

**Análisis de Germinación y Desarrollo de la *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso),
con Diferentes Métodos de Propagación**

Andrés Mauricio Martínez Montañez, Yenny Alejandra Ayala Mesa

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Julián Mauricio Botero Londoño

PhD en Producción Animal

Codirector

Erika Mayerly Celis Celis

Química

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga

2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación primeramente a mi familia, a mis padres: Ariosto Martínez y Sonia Montañez, y a Juliana Ortiz por ser los pilar más importante para la culminación de esta etapa de mi vida, a compañeros y amigos de los cuales recibí todo el apoyo necesario para culminar este proceso y que de una u otra manera hicieron posible llegar hasta el fin con éxito este capítulo.

Andrés Mauricio Martínez M.

Dedico el presente trabajo de investigación primeramente a Dios, a mi familia, a mis padres: Antonio Ayala y Martha Mesa, mi hermano: Javier Ayala Mesa. Por acompañarme en este largo camino; ofreciéndome su gran amor e incondicional apoyo para materializar mis logros y triunfos. A una persona que Dios ha puesto en mi camino, que ha sido un gran apoyo en mi vida.

Yenny Alejandra Ayala M.



Tabla de contenido

Introducción	16
1 . Planteamiento del Problema	19
1.1 Descripción del Problema	19
1.2 Justificación	19
1.3 Antecedentes	20
2 . Objetivos	22
2.1 Objetivo General	22
2.2 Objetivos Específicos	22
3 . Marco Referencial	23
3.1 Marco Teórico	23
3.1.1 Generalidades de la zona.	23
3.1.2 Generalidades de la Especie	23
3.1.3 Estado Actual de Amenaza.	27
3.1.4 Mucílago.	27
3.2 Marco Conceptual	30
3.3 Marco Legal.	32
4 . Diseño Metodológico	35
4.1 Tipo de Estudio	35
4.2 Localización	35
4.3 Metodología	36
4.3.1 Fase 1: Fase de Campo y Recolección del Material Vegetal	37
4.3.2 Fase 2: Preparación y Germinación de Frutos, Semillas, Esquejes y Extracción del Mucílago.	39
4.3.3 Fase 3: Fenología de la Semilla.	41
4.3.4 Fase 4: Identificación de la Morfología de la Semilla y Curva de Imbibición.	43
4.3.5 Fase 5: Dormancia y Viabilidad de la Semilla	43
4.3.6 Fase 6: Caracterización del Mucílago por Medio de Análisis Bromatológico.	44

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

5 . Análisis de Resultados.	45
5.1 Resultados de Germinación.	45
5.1.1 Germinación por esquejes.	46
5.2 Codificación BBCH de los estados fenológicos de desarrollo de la semilla de <i>C. chicamochae</i>	47
5.2.1 Estadio principal 0: Germinación.	48
5.2.2 Estadio principal 1: Desarrollo de las Hojas.	50
5.3 Morfología de la semilla y curva de imbibición.	51
5.3.1 Morfología de la semilla.	51
5.3.2 Absorción de agua.	51
5.3.3 Curva de imbibición.	53
5.3.4 Longevidad de la Semilla.	54
5.4 Protocolo de Siembra por Semilla Desnuda.	54
5.4.1 Descripción del fruto y la semilla.	55
5.4.2 Recolección de la semilla.	55
5.4.3 Siembra.	56
5.4.4 Crecimiento y manejo de plántulas.	56
5.5 Afectaciones en la germinación.	57
5.5.1 Hongos.	57
5.5.2 Antracnosis de la Hoja.	58
5.5.3 No se desprende la testa de los cotiledones o del hipocotilo.	59
5.5.4 Albinismo.	59
5.5.5 Poliembrionia.	60
5.5.6 Defoliadores.	60
5.6 Análisis Bromatológicos del Mucílago.	61
5.6.1 Espectroscopia infrarroja.	61

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

6 . Discusión.....	62
7 . Conclusiones.....	62
8 . Recomendaciones.	63
Referencias bibliográficas.....	65
Apéndice	68

