Para la medición de los rasgos funcionales foliares se evaluaron individuos correspondientes al 10% del total de cada población, individuos adultos que tuvieran un DAP mayor a 30 cm, con las mismas condiciones topográficas (pendiente entre el 30% y el 70%) y de iluminación. Los individuos evaluados tuvieron una separación de al menos 50 m de distancia. A cada individuo se le cortaron 12 hojas al azar donde se eligieron las hojas más jóvenes y de la parte alta de las copas de los individuos objeto de la muestra, las cuales debían estar totalmente expandidas y sin daños de herbívoros o patógenos. El material colectado correspondió a la parte de la copa con máxima exposición a la luz, y la recolección se llevó a cabo de 8 a 11 a. m. Las muestras se almacenaron en bolsas plásticas herméticas con papel periódico húmedo debidamente hidratadas y codificadas.

Los rasgos medidos en este estudio fueron: Área foliar (AF) en cm^2 , Área foliar específica (AFE) en cm^2/g , Nitrógeno foliar (N foliar) en % y Contenido foliar de materia seca (CFMS) en mg/g .

3.6 Trabajo de laboratorio

Las muestras foliares, fueron transportadas al laboratorio de Biología de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, donde se rehidrataron en agua destilada para realizar la

medición de área foliar y masa fresca, la medición de la materia fresca de la hoja se realizó con una balanza analítica de precisión de 1 mg, aproximadamente. El cálculo del área foliar se realizó con la aplicación ImageJ, software utilizado para el procesamiento de imágenes digitales, con la previa realización de la toma de imágenes con la aplicación Cam Scanner para su digitalización. Después de realizadas las mediciones, todas las hojas se sometieron a secado en horno durante 48 horas a 70 grados centígrados para la medición de la masa seca, esta medición de la masa seca de la hoja se realizó con una balanza analítica de precisión de 1 mg, aproximadamente. Los rasgos funcionales derivados como área foliar específica y contenido de materia seca, se estimaron con Microsoft Excel 2010. Para la evaluación de los rasgos funcionales se consideró como objeto de estudio sólo la lámina foliar; por lo tanto, el peciolo fue eliminado. Todos estos procedimientos fueron realizados siguiendo la metodología propuesta por (Salgado-Negret, 2016).

Posteriormente, con la previa realización de las medidas, las muestras foliares secadas al horno, fueron enviadas al Laboratorio de Reconversión Ganadera y Agroforestal de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, para la determinación de contenido de Nitrógeno foliar.

3.7 Análisis de datos

Se describen a continuación los procedimientos realizados en cada ítem para el procesamiento de datos y la obtención de los resultados.

3.7.1 Densidad y estructura poblacional

Densidad: Mediante el programa Google Earth, se estimó el área total sobre la cual se encuentran las poblaciones para luego con estos datos calcular la densidad poblacional. Los datos de área de distribución fueron usados junto con el número total de individuos registrados para determinar la densidad poblacional, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Poblacional} = \text{número de individuos} / \text{área (ha)}.$$

(Müller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Estructura poblacional: Para conocer el número de clases reproductivas o subdivisiones (plántula, juvenil y adulto), se realizó una modificación de la fórmula de Rangel & Velásquez (1997), el número de intervalos (clases) obtenidos, se consideró muy grande, de tal forma que se redujo a la mitad y se duplicó la amplitud en cada clase. Con base en los datos obtenidos, se establecieron cinco clases de edad, donde se clasificaron los individuos según el valor de su altura, así: plántula, juvenil y adultos en tipos (adulto1, adulto 2 y adulto 3), ver Tabla 1.

Tabla 1.

Clases de edad definidas a partir de las alturas.

Clase de edad	Rango (m)
Plántulas	0,10-2,30
Juvenil	2,40-4,45
Adulto 1	4,46-6,57
Adulto 2	6,58-8,69
Adulto 3	8,70-11,87

La estructura poblacional se comparó descriptivamente, en base a estudios realizados previamente en bosques secos tropicales.

3.7.2 Caracterización general del hábitat

Factores abióticos

Para calcular la lámina de precipitación se tuvo en cuenta los siguientes conceptos y procesos. La unidad de medida de la precipitación, es el volumen de agua recogido a través de una superficie horizontal dividido por el área de dicha superficie. Si se utiliza como unidad de volumen el litro (L) y para la superficie el metro cuadrado (m^2), se tiene que la unidad de precipitación es L/m^2 . Sin embargo, también el dato de precipitación se puede encontrar en milímetros (mm), que es la altura sobre el suelo que alcanzaría la precipitación caída.

Estas unidades son equivalentes si se tiene en cuenta que un milímetro de altura sobre una superficie de un metro cuadrado ocupa un volumen de un litro. Es decir, $1 L = 1 mm \times 1 m^2$, de donde $1 mm = 1 L/m^2$. Al tener en cuenta esto, se realizaron los cálculos para las mediciones, primero se calculó el área de la superficie de entrada de agua del cual se conocía el valor de su diámetro que fue de 22,5 cm y mediante la fórmula del área de un círculo así:

$$\text{Área del círculo: } A = \pi r^2$$

donde r: radio del círculo.

$$A = \pi(11,25cm)^2 \quad A = 397,61 cm^2 \quad A = 0,03976100 m^2$$

Al obtener el área de la superficie de entrada, se aplicó la siguiente fórmula para obtener datos de precipitación en L/m^2 o mm , en la ecuación se presentan datos reales, obtenidos en la primera medición para el pluviómetro 3, ubicado en el sector Cartagena.

$$\text{Medición del pluviómetro: } \frac{0,73 L}{0,03976100 m^2} = 18,35 L/m^2 \text{ o } 18,35 mm$$

De la misma manera se realizaron los cálculos para todas las mediciones y, mediante el programa Microsoft Excel (2010), se elaboró un gráfico que permitiera realizar una interpretación de esta variable. Para la parte de análisis foliares, la metodología utilizada en el laboratorio incluyó las pruebas de detección de conductividad térmica para contenidos de Nitrógeno y Absorción infrarroja para Hidrógeno y Carbono.

Factores bióticos

El IVI se calculó para cada especie a partir de la suma de la Abundancia, frecuencia y dominancia relativa. Con este índice es posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. De igual manera se comparó la similitud entre las poblaciones mediante el Índice de Jaccard (I_j), que se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$I_j: j/a + b - j$$

dónde: a: número de especies en la población A

b: número de especies en la población B

j: número de especies compartidas

3.7.3 Determinación de rasgos funcionales

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar el ajuste de la distribución normal de los rasgos funcionales en cada población y la prueba de Levene para determinar si existe

homogeneidad de varianzas para cada rasgo funcional entre las poblaciones, se evaluó el nivel de significancia mediante pruebas de hipótesis y se realizaron correlaciones entre los rasgos funcionales de Área foliar, Área foliar específica y Contenido foliar de materia seca, para evaluar el nivel de asociación existente entre ellos, para este proceso se tuvo en cuenta las condiciones de cada población con el fin de poder aplicar los índices de correlación de forma correcta. Finalmente, se realizó un análisis factorial o análisis de varianza (ANOVA), para determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las poblaciones para los rasgos funcionales ya mencionados. Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico R.

4. Resultados y discusión

4.1 Densidad y estructura poblacional

En la zona de estudio se localizaron 275 individuos en total para las dos poblaciones de la especie *C. chicamochae*; en el sector Cartagena se registraron 203 individuos mientras que en El Embudo fueron 72. El área aproximada para Cartagena fue de 11,9 ha y la densidad poblacional calculada fue de 17 individuos/ha. La población de El Embudo se distribuye en un área aproximada de 6 ha, y la densidad estimada fue de 12 individuos/ha, (Figura 2). Esta información concuerda con los estudios de (Díaz et al., 2011) donde encontraron densidades de 15 individuos/ ha.