Índice de tablas

Tabla 1. Escala BBCH extendida.....	42
Tabla 2. Estadio principal 0: Germinación, según la Codificación BBCH	48
Tabla 3. Estadio principal 1: Desarrollo de la hojas, según la Codificación BBCH	50
Tabla 4. Absorción de Agua en la Semilla	52
Tabla 5. Absorción de agua del Fruto	52
Tabla 6. Descripción de los Factores que influyen en la germinación.	56

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. <i>Cavanillesia chicamochae</i>	25
Ilustración 2. Ciclo fenológico de <i>Cavanillesia chicamochae</i> Fern. Alonso. A. Amarillamiento de las hojas B. Defoliación total del árbol. C. Floración D. Desarrollo de los frutos E. Brotamiento de las nuevas ojalas. (Fuente: Díaz Pérez, 2011).....	26
Ilustración 3. Espectrofotómetro infrarrojo FT-IR SHIMADZU Prestige-21.....	30
Ilustración 4. Ubicación de vivero en la Universidad Industrial de Santander sede Málaga..	36
Ilustración 5. Recolección de material vegetal.....	37
Ilustración 6. Localización de <i>Cavanillesia chicamochae</i> , ubicado en el Corregimiento de la laguna de Ortices (Santander).....	38
Ilustración 7. Recolección de esqueje.....	39
Ilustración 8. Semilla desnuda de <i>Cavanillesia chicamochae</i>	39
Ilustración 9. Ensayos para la observación de la fenología de la semilla.....	41
Ilustración 10. Comparación de germinación de semillas frente al fruto.....	46
Ilustración 11. Semillas germinadas en sustrato de arena.....	46
Ilustración 12. Germinación por esquejes.....	47
Ilustración 13. Morfología interna de la semilla de <i>Cavanillesia chicamochae</i>	51
Ilustración 14. Curva de imbibición de la semilla de <i>Cavanillesia chicamochae</i> tomada en intervalos de 15 minutos.....	53
Ilustración 15. Semillas sumergidas en 50 ml de agua en vasos desechables y pesaje en báscula de precisión.....	54
Ilustración 16. Porcentaje de viabilidad de la Semillas la semilla de <i>Cavanillesia chicamochae</i> sembradas a los 2 y 4 meses de recolectada.....	54
Ilustración 17. Almacenamiento de semillas en bolsa ziplo para un óptimo traslado.....	55
Ilustración 18. Hongos que atacan a la <i>C. chicamochae</i> . A: Doblamiento del tallo y exceso de humedad. B: Fusarium en la raíz. C: Fructificación del micelio.....	58
Ilustración 19. Manchas fóliales presentes en las hojas.....	58
Ilustración 20. Planta con Tegumento seminal.....	59
Ilustración 21. Hoja con albinismo.....	59
Ilustración 22. Planta con Poliembrionia.....	60
Ilustración 23. Hojas afectadas por defoliadores.....	60

Ilustración 24. Espectro infrarrojo	61
---	----

Lista de Apéndice

Apéndice A. Laboratorio de nutrición animal al mucílago de la *Cavanillesia chicamochae*

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE LA *Cavanillesia chicamochae* (FERN. ALONSO) CON DIFERENTES MÉTODOS DE PROPAGACIÓN*

AUTOR: ANDRÉS MAURICIO MARTÍNEZ MONTAÑEZ
YENNY ALEJANDRA AYALA MESA **

PALABRAS CLAVES: CEIBA, MUCILAGO, FENOLOGIA, CONSERVACION EXSITU, ENDEMISMO

DESCRIPCIÓN:

El Bosque Seco Tropical alrededor del mundo es uno de los ecosistemas con mayor amenaza y poco estudio; y en la actualidad el 97% se encuentra en riesgo a causa de factores antrópicos (Miles et al., 2006). En los últimos 30 años en Colombia este ecosistema se ha reducido considerablemente, dejando un remante del 8%, generando una afectación grave a su biodiversidad (Humboldt, 2014). Una referencia de ello es el Cañón del Chicamocha, el cual cuenta con especies endémicas en algunos enclaves xerofíticos, una de ellas es la *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso), la cual se encuentra en la categoría de peligro de extinción según el criterio UICN (Díaz Pérez et al., 2011) ya que una de sus limitantes en la actualidad es la regeneración natural. Estos factores afectan el cambio generacional de la especie, por ende, solo se observan individuos adultos afectando la densidad poblacional (Rojas, 2014).

Por esto se ve la necesidad de crear protocolos y estudiar a fondo el proceso de germinación como apoyo para los futuros planes de conservación para la especie. Por este motivo se realizó la investigación en la Universidad Industrial de Santander sede Málaga, donde el objetivo del estudio fue analizar la germinación de *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso), utilizando tres diferentes sustratos (arena, tierra preparada y una mezcla de $\frac{3}{4}$ de tierra y $\frac{1}{4}$ de cascarilla de arroz).

Se evidencio, que la germinación por fruto y semilla presenta diferencias significativas obteniendo resultados del 54% y 71%, respectivamente. Se presentó, inicio de germinación a los 11 días y teniendo en cuenta la variable de germinación el tratamiento más efectivo es arena. Lo cual indica la viabilidad del método de propagación por semilla en vivero *ex situ*.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: BOTERO, Julián Mauricio. PhD, producción animal

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF GERMINATION AND DEVELOPMENT OF THE *Cavanillesia chicamochae* (FERN.ALONSO), WITH DIFFERENT METHODS OF PROPAGATION .*

AUTHOR: ANDRÉS MAURICIO MARTÍNEZ MONTAÑEZ
YENNY ALEJANDRA AYALA MESA.**

KEYWORDS: CEIBA, MUCILAGE, PHENOLOGY, EXSITU CONSERVATION, ENDEMISM.

DESCRIPTION:

The tropical dry forest around the world is one of the ecosystems with the greatest threat and little study; and currently 97% are at risk because of anthropic factors (Miles et al., 2006). In the last 30 years in Colombia this ecosystem has been reduced, it has remained 8%, generating a serious impact on its biodiversity (Humboldt, 2014). A reference of this is the Chicamocha Canyon, which has endemic species in some xerophytic enclaves, one of them is the *Cavanillesia chicamochae* (Fern Alonso), which is in the category of danger of extinction according to the IUCN criteria (Díaz Pérez et al., 2011) Since one of its limitations at present is natural regeneration, These factors represent the generational change of the species, therefore, they are only observed as adult adults affecting the population density (Rojas, 2014).

This is why there is a need to create and study the germination process as support for future conservation plans for the species. For this reason, the research was carried out at the Industrial University of Santander, Málaga, where the objective of the study was to analyze the germination of *Cavanillesia chicamochae* (Fern Alonso), using the different substrates (sand, prepared earth and a mixture of earth ground). and ¼ of rice husk.

It was evidenced that the germination by fruit and seed presents significant differences obtaining results of 54% and 71%, respectively. It was presented, beginning of germination 11 days and taking into account the variable of germination, the most effective treatment is sand. What indicates the viability of the method of propagation by seed in ex situ nursery.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: BOTERO, Julián Mauricio. PhD, producción animal

Introducción

Por lo general, gran parte de las especies endémicas se ubican en ecosistemas degradados y afectados, presentando un alto grado de peligro de extinción, gracias a que solo crecen en áreas específicas. Estas especies representan la biodiversidad de una región, si llegasen a desaparecer, el ecosistema sufriría grandes daños, debido a la relación directa que existe entre ellas (Sánchez, 2002).

El Bosque Seco Tropical es un ejemplo de los ecosistemas amenazados del mundo, pero poco estudiado desde una perspectiva ecológica, la cual permite comprender su dinámica e importancia en la generación de servicios ecosistémicos, siendo fundamental para orientar la restauración de las relaciones ecológicas que mantienen la funcionalidad del ecosistema y los territorios de los cuales hacen parte (Portillo y Sánchez, 2010). Debido a esto, en los últimos años a nivel mundial se han aumentado los estudios enfocados a rasgos funcionales, siendo estos indicadores de las estrategias ecológicas de la especie (Lohbeck, 2015), ayudando a la dinámica de la comunidad frente a factores antrópicos y naturales (Bihn, 2010). La identificación de estos rasgos en la semilla ayuda a entender las afectaciones directas en la dispersión, la colonización y el establecimiento de las plántulas, por lo cual, los rasgos se asocian a menudo con la regeneración natural en cada hábitad contribuyendo no solo a entender la dinámica de las comunidades sino a generar pautas para la conservación *ex situ* de las especies (Romero, 2016).