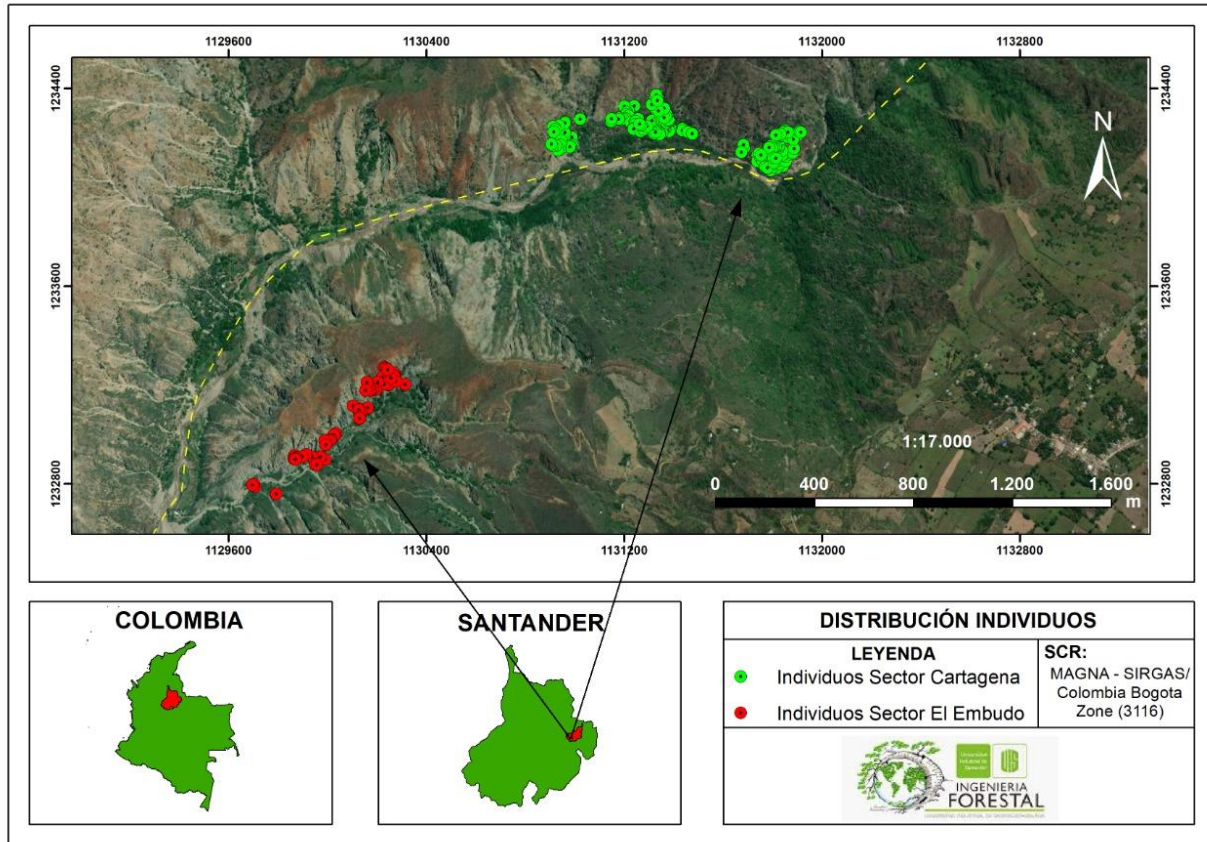


Figura 2.

Distribución geográfica de las poblaciones de C. chicamochae.

Para la estructura poblacional por edades, en el sector El Embudo se encontró que el adulto 1 presenta el mayor porcentaje (44,44 %) y las clases, juvenil y plántulas presentan porcentajes menores y de valores iguales entre ellos (22,22%), la clase adulto 3 tuvo un valor menor (11,11%) y la clase adulto 2 no presentó individuos, esta información se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.*Clases de edad para el sector El Embudo.*

CLASE DE EDAD CLASE	RANGO (m)	Nº INDIVIDUOS	%
Plántulas	0,10-2,30	2	22,22
Juvenil	2,40-4,45	2	22,22
Adulto 1	4,46-6,57	4	44,44
Adulto 2	6,58-8,69	--	--
Adulto 3	8,70-11,87	1	11,11

Los valores encontrados concuerdan con los estudios realizados por (Díaz et al., 2011), al sugerir que el descenso del número de individuos en los adultos 2 y 3, se explica por el peso de la planta, pues a medida que incrementa su tamaño, existe un mayor riesgo de desprendimiento por la inestabilidad del terreno, las fuertes pendientes y las constantes alteraciones del suelo, ya que los individuos se encuentran en una zona que corresponde a depósitos aluviales ubicados en la quebrada El Guácimo, lo que se conoce como el sector El Boquerón. Por otra parte, el bajo número de juveniles encontrado, podría explicarse como consecuencia de las labores antrópicas mencionadas por Albesiano y Rangel (2006), en lo que se refiera a los efectos sufridos en el ecosistema a causa del sobrepastoreo y labores como la extracción de madera, construcción de viviendas y vías de acceso en la cuenca media del cañón del Río Chicamocha entre el periodo 1960-1990.

En la Tabla 3, se observa que para el sector Cartagena la clase que obtuvo mejor representatividad fue adulto 2 (45%), seguida del juvenil (25%), luego el adulto 1 (20%), y finalmente las plántulas y el adulto 3 (5%).

Tabla 3.*Clases de edad para el sector Cartagena.*

CLASE DE EDAD CLASE	RANGO (m)	N° INDIVIDUOS	%
Plántulas	0,10-2,30	1	5
Juvenil	2,40-4,45	5	25
Adulto 1	4,46-6,57	4	20
Adulto 2	6,58-8,69	9	45
Adulto 3	8,70-11,87	1	5

A diferencia del sector El Embudo, en este sector los individuos adultos de clase 2 presentan valores mayores; lo que explicaría dicho comportamiento, es que los individuos más grandes y mejor conservados se encuentran en zonas con escasa pendiente y con poca amenaza por alteraciones del suelo, además, cabe resaltar que es una zona de ladera un poco más estable, lo anterior basados en observaciones recientes realizadas en este estudio.

4.2 Caracterización general del hábitat

4.2.1 Factores abióticos

Precipitación: La precipitación de la zona presenta un comportamiento bimodal, presentándose dos estaciones lluviosas a lo largo del año, la primera desde principios de marzo hasta mediados de mayo, y la segunda desde principio de junio hasta mediados de agosto, hay que resaltar que este factor se encuentra directamente afectado por la ubicación del país en una Zona de Convergencia Intertropical, lo que permite que asciendan constantemente corrientes de aire

cálido y húmedo desde el Valle del Río Magdalena que pueden influenciar la temperatura y la precipitación del lugar. La precipitación para el sector Cartagena presentó valores más altos, lo que podría estar relacionado con una mayor altitud para la zona y que a su vez representa un menor déficit hídrico para los individuos, factor que se vería reflejado en valores más altos de áreas foliares.

Los valores más altos de precipitación se presentaron en el mes de mayo, con un valor promedio de 140,02 mm para las tres zonas evaluadas, mientras que enero fue el mes más seco con un valor promedio de 9,18 mm, los datos se presentan en la Figura 3.

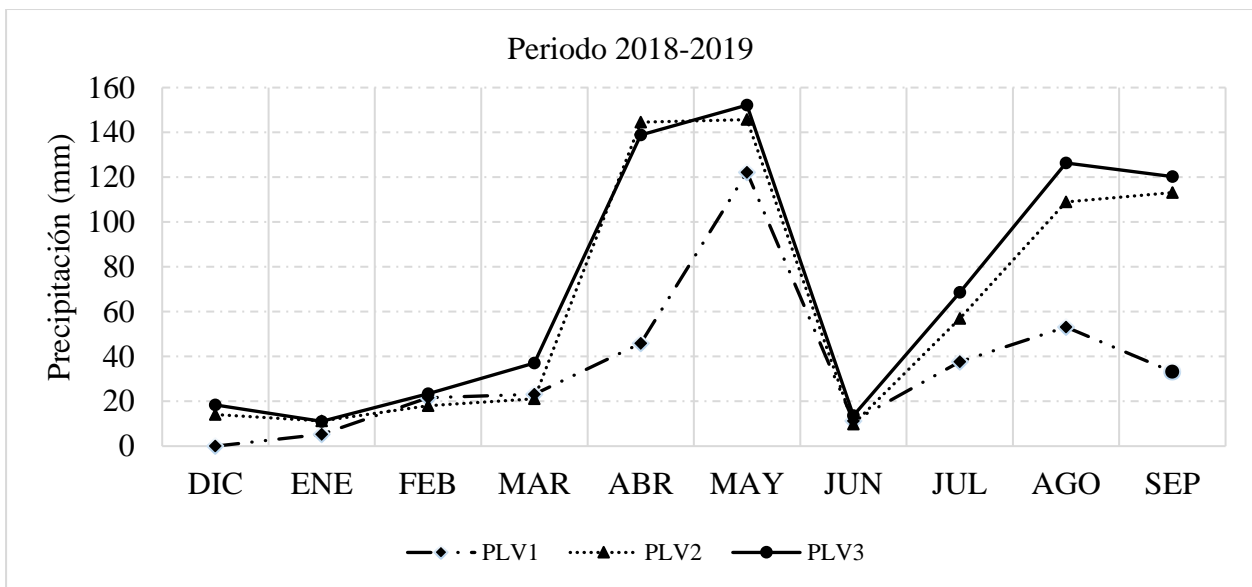


Figura 3.