Suramérica posee una de las áreas más extensas en cuanto a Bosque Seco Tropical se refiere, a pesar de esto la mayoría de estudios en esta zona se han orientado a los bosques húmedos tropicales viéndose escasos en los estudios encaminados a fenología, reproducción y morfología de la semilla y fruto (Lohbeck, 2015), en Colombia estos ecosistemas se encuentra

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

en siete diferentes regiones biogeográficas: el valle del río Patía, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, el Cañón del Cauca y la Orinoquía (Pizano y García, 2014). Lo anterior alberga 9 millones de hectáreas, de las cuales actualmente queda un 8% (720.000 hectáreas), catalogándolo como uno de los ecosistemas más vulnerables y amenazados del país (Humboldt, 2014).

Estos bosques se caracterizan por poseer gran diversidad biológica y especialmente por tener un elevado número de endemismos, formas de vida y de grupos funcionales. Igualmente, por la diversidad reflejada en su alto grado de heterogeneidad de plantas (valor de distancia florística) entre regiones geográficas (Linares, Oliveira y Pennington, 2011).

El Cañón del Chicamocha ubicado en la cuenca del Río Chicamocha, se caracteriza por ser uno de los ecosistemas más extensos y profundos del mundo. Cubre alrededor de 300.000 hectáreas y fue reconocido recientemente como una de las principales atracciones turísticas del país (Parra *et al.*, 2010), debido a sus paisajes, la arquitectura colonial de sus poblaciones y la posibilidad de realizar deportes de aventura (Solano, 2008). Se localiza en la Cordillera Oriental en los departamentos de Boyacá y Santander, con una superficie aproximada de 9.600 Km², donde se ubican 72 cabeceras municipales, 53 pertenecientes al departamento de Boyacá y 19 al departamento de Santander (Corpoboyaca, 2008). Hay presencia de ecosistema de bosque seco, degradado, en camino a convertirse en zonas áridas. El cañón alberga 84,9% de las especies suculentas nativas de Colombia, pero solo cuatro están en la categoría de especies endémicas de la franja tropical del río Chicamocha: *Cavanillesia chicamochae*, *Melocactus guianensis*, *Melocactus pescaderensis*, *Melocactus schatzlii* subsp. *Chicamochae* (Albesiano, 2005).

Un claro ejemplo de endemismo es la especie *C. chicamochae*, la cual predomina en zonas con pendientes pronunciadas, algunas mayores a 45° en el enclave subxerofítico del cañón, cuyos suelos son básicamente de roca suelta, con presencia de vegetación de rastros

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

arbustivos, razón por la cual es frecuente la presencia de derrumbes. Con el conocimiento tradicional de la población cercana, se cree que el tiempo de vida de esta especie oscila entre los 80 a 100 años o más, sin embargo, debido a diferentes factores trópicos y antrópicos el tiempo de vida se ha disminuido considerablemente (Díaz *et al.*, 2011) .

En Colombia son muy pocos los estudios enfocados a la propagación del *C. chicamochae*, dado que la especie es poco conocida por ser endémica de esta zona. Por tal motivo, son importantes los estudios enfocados a la conservación de la especie.

En investigaciones realizadas anteriormente, se ha estudiado la germinación del *C. chicamochae*, sin embargo, es necesario ampliar el conocimiento acerca de esta especie y se hace indispensable conocer métodos de propagación que sean más eficientes a su morfología, fenología de la semilla y la plántula, para así determinar una metodología de siembra y asegurar la subsistencia. Por esta razón el proyecto tiene como objetivo analizar la germinación y desarrollo del *C. chicamochae ex situ* en sus primeras etapas, con la finalidad de incrementar los estudios de forma detallada en el área de propagación, como un aporte al aumento del conocimiento de la especie y proporcionar información para futuros estudios. En este trabajo se estudió diversos métodos de propagación *ex situ*, así como diferentes sustratos, para determinar cuál de ellos presenta mayor viabilidad y los estadios fenológicos que exhibe la semilla en su germinación y su morfología interna. Igualmente, se desarrolló una caracterización físico química del mucílago, debido a que no existe información del mismo, lo cual no permite establecer un uso adecuado.