Evolución temporal de la lámina de precipitación en la zona de estudio.

Suelos: Los resultados del análisis físico-químico mostraron ciertas diferencias en la disponibilidad de nutrientes en cada población, se observó una mayor disponibilidad de nutrientes en los suelos del sector Cartagena. Se observaron suelos medianamente básicos en los dos sectores, presentándose una diferencia pequeña en sus valores de pH, el tipo de suelo fue arenoso franco en

los dos sitios y se observó similitud en el contenido de arena, limo, arcilla, indicando que las poblaciones comparten la misma textura del suelo, el contenido de Nitrógeno fue mayor para el sector Cartagena, lo que se vería reflejado en los contenidos de N foliar, la materia orgánica fue más deficiente en el sector El Embudo. Tabla 4.

Tabla 4.

Análisis físico-químico del suelo para las dos poblaciones

Variable	Cartagena	El Embudo
Tipo de suelo	Arenoso franco	Arenoso franco
	% Arena	65
	% Limo	25
	% Arcilla	10
pH	7,46	8,75
MO	2,57	0,60
Fósforo (P)	56,41	31,31
Calcio (Ca)	11,00	14,13
Magnesio (Mg)	1,43	0,97
Potasio (K)	0,24	0,32
Aluminio (Al)	-	-
Cobre (Cu)	0,80	0,82
Zinc (Zn)	0,63	0,31
Hierro (Fe)	7,23	4,96
Manganeso (Mn)	2,26	2,33
Boro (B)	0,62	0,43
Sodio (Na)	0,04	0,09

Variable	Cartagena	El Embudo
Altitud (m s. n. m.)	924	701
Nitrógeno total (%)	0,13	0,03
Nitrógeno disponible (mg/kg)	37,37	8,70

4.2.2 Factores bióticos

Vegetación acompañante: La composición florística del sector de El Embudo comprende 24 especies distribuidas 19 familias en los diferentes estratos, esta zona está sujeta a alteraciones del suelo ya que corresponde a depósitos aluviales, por su origen sedimentario (Apéndice D). Por otro lado, la composición florística del sector Cartagena comprende 41 especies distribuidas 25 familias en los diferentes estratos, lo cual demuestra la gran biodiversidad de especies encontradas y una marcada diferencia con respecto de El Embudo (Apéndice E), esta información fue tomada de (Rodríguez y Suarez, 2015). Posteriormente, Se recopiló la siguiente información del estudio realizado por (Díaz et al., 2011), donde se presentan las familias más comunes que acompañan la especie de estudio (Tabla 5), con el fin de comparar la vegetación acompañante registrada en los dos estudios mencionados

Tabla 5.

Familias con el mayor número de géneros y especies registrados.

Familia	Número de Géneros/Especies
Malvaceae	10/11
Fabaceae	10/10
Poaceae	6/8

Familia	Número de Géneros/Especies
Cactaceae	5/8
Asteraceae	6/6
Verbenaceae	3/5
Euphorbiaceae	4/4
Convolvulaceae	1/4
Boraginaceae	3/4
Burseraceae	1/4
Rubiaceae	3/3
Bromeliaceae	2/3

El estudio de Díaz et al. (2011), se realizó en condiciones muy similares, ya que fueron evaluados relictos de bosque de la cuenca media del cañón del Río Chicamocha en la vereda Chocoa de girón a 230 m s. n. m. y Pescadero de Piedecuesta a los 1100 m s. n. m., donde la temperatura promedio anual es de 25, 4 C y la precipitación es de 731 mm anuales. El presente estudio fue realizado entre los 700 y 1000 m s. n. m. En comparación con el estudio de Díaz et al. (2011), se encontró una gran semejanza en las familias que acompañan a *C. chicamochae*, donde predominan las familias Malvaceae, Fabaceae, Cactaceae, Burseraceae y Euphorbiaceae en los sitios de estudio.

La especie que presentó un valor más alto en el IVI para los dos sectores fue *C. chicamochae*, lo que demuestra el gran peso ecológico que tiene esta especie en el ecosistema. (Ver Apéndices F y G). El índice de beta diversidad de Jaccard fue de 0,274; lo que representa una baja similitud florística encontrada. La baja semejanza florística entre las localidades de El Embudo y Cartagena, medida a través del índice de Jaccard, puede ser un indicativo de condiciones ambientales diferentes (Sánchez et al., 2005). Lo anterior, es consistente con las

condiciones de hábitat encontradas en este estudio, pues sugieren una mejor disponibilidad de recursos para el sector Cartagena.

4.3 Estado de las poblaciones

La fenología de la especie, presenta un periodo reproductivo anual que inicia a finales de noviembre cuando empiezan un amarillamiento de las hojas y luego una defoliación total, en seguida comienza un crecimiento de yemas terminales. Luego, a mediados de enero inicia el periodo de floración, donde se abren y expanden los pétalos de color crema, es ahí donde comienza la visita de polinizadores y al parecer cuando ya están fecundadas cambian su tono a un color rosa y caen (Figura 4).



Figura 4.

Flores de C. chicamocha.

En los meses siguientes entre enero y marzo, se da la fructificación, se observan los árboles con cantidades de sámaras, que al principio son de un color rojizo y terminan con un tono marrón. Estos frutos (Figura 5), son los que finalmente son dispersados por el viento a las zonas cercanas al árbol, algunos caen entre las rocas y en los mismos árboles, lo que los mantiene a salvo del ganado caprino. Luego, aparecen hojas de nuevo que son las que permanecen en el árbol durante los próximos meses para recomenzar el ciclo. Lo anterior, concuerda con la información recopilada en el estudio realizado por (Díaz et al., 2011) en los municipios de Girón y Piedecuesta.



Figura 5.

Frutos de C. chicamochae (Sámaras).

La fenología de la especie presentó una diferencia notable en sus tiempos de desarrollo, pues en el sector Cartagena se encontraban los individuos con frutos desarrollados, mientras al mismo tiempo los individuos del sector El Embudo apenas estaban empezando a desarrollarlos; estos estados pueden estar influenciados por factores en los que se encontraron diferencias, como en la precipitación o en la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Figuras 6 y 7).



Figura 6.

Estado de la fenología en el sector El Embudo, 25 de febrero de 2019.



Figura 7.

Estado de la fenología en el sector Cartagena, 25 de febrero de 2019.

El estado de las poblaciones en términos generales, presenta situaciones muy particulares, hay presencia de ganado caprino en las zonas con mayores pendientes, la mayor parte del año se presenta déficit hídrico, lo que limita la existencia de cultivos solo a las partes más altas de las gargantas de los enclaves subxerofíticos del cañón, los suelos son muy inestables y sufren movimientos de masa con frecuencia, lo que indudablemente afecta a las dos poblaciones.