1 . Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

El Cañón del Chicamocha, ubicado en el departamento de Santander, es una zona que se caracteriza por la presencia de áreas degradadas debido a la ganadería caprina, la expansión de los cultivos agrícolas y la inestabilidad del terreno. De igual manera cuenta con especies endémicas, como lo es la Malvácea bombacoide *Cavanillesia chicamochae*, debido a su fenología y factores fundamentales, como la ganadería caprina, el establecimiento de cultivos cerca de las fuentes de los relictos y fuentes hídricas, la inestabilidad del terreno y el incremento de coleccionistas, puesto que se ha vuelto una forma viable de ingresos al llegar a pagar hasta \$50.000 por plántula, en conjunto limitan su regeneración natural y genera un alto deterioro de la especie. Debido a esto actualmente se encuentra categorizada con estatus de conservación con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Díaz, 2011)

Por esta razón, el proyecto tiene como objetivo analizar la germinación y desarrollo del *C. chicamochae*, *ex situ* en sus primeras etapas (semillas, frutos y esquejes) con diferentes métodos de propagación, además de una caracterización fisicoquímica del mucílago puesto que es usado en el área farmacéutica para darle un uso y un valor agregado a la especie.

1.2 Justificación

En investigaciones realizadas anteriormente por Rojas, (2014) y Alvarado y Suarez, (2016); se ha estudiado la germinación del *C. chicamochae*, sin embargo, es necesario ampliar el

conocimiento y se hace indispensable conocer métodos de propagación que sean más eficientes para asegurar la subsistencia de esta especie. El aporte de esta investigación se centra en proporcionar información para futuros estudios considerando que el *C. chicamochae* es una especie que presta servicios importantes para el Bosque Seco Tropical, su desaparición podría generar alteraciones a este ecosistema.

1.3 Antecedentes

Según (Carrillo-Fajardo, 2007) los Bosques Secos Tropicales se establecen entre 0 y 1.100 m de altitud; presentan temperatura media superior a 24 °C, y su promedio anual de lluvias oscila entre los 1.000-2.000 mm, con variaciones por efectos locales. En Colombia, el Bosque Seco Tropical ha perdido más del 90% de su cobertura original y el 65% de las zonas deforestadas han sido tan degradadas que se encuentran en estado de desertificación. Por otro lado, este ecosistema tiene un alto número de especies que no se encuentran en ningún otro sitio y provee de importantes servicios ambientales como la regulación hídrica, retención de suelos, captura de carbono, regulación del clima y la disponibilidad de agua y nutrientes (Humboldt, 2014)

La vegetación en el enclave xerofítico del Cañón del Chicamocha, presenta diversos disturbios sucesionales en un ambiente de alta heterogeneidad, los principales tipos de dinámica y cambios en la vegetación se dan por disturbios como deslizamientos o remoción del suelo en áreas de laderas, pastoreo no estabulado de cabras (*Capra sp*), agro ecosistemas en terrazas y fluctuaciones en el río (Valencia, 2012).

Albesiano y Rangel (2006) en su investigación, exponen que el tipo de vegetación fisionómico dominante es el matorral, aunque se encuentran alguna vegetación boscosa cerca de los cursos de agua, como es el caso del *C. chicamochae*, el cual constituye uno de los elementos característicos del paisaje de pendiente del Cañón del Chicamocha, asociado al

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

Bosque Seco Tropical y ripario de los afluentes que hacen parte del Río Chicamocha como lo es el río Guaca. Estos, aunque relictos presentan altos grados de diversidad, es decir, no tienden a ser bosques homogéneos (Alvarado y Suarez, 2016).