4.4 Determinación de rasgos funcionales

Los resultados del Análisis de la varianza (ANOVA) entre las poblaciones, mostraron que hay una diferencia estadísticamente significativa (p -valor $< 0,05$) en las medias de los rasgos funcionales de Área foliar ($p=0,0033$) y Contenido foliar de materia seca ($p=0,000000038$), mientras que, para el rasgo funcional de Área foliar específica, se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p=0,427$), se rechazó la hipótesis nula (Apéndice A). El Área foliar presentó valores más grandes en la población de Cartagena, mientras que en el sector El Embudo fueron menores, lo que podría explicar esta condición es la menor disponibilidad de agua en este último sector, pues este rasgo está directamente relacionado con el balance hídrico de las plantas, en respuesta los árboles de esta población presentan hojas más pequeñas posiblemente para enfrentar así el déficit de agua presente en la zona. De la misma manera, los valores de Contenido foliar de materia seca fueron mayores para Cartagena, lo que sugiere que esta población tiene mayores inversiones de recursos en defensas estructurales, que El Embudo. Por otro lado, los valores de Área foliar específica fueron mayores en El Embudo que en Cartagena. El valor del porcentaje para contenido de Nitrógeno foliar es mayor en promedio en el sector Cartagena, lo que puede ser una respuesta a la disponibilidad de nutrientes en el suelo que fueron mayores para este sector.

Tabla 6.

Prueba Kolmogorov-Smirnov para evaluar el ajuste a la distribución normal de los rasgos funcionales de cada población

Rasgo funcional	Cartagena	El Embudo
Área foliar (cm ²)	0,0000	0,7251
Área foliar específica (cm ² /g)	0,0009	0,6845
Contenido de materia seca (cm ² /g)	0,0000	0,3216

Para el sector Cartagena se observó que los p-valor de los rasgos funcionales foliares de Área foliar, Área foliar específica y Contenido foliar de materia seca fueron ($< 0,05$), por lo tanto, se rechazó H_0 para estos casos y los caracteres no se ajustan a la distribución normal, por lo que se utilizó el Índice de correlación de Spearman (r_s) para el cálculo de correlaciones entre variables, por su parte el sector El Embudo si presentó una distribución normal para estos rasgos, por lo que se empleó el índice de correlación de Pearson (r) para calcular las correlaciones entre variables. (Ver Tabla 6).

De las correlaciones observadas entre los rasgos funcionales, se destacan para la población de El Embudo una buena correlación negativa entre el Área foliar específica y el Contenido foliar de materia seca, $r = -0,73$, con un p valor $< 0,05$, lo que muestra que si es estadísticamente significativa la correlación, y esto concuerda con lo que se conoce sobre estas dos variables acerca de que tienden a estar relacionadas inversamente, lo cual indica que mientras una variable aumenta, la otra disminuye, lo que explicaría que los valores de Área foliar específica fueran mayores en El Embudo. Se observó una correlación negativa de nivel medio para la población de Cartagena $r_s = -0,5$, pero para este caso no es significativa la correlación (p valor= 0,0595), (Tabla 8). Por otra parte, en las dos poblaciones las correlaciones entre Área foliar específica y Área foliar,

presentaron valores cercanos a cero, lo que significa que estas variables no se relacionan entre sí o que la correlación es nula. De la misma forma ocurrió para Área foliar y Contenido foliar de materia seca, al presentar bajos valores de correlación. Para la población de Cartagena se calcularon correlaciones entre variables con la ayuda del índice de correlación de Spearman. Tabla 7.

Tabla 7.

Índice de correlación de Spearman (r_s) para cada comparación entre rasgos funcionales

	AF	AFE	CMSF
AF		0,1429	0,0595
AFE	0,0948		0,0000
CMSF	-0,1218	-0,5488	

Valores sobre la diagonal corresponden a P-values. Valores por debajo de la diagonal corresponden al índice (r_s).

A continuación, se presentan los valores calculados con el índice de correlación de Pearson (r) para calcular las correlaciones entre variables en el sector El Embudo.

Tabla 8.

Índice de correlación de Pearson r para cada comparación entre rasgos funcionales

	AF	AFE	CMSF
AF		0,0613	0,2167
AFE	0,1806		0,0000
CMSF	-0,1198	-0,7290	

Valores sobre la diagonal corresponden a P-values. Valores por debajo de la diagonal corresponden al índice r .

5. Conclusiones

Este estudio permitió generar información para el análisis de la ecología funcional con base en rasgos funcionales en bosques secos tropicales que son ecosistemas con una investigación limitada hasta el momento.

El estudio plantea que las condiciones bióticas y abióticas del hábitat del sector Cartagena son mejores en términos de disponibilidad de recursos (nutrientes y agua) que en el sector El Embudo, lo que puede ayudar en la búsqueda de sitios con condiciones similares al sector Cartagena para establecer proyectos (o plantaciones) de conservación de *C. chicamochae*.

La densidad para el sector Cartagena (17 individuos/ha), fue mayor que para el sector El Embudo (12 individuos/ha), lo cual concuerda con los datos reportados en otros estudios de poblaciones de la misma especie donde se registraron 15 individuos por hectárea.

La estructura por edades encontrada sugiere un mayor equilibrio para el sector Cartagena, al presentar una mejor distribución, pues en esta zona se encuentran árboles mejor conservados y en zonas más estables que en el sector El Embudo.

Los rasgos funcionales no permitieron inferir divergencia entre las medias de las dos poblaciones para los rasgos de Área foliar específica, pero si se observó dicha diferencia en los rasgos de Área foliar y Contenido foliar de materia seca, la variación encontrada puede asociarse a las condiciones específicas donde los individuos se desarrollan. Los rasgos como Área foliar y Contenido foliar de materia seca, sugieren unas respuestas de los individuos a mejores condiciones

para el sector Cartagena al presentar valores más altos de estas variables, lo que evidencia unas condiciones de desarrollo más acordes a las necesidades de la especie que en el sector El Embudo.

Al comparar las poblaciones se observaron diferencias en la composición florística, la precipitación y los factores físico-químicos del suelo como el pH y la concentración de nutrientes básicos. En general, los análisis de ordenación sugieren que existe separación entre las comunidades vegetales asociada a estos gradientes ambientales.

6. Recomendaciones

Para continuar con los aportes de conservación para esta especie se recomienda ampliar el número de parámetros a evaluar y establecer una cantidad de mediciones que sea proporcional entre ellos de modo que permita analizarlos. Es importante recolectar la mayor cantidad de datos posible y tener en cuenta para esto los costos que acarrearán estudios de este tipo.

Se debe considerar un tamaño de muestra que sea mayor al 10% utilizado en el presente estudio, con el fin de obtener una mayor confiabilidad en los análisis estadísticos.

Se recomienda realizar un monitoreo periódico a las dos poblaciones, con el fin de evaluar el comportamiento que tienen con el paso del tiempo; así mismo, procurar y garantizar su existencia.

Los procesos antropogénicos ocurridos en la zona han generado fragmentos de bosque secundario que experimentan un proceso nulo de recuperación, el cual se pretende activar trayendo a la región de García Rovira las acciones de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia.

Por esta razón, se sugiere implementar proyectos de conservación de la especie que incluyan la creación de viveros para su propagación, los cuales puedan ser manejados por habitantes de la zona y la implementación del “programa de conservación integral de especies de plantas prioritarias del bosque seco tropical”, a través de los procesos de propagación y representatividad de colecciones vivas de *C. chicamochoae*.

Referencias Bibliográficas

- ALBESIANO, S., & Rangel-Churio, J. O. (2006). ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DEL CAÑÓN DEL RÍO CHICAMOCHA, 500-1200 M; SANTANDERCOLOMBIA: UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN. *Caldasia*, 28(2), 307-325.
- ALBESIANO, S., Rangel-Churio, J. O., & CADENA, A. (2003). LA VEGETACIÓN DEL CAÑÓN DEL RÍO CHICAMOCHA (SANTANDER, COLOMBIA). *Caldasia*, 25(1), 73-99.
- Chapin Iii, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., ... & Mack, M. C. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234.
- Diaz-Perez, C., Puerto, M. A., & Fernández, J. L. (2011). Evaluación del hábitat, las poblaciones y el estatus de conservación del barrigón (*Cavanillesia chicamochae*, Malvaceae-Bombacoideae). *Caldasia*, 33(1).
- Díaz-Pérez, C.N. & Puerto-Hurtado. M.A. (2007). "Evaluación del estado actual de las poblaciones y el hábitat de *Cavanillesia chicamochae* y *Zamia encephalartoides* en los municipios de Piedecuesta y Girón, Santander-Colombia". Tesis de grado, Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (inédito). Tunja.
- Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B., Collen, B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345: 401-406.
- Fernández Alonso, J. L. (2003). Bombacaceae neotropicae novae vel minus cognitae VI. Novedades en los géneros *Cavanillesia*, *Eriotheca*, *Matisia* y *Pachira*.
- Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristics composition of Neotropical dry forests. *In seasonally dry tropical forests*.

- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S. et al. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3–35.
- Hooper, DU, Chapin, FS, Ewel, JJ, Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... y Schmid, B. (2005). Efectos de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas: un consenso del conocimiento actual. *Monografías ecológicas*, 75 (1), 3-35.
- Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2014). Bosques secos tropicales en Colombia. Publicado en internet: <http://www.humboldt.org.co/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosquessecos-tropicales-en-colombia>. [Acceso 15/07/2014].
- 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/United Nations.
- Lavorel, S., & Garnier, É. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional ecology*, 16(5), 545-556.
- Mouchet, MA, Villéger, S., Mason, NW, y Mouillot, D. (2010). Medidas de diversidad funcional: una descripción general de su redundancia y su capacidad para discriminar las reglas de reunión de la comunidad. *Ecología funcional*, 24 (4), 867-876.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York.
- Murphy, P., & Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17(1), 67–88.
- Pennington, T., Gwilyn, P.L. & Ratter, J.A. (2006). An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forest. Pp. 1-29. En: Pennington, T., Gwilyn, P.L. & Ratter, J.A. (eds.). *Neotropical savannas and seasonally dry forests. Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. The Systematics Association. Special Volume Series 69.

- Pizano, C., y García, H. (Ed.). (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Rangel-Ch, J. O., & Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. *Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*, 59-82.
- Rodríguez, J. y Suárez, E. (2015). Análisis estructural y composición florística de las áreas con vegetación donde hay presencia de barrigón (*Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso), presentes en la parte baja del río Guaca, vereda la Habana y El Embudo, municipios de Cepitá y San Andrés, dpt. Santander, Col.
- Ruiz, J., & Orozco, M. C. F. (2007). Plantas leñosas del bosque seco tropical de la isla de Providencia, Colombia, Caribe sur occidental. *Biota Colombiana*, 8(1).
- Salgado-Negret, B. (ed). (2015). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.
- Sánchez-González, A. & López-mata, L. (2005). Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H. B. K.) Cham. & Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Belt*. 62–76 (2005).
- Sánchez-Ramos, G., & Dirzo, R. (2014). El bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado. M. Gual-Díaz y A. Rendón-Correa, comps. *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO. México, DF p, 109-139.
- Villanueva, B., Melo, O., & Rincón, M. (2015b). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colombia Forestal*, 18(1), 9–23.
- Villéger, S., Miranda, J.R., Hernández, D.F., Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications* 20: 1512-1522.

Apéndices

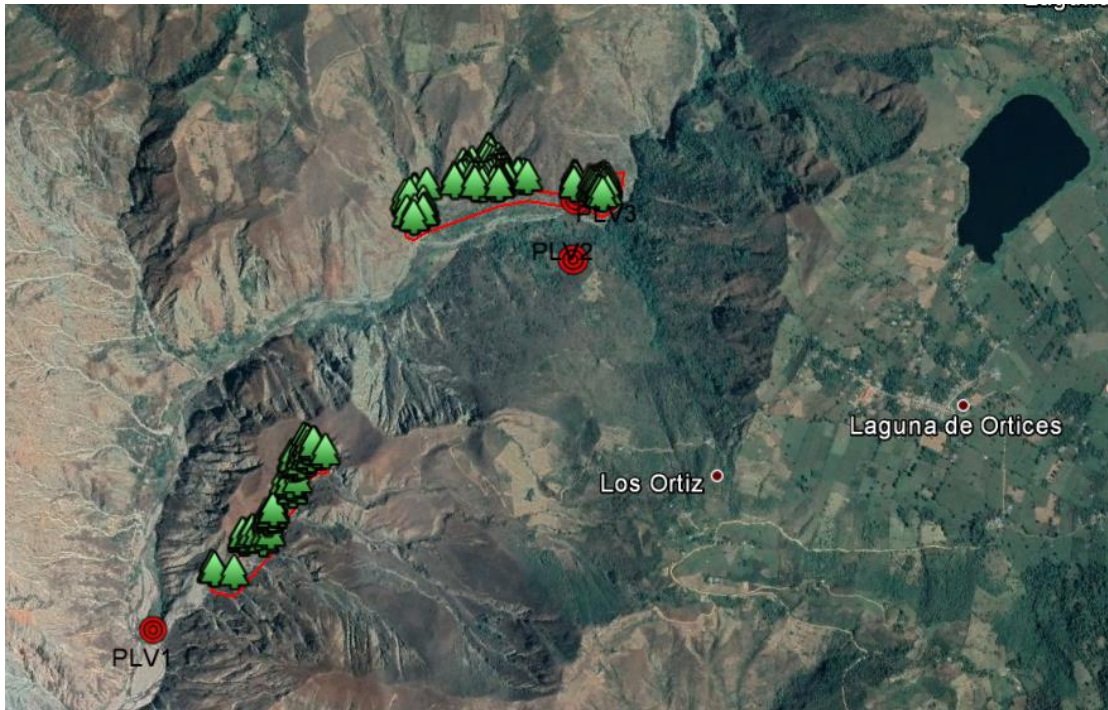
Apéndice A. Resultados Análisis de varianza (ANOVA) para cada rasgo funcional.

Rasgo	p-valor
Área foliar (AF)	0,0033
Área foliar específica (AFE)	0,427
Contenido foliar de materia seca (CFMS)	0,000000038

Apéndice B. Prueba de Levene para cada rasgo funcional.

	AFE	AF	CMSF
P-valor	0,3321	0,4846	0,9699

Apéndice C. Ubicación de polígonos para la medición de áreas.



Apéndice D. Composición florística del sector El Embudo.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Justicia	<i>Justicia bracteosa</i> (Mildbr.) Leonard	Acanthaceae
Tibigaro	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae
Anón	<i>Annona montana</i> L	Annonaceae
Payandé	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T.	Apocynaceae
Palma de coroso	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae
Saritaea	<i>Saritaea magnifica</i> (W. Bull) Dugand	Bignoniaceae
Cordia	<i>Cordia divaricata</i> Kunth	Boraginaceae
Tamajaco	<i>Bursera graveolens</i> (Jacq.) Triana & Planch.	Burseraceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Opuntia	<i>Opuntia caracassana</i> Mill.	Cactaceae
Mamiliaria	<i>Mammillaria mammillaris</i> (L.) Karst	Cactaceae
Cereus	<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill.	Cactaceae
Melocactus	<i>Melocactus pescaderensis</i> Xhonneux & Fern. Alonso	Cactaceae
Caesalpinia	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Caesalpinaceae
Ceiba Tronadora	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae
Jatropha	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Euphorbiaceae

Nombre común	Nombre científico	Familia
Volador	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandiaceae
Bunchosia	<i>Bunchosia diphylla</i> (Jacq.) Cuatrec. & Croat	Malpighiaceae
Barrigón	<i>Cavanillesia chicamochae</i> Fern. Alonso	Malvaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Cují	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mimosaceae
Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaud	Moraceae
Solanum Flor Morada	<i>Solanum af. crotonifolium</i> Dunal	Solanaceae
Lantana	<i>Lantana canescens</i> Kunth	Verbenaceae

Nota. Tomada de (Rodríguez y Suárez, 2015).

Apéndice E. Composición florística del sector Cartagena.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Justicia	<i>Justicia bracteosa</i> (Mildbr.) Leonard	Acanthaceae
Anón	<i>Annona montana</i> L	Annonaceae
Rauvolfia	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Apocynaceae
Espino Santo	<i>Barnadesia spinosa</i> L.	Asteraceae
n.n. Laurel	<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. et Arn.) DC.	Asteraceae
Baccharis	<i>Baccharis sp</i>	Asteraceae
Bejuco	---	Bignoniaceae
Cordia	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Boraginaceae
Heliotropium	<i>Heliotropium fruticosum</i> L.	Boraginaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Stenocereus	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Cactaceae
Mamillaria	<i>Mammillaria columbiana</i> Salm-Dyck	Cactaceae
Opuntia	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker Gawl.) Haw.	Cactaceae
Cassia	<i>Cassia sp</i>	Caesalpiniaceae
Zorrococlo	<i>Morisonia americana</i> L.	Capparaceae
n.n. sp1	<i>Capparis odorata</i> Blanco	Capparaceae
n.n. sp2	---	Dilleniaceae
n.n. Dura	---	Dilleniaceae

Nombre común	Nombre científico	Familia
Coca	<i>Erythroxylum cf. oxycarpum</i> O.E. Schulz	Erythroxylaceae
Pringamosca	<i>Cnidoscolus tubulosus</i> (Müll. Arg.) I.M. Johnst.	Euphorbiaceae
Ceiba Tronadora	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae
Casearia	<i>Casearia tremula</i> (Griseb.) Wrgth	Flacourtiaceae
Volador	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandiaceae
Bunchosia	<i>Bunchosia diphylla</i> (Jacq.) Cuatrec. & Croat	Malpighiaceae
Barrigón	<i>Cavanillesia chicamochae</i> Fern. Alonso	Malvaceae
Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Malvaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Espino de Cabro	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Mimosaceae
Senegalia	<i>Senegalia sp</i>	Mimosaceae
Myrcia	<i>Myrcia sp</i>	Myrtaceae
Myrtaceae	---	Myrtaceae
Guayabillo	<i>Pradosia colombiana</i> (Standl.) Penn. ex T.J. Ayers & Boufford	Sapotaceae
Palatable	<i>Capraria biflora</i> L.	Scrophulariaceae
Solanum Flor Morada	<i>Solanum af. crotonifolium</i> Dunal	Solanaceae
Solanum Flor Blanca	<i>Solanum crotonifolium</i> Dunal	Solanaceae
Capsicum	<i>Capsicum sp</i>	Solanaceae
Physalis	<i>Physalis sp</i>	Solanaceae
Oreganillo	<i>Lippia origanoides</i> Kunth	Verbenaceae
Verbenacea	---	Verbenaceae

Nombre común	Nombre científico	Familia
Lantana	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
Zamia	<i>Zamia encephalartoides</i> D.W.Stev.	Zamiaceae

Nota. Tomada de (Rodríguez y Suárez, 2015).

Apéndice F. Valores de IVI para el sector El Embudo.

Especie	IVI (%)
<i>Cavanillesia chicamochae</i>	147,90
<i>Prosopis juliflora</i>	28,13
<i>Astronium graveolens</i>	25,66
<i>Chlorophora tinctoria</i>	25,33
<i>Bursera simaruba</i>	19,01
<i>Cedrela odorata</i>	14,43
<i>Gyrocarpus americanus</i>	14,00
<i>Hura crepitans</i>	10,00
<i>Bursera graveolens</i>	6,26
<i>Acrocomia aculeata</i>	4,72
<i>Cereus hexagonus</i>	4,67
TOTAL	300


Nota. Tomada de (Rodríguez y Suárez, 2015).

Apéndice G. Valores de IVI para el sector de Cartagena.


Especie	IVI (%)
<i>Cavanillesia chicamochae</i>	156,13
<i>Cedrela odorata</i>	22,73
<i>Myrcia sp</i>	20,63
<i>Gyrocarpus americanus</i>	16,31
<i>Morisonia americana</i>	14,52
<i>Bursera simaruba</i>	13,48
<i>Cassia sp</i>	11,60
<i>Myrtacea</i>	9,19
<i>Stenocereus griseus</i>	8,04
<i>Pradosia colombiana</i>	4,06
<i>Pseudobombax septenatum</i>	3,96
<i>Barnadesia spinosa</i>	3,92
<i>Hura crepitans</i>	3,89
<i>Dilleniaceae spl</i>	3,87
<i>Casearia tremula</i>	3,86
<i>Bignoniaceae (Bejuco)</i>	3,85
TOTAL	300

Nota. Tomada de (Rodríguez y Suárez, 2015).


Apéndice H. Análisis de suelos para el sector El Embudo.

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: L85-F-T-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garrón - Gerente de Servicios Agronómicos Aprobó: Jose Manuel García - Gerente Comercial Página: 1 de 5		
Código Análisis 80857		Fecha de recepción: 26/08/2020		Fecha de emisión del análisis: 21/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 21/09/2020	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE							
Nombre: CASTAÑEDA CEUS DAVID ALONSO		R. Tnte: AGROSOIL LAB		Móvil: 3125401914		E-mail: castaneda3110@outlook.com	
Dpto: SANTANDER		M. Pio: SAN ANDRES		Vereda: ELEMBUDO		Finca: EL EMBUDO	
Lote: -		Cultivo: FORESTALES		Cultivar: *		Edad: 0 Mes	
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Ligeramente escarpada				25-50 %	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS							
Propiedades físicas							
Textura		F-A		Franco arenosa		La textura franco arenosa se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla		%		Calificación			
Limo							
Arena							
Da		g/cm3		1			
Dr		g/cm3					
Propiedades químicas							
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación	
			Mín	Máx			
pH		8,75	5,70	6,50	Fuertemente alcalino	Aumenta la absorción de P y B, disminuye moderadamente la absorción de N, Ca, Mg y disminuye fuertemente la absorción de Cu y Zn	
CE	dS/m						
CIC	meq/100 g						
CICE		15,51					
BT		15,51	6,01		Muy alto	Suelo con muy alto contenido de bases intercambiables	
Composición química							
MO	%	0,60	4,01		Deficiente	Deficiente contenido de materia orgánica. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de materia orgánica	
CO		0,35	2,33		Deficiente		
N-Total		0,03	0,81		Deficiente	Deficiente contenido de nitrógeno total. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico	
N-Disp	mg/kg	8,70	12,15	81,00	Deficiente	La deficiencia de nitrógeno generalmente produce en las especies forestales un retardo en el crecimiento de la planta, clorosis en follaje y puede favorecer el aborto floral	
P		31,31	16,05	66,64	Óptimo	Óptimo contenido de P mineral (disponible), solo aplicar P de mantenimiento	
K	mg/100 g	0,32	0,03	0,21	Exceso	El exceso de potasio puede generar en las especies forestales deficiencia de calcio o magnesio.	
Ca		14,13	0,08	0,50	Exceso	El exceso de calcio puede generar en las especies forestales deficiencia de potasio, magnesio o boro.	
Mg		0,97	0,05	0,31	Exceso	El exceso de magnesio puede causar en las especies forestales reducción general del crecimiento de la planta, deficiencias de calcio y potasio y aborto floral.	
Na		0,09					
Al		-					

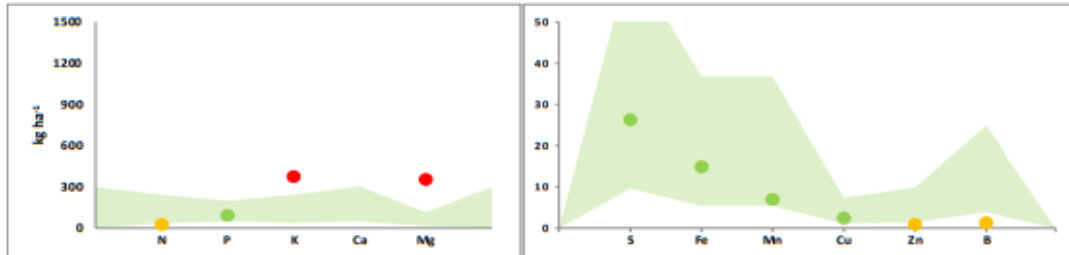
Activar Win
 Ve a Configuración

		FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS				Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-02 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garza - Ejecutiva de Servicios Agronómicos Aprobó: Jose Manuel García - Gerente Comercial Página: 2 de 5	
Código Análisis		Fecha de recepción:		Fecha de emisión del análisis:		Fecha de entrega al cliente:	
80857		26/08/2020		21/09/2020		21/09/2020	
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación	
			Min	Máx			
S	mg/kg	8,77	3,19	21,75	Óptimo	Óptimo contenido de S, solo aplicar S de mantenimiento	
Fe		4,96	1,80	12,24	Óptimo	Óptimo contenido de Fe, solo aplicar Fe de mantenimiento	
Mn		2,33	1,80	12,24	Óptimo	Óptimo contenido de Mn, solo aplicar Mn de mantenimiento	
Cu		0,82	0,36	2,45	Óptimo	Óptimo contenido de Cu, solo aplicar Cu de mantenimiento	
Zn		0,31	0,48	3,26	Deficiente	La deficiencia de zinc puede provocar en las especies forestales arrosamiento, ondulaciones, clorosis intervena, apical y en bordes de hojas jóvenes, retardo en el crecimiento (tallos cortos y delgados) y aborto floral. La deficiencia se puede incrementar por un exceso de fósforo en el suelo.	
B		0,43	1,28	8,32	Deficiente	La deficiencia de boro puede provocar en las especies forestales necrosis u ondulaciones en hojas jóvenes, arrosamientos, epinastias, hiponastias, muerte de yemas apicales, pudrición interna (corazón hueco), retardo del crecimiento y aborto floral.	
Cd							
Saturación de bases							
Total						Se requiere conocer la CIC	
Al		-			-	-	
K		2,06	4,01	5,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de potasio con respecto a la CICE	
Ca		91,10	60,01	70,00	Exceso	Suelo con exceso de calcio con respecto a la CICE	
Mg		6,25	15,01	20,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de magnesio con respecto a la CICE	
Na		0,58		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo	
Relaciones iónicas							
Ca/Mg		14,6	0,95	2,21	Deficiencia de Mg	Posible deficiencia de magnesio. Se recomienda aplicar fertilizantes magnésicos para equilibrar relaciones catiónicas	
Mg/K		3,0	0,12	0,28	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas	
Ca/K		44,2	0,19	0,44	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas	
Ca+Mg/K		47,2	0,31	0,72	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas	
Ca/B		6.585,24	1.000,00	2.000,00	Deficiencia de B	Posible deficiencia de boro. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en boro para equilibrar relaciones iónicas	
P/Zn		101,0	16,37	38,19	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas	
Fe/Zn		16,0	2,25	5,25	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas	
Fe/Mn		2,1	0,60	1,40	Deficiencia de Mn	Posible deficiencia de manganeso. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en manganeso para equilibrar relaciones catiónicas	

Activar Mir
 Ver a Configuración

	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-F-T-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón - Ejecutiva de Servicios Agronómicos Aprobó: José Manuel García - Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis 80857	Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 21/09/2020

Interpretación visual de niveles nutricionales



● Exceso = encima del área sombreada
 ● Deficiencia = debajo del área sombreada
 ● Óptimo = Dentro del área sombreada
 * Puntos que no se muestran dentro de la gráfica están en exceso (por fuera de la escala)

Métodos Analíticos

Aluminio intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azomeína H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organdéptico)
Densidad aparente (Da)	Térren parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R.Trnte = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio

* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Apreciado cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.


Aura Marcela Niño E.

Aura Marcela Niño R
 QUÍMICA P.Q.2088
 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO


ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
 INGENIERO AGRÓNOMO
 EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS


Apéndice I. Análisis de suelos para el sector Cartagena.

		<h2>INFORME ANÁLISIS DE SUELOS</h2>			Código: LIS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elabora: Carolina Garzón-Espinoza Servicio: Agronomicos Aprobó: Jose Manuel Garcia Gerente Comercial Página: 1 de 5	
Código Análisis 80856		Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 21/09/2020		Fecha de entrega al cliente: 21/09/2020	
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre: CASTAÑEDA CELIS DAVID ALONSO		R. Tnte: AGROSOIL LAB	Móvil: 3125401914	E-mail: castaneda3110@outlook.com		
Dpto: SANTANDER		M. Pio: CEPITA	Vereda: LA HABANA/CARTA	Finca: LA HABANA/CARTAGENA		
Lote: -		Cultivo: FORESTALES	Cultivar: * -	Edad: 0 Mes		
Clima: Cálido		Pendiente o inclinación: Ligeramente escarpada			25-50 %	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura		F-A		Franco arenosa		
Arcilla				La textura franco arenosa se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.		
Limo		%				
Arenosa						
Da		g/cm3				
Dr		g/cm3				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		7,46	5,70	6,50	Muy ligeramente alcalino	Disminuye muy ligeramente la absorción de Fe, Cu, Zn y B
CE	dS/m					
CIC	mg/100 g					
CICE		12,71				
BT		12,71	6,01		Alto	Suelo con alto contenido de bases intercambiables
Composición química						
MO	%	2,57	4,01		Bajo	Bajo contenido de materia orgánica. Se debe aplicar abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de materia orgánica
CO		1,49	2,33		Bajo	
N-Total		0,13	0,81		Deficiente	
N-Disp	mg/kg	37,27	12,15	81,00	Óptimo	Óptimo contenido de N mineral (disponible), solo aplicar N de mantenimiento
P		56,41	16,05	66,64	Óptimo	Óptimo contenido de P mineral (disponible), solo aplicar P de mantenimiento
K	mg/100 g	0,24	0,03	0,21	Exceso	El exceso de potasio puede generar en las especies forestales deficiencia de calcio o magnesio.
Ca		11,00	0,08	0,50	Exceso	El exceso de calcio puede generar en las especies forestales deficiencia de potasio, magnesio o boro.
Mg		1,43	0,05	0,31	Exceso	El exceso de magnesio puede causar en las especies forestales reducción general del crecimiento de la planta, deficiencias de calcio y potasio y aborto floral.
Na		0,04				
Al		-				

Aciver Wir
 Ve a Configuración

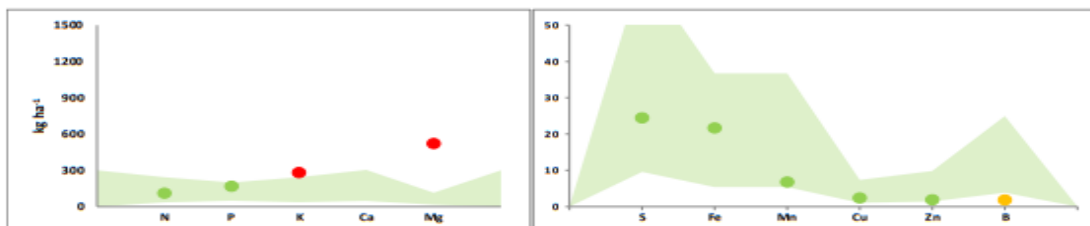
			FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS				Código: L86-FT-007 Fecha: 2019-06-02 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejército de Servicios Agronómicos Aprobó: José Manuel García, Gerente Comercial Página: 2 de 5	
Código Análisis			Fecha de recepción:		Fecha de emisión del análisis:		Fecha de entrega al cliente:	
80856			26/08/2020		21/09/2020		21/09/2020	
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación	Interpretación		
			Mín	Máx				
S	mg/kg	8,16	3,19	21,75	Óptimo	Óptimo contenido de S, solo aplicar S de mantenimiento		
Fe		7,23	1,80	12,24	Óptimo	Óptimo contenido de Fe, solo aplicar Fe de mantenimiento		
Mn		2,26	1,80	12,24	Óptimo	Óptimo contenido de Mn, solo aplicar Mn de mantenimiento		
Cu		0,80	0,36	2,45	Óptimo	Óptimo contenido de Cu, solo aplicar Cu de mantenimiento		
Zn		0,63	0,48	3,26	Óptimo	Óptimo contenido de Zn, solo aplicar Zn de mantenimiento		
B		0,62	1,28	8,32	Deficiente	La deficiencia de boro puede provocar en las especies forestales necrosis u ondulaciones en hojas jóvenes, arrostamientos, epinastias, hiponastias, muerte de yemas apicales, pudrición interna (corazón hueco), retraso del crecimiento y aborto floral.		
Cd								
Saturación de bases								
Total						Se requiere conocer la CIC		
Al		-		-	-	-		
K		1,89	4,01	5,00	Deficiente	Suelo con deficiente contenido de potasio con respecto a la CICE		
Ca		86,55	60,01	70,00	Exceso	Suelo con exceso de calcio con respecto a la CICE		
Mg		11,25	15,01	20,00	Bajo	Suelo con bajo contenido de magnesio con respecto a la CICE		
Na		0,31		5,00	Ideal	Contenido ideal de sodio en el suelo		
Relaciones iónicas								
Ca/Mg		7,7	0,95	2,21	Deficiencia de Mg	Posible deficiencia de magnesio. Se recomienda aplicar fertilizantes magnésicos para equilibrar relaciones catiónicas		
Mg/K		6,0	0,12	0,28	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas		
Ca/K		45,8	0,19	0,44	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas		
Ca+Mg/K		51,8	0,31	0,72	Deficiencia de K	Posible deficiencia de potasio. Se recomienda aplicar fertilizantes potásicos para equilibrar relaciones catiónicas		
Ca/B		3.555,48	1.000,00	2.000,00	Deficiencia de B	Posible deficiencia de boro. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en boro para equilibrar relaciones iónicas		
P/Zn		89,5	16,37	38,19	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas		
Fe/Zn		11,5	2,25	5,25	Deficiencia de Zn	Posible deficiencia de zinc. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en zinc para equilibrar relaciones catiónicas		
Fe/Mn		3,2	0,60	1,40	Deficiencia de Mn	Posible deficiencia de manganeso. Se recomienda aplicar fuentes fertilizantes ricas en manganeso para equilibrar relaciones catiónicas		

Acivar Wi
 Ve a Config

 <p>agrosoil lab con ciencia por el agro</p>	FORMATO INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2019-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Garzón-Ejecutivo de Servicios Agronómicos Aprobó: Jose Manuel García-Gerente Comercial Página: 3 de 5
	Código Análisis 80856	Fecha de recepción: 26/08/2020	Fecha de emisión del análisis: 21/09/2020	Fecha de entrega al cliente: 21/09/2020

Activar Win
 Ve Configurac

Interpretación visual de niveles nutricionales



● Exceso = encima del área sombreada
 ● Deficiencia = debajo del área sombreada
 ● Óptimo = Dentro del área sombreada
 * Puntos que no se muestren dentro de la gráfica están en exceso (por fuera de la escala)

Métodos Analíticos

Aluminio intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)	Valoración ácido base, Método de Yuang (KC)
Azufre (S)	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro (B)	Colorimétrico (Azomeína H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio (K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ y Na ⁺)	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Cadmio (Cd)	No determinado
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	No determinado
Conductividad Eléctrica (CE)	No determinado
Fósforo disponible (P-Disp)	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Al tacto (Organdiéptico)
Densidad aparente (Da)	Térren parafinado
Densidad real (Dr)	Cálculo matemático
Nitrógeno total (N-Total) y disponible (N-Disp), carbono orgánico (CO), bases totales, saturación de bases y relaciones iónicas.	Cálculo matemático

Observaciones

Convenciones: R. Tnte = Representante; Depto = Departamento; M. Plo = Municipio
 * Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.

Aprecia do cliente, tenga en cuenta que:

A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.

Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.

Aura Marcela Niño R.

Aura Marcela Niño R
 QUÍMICA P.Q. 2088
 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO

ANDREA CAROLINA GARZÓN P.

Andrea Carolina Garzón
 INGENIERO AGRÓNOMO
 EJECUTIVO DE SERVICIOS AGRONÓMICOS

Apéndice J. Análisis foliares para los dos sectores.

Laboratorio de reconversión ganadera y agroforestal
UIS MALAGA

Fecha	14 DE SEPTIEMBRE DE 2020
Ciente	David Castañeda Celis
Teléfono	3125401914
Dirección	Cra 6A No. 15-37
Departamento	Santander
Municipio	Molagavita
Vereda	Cartagena (M1)- El embudo (M2)
Predio	
Análisis	Análisis elemental NCH
Muestra	C1 M2, C2 M2, C4 M2, C5 M2 C11 MI, C14 MI, C15 MI, C17 MI
Cultivo	<i>Cavanillesia chicamochae</i>
Asnm	M1:924 M2:701



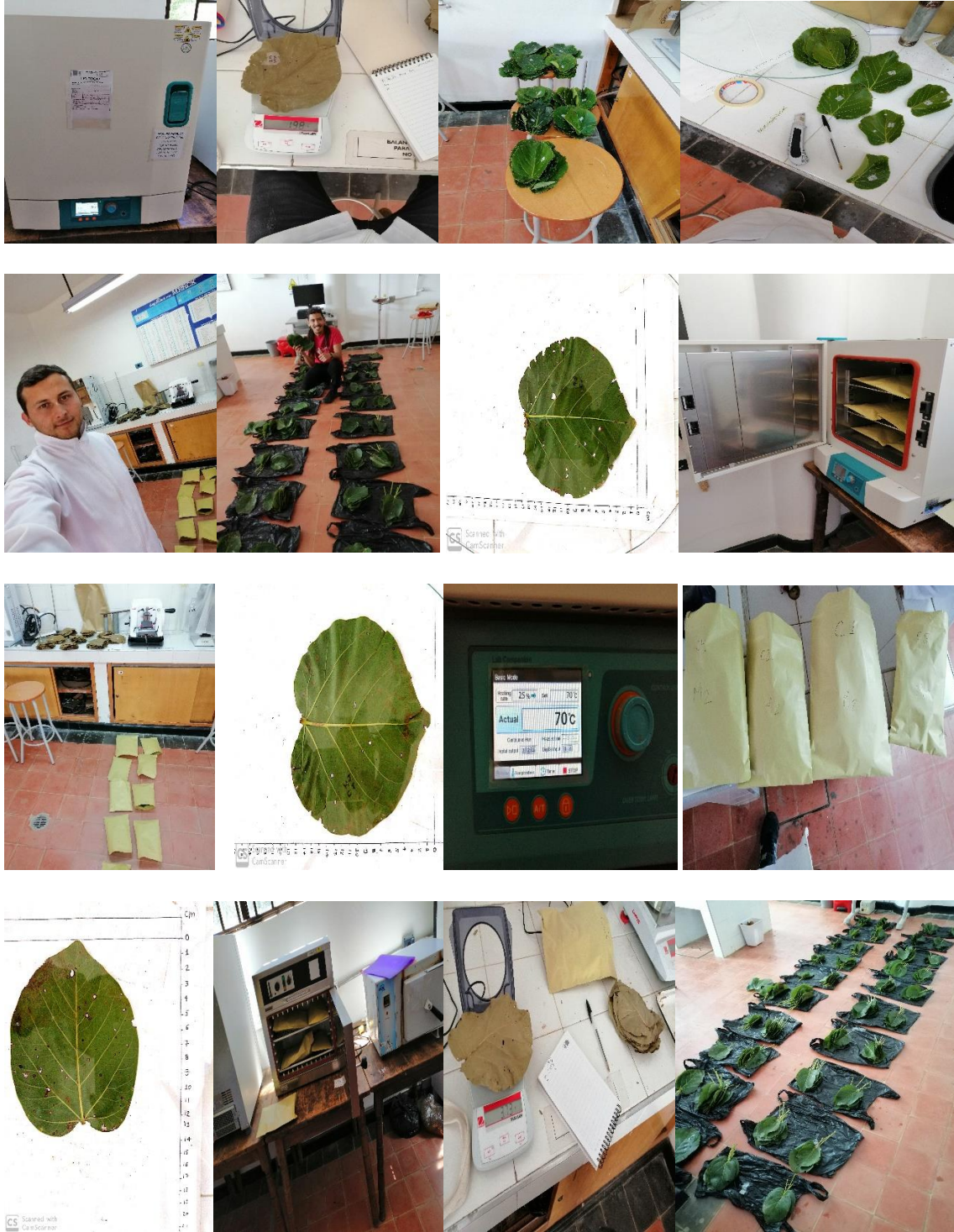
Resultados

Muestra	Nitrógeno	Carbono	Hidrogeno
	%		
C1 M2	0.562	34.337	4.014
C2 M2	0.712	39.723	4.812
C4 M2	1.172	47.906	5.633
C5 M2	1.393	71.419	6.590
C11 MI	1.530	70.929	5.813
C14 MI	1.955	76.985	6.396
C15 MI	1.805	77.473	6.291
C17 MI	1.766	71.509	5.972

Metodología:

Analizador elemental CHNS/O, Para Carbono, Hidrógeno y azufre: Absorción infrarroja. Para Nitrógeno: detección de conductividad térmica.

Apéndice K. Registros fotográficos, actividades de Laboratorio.



Apéndice L. Registros fotográficos, actividades de campo.