Actualmente el *Cavanillesia chicamochae* se encuentra en la categoría de amenaza, por lo cual la Corporación de Desarrollo de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), con el fin de contribuir con la conservación *in situ*, aumentar el tamaño poblacional y dar a conocer esta especie endémica a los visitantes, firmó un convenio con el Parque Nacional del Chicamocha (PANACHI) sembrando 1500 plantas de *C. chicamochae* en las pendientes del cañón del Chicamocha aledañas al recorrido del teleférico. Como resultado se establece la primera cartilla denominada Producción de Plántulas de *Cavanillesia chicamochae* Especie en Peligro de Extinción (Rojas, 2014).

Rodríguez y Suarez, (2015) En su estudio, plantean que esta especie compone uno de los elementos más importantes del paisaje del cañón y otros afluentes asociados al Bosque Seco Tropical.

Una recomendación dada por el trabajo de grado de Alvarado y Suarez, (2016) con base en los resultados obtenidos en la germinación, es realizar de ensayos de reproducción antes de la aplicación en campo, para conocer las necesidades que dicha especie tiene para su desarrollo y así obtener bajos índices de mortalidad.

2 . Objetivos

2.1 Objetivo General.

Determinar la germinación y el desarrollo de la *Cavanillesia chicamochae* (Fern. Alonso), utilizando diferentes métodos de propagación.

2.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar la geminación y desarrollo en las primeras etapas de crecimiento de la *C. chicamochae*, por medio de propagación de semilla desnuda, en diferentes sustratos.
- Comparar los porcentajes de germinación de semilla desnuda y fruto
- Identificar la morfología interna y la fenología de la semilla
- Determinar la longevidad de la semilla almacenada en condiciones ambientales
- Caracterización física y química del mucilago.

3 . Marco Referencial

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Generalidades de la zona. Los relictos del bosque donde se encuentra el *C. chicamochae* seleccionados para el proyecto, se encuentran ubicados en la parte baja del Río Guaca, con un área aproximada de 10.736 **Km²** entre las coordenadas 6° 41' 56" N 72° 54' 60" O y 6° 42' 40" N 72° 52' 30" O, las cuales comprenden los municipios de Cepita vereda la Habana y San Andrés Vereda el Embudo sector boquerón sobre el lecho de la quebrada El Guácimo (Rodríguez y Suarez, 2015). Según la clasificación de Holdridge, estos se sitúan en las zonas de vida Bosque Seco Tropical (Bs-T) en los sectores de La Habana y El Embudo; y Bosque Húmedo Premontano (Bh-PM), ubicado hacia los 1.500 msnm, en el corregimiento de la Laguna de Ortices del municipio de San Andrés (Santander, Colombia). Las variaciones altimétricas, el relieve y su ubicación en la Zona de Confluencia Intertropical, junto con los vientos, son de gran importancia en el clima tropical que presenta la zona, debido a que por su efecto el aire cálido y húmedo proveniente del valle del Magdalena Medio asciende por los valles de los ríos Sogamoso y Chicamocha, influenciando en la precipitación y la temperatura local. Al igual que la presencia de los dos periodos húmedos y dos secos intercalados que se observan a lo largo del año (Sánchez, 2002).

3.1.2 Generalidades de la Especie.

3.1.2.1 *Cavanillesia chicamochae*. La especie *C. chicamochae* se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 230 hasta los 1100 metros de altitud, con una precipitación promedio anual de 731 mm y temperatura media de 25,4°C. Es característica de ambientes donde predominan las pendientes pronunciadas, algunas mayores a 45° en el enclave subxerofítico del cañón, cuyos suelos son básicamente de roca suelta, con presencia de vegetación de rastrojos arbustivos, y frecuentes derrumbes. Esta especie es un elemento muy importante en el paisaje del Cañón del Chicamocha, la cual presenta una distribución restringida (Fernández, 2003). Conocida comúnmente como barrigón o ceiba barrigona, se caracteriza por poseer un porte arbóreo, de 4 a 8 metros de altura, un troco fusiforme grueso, aunque la base puede alcanzar hasta 1 metro de diámetro. Presenta raíces expuestas a modo de pequeños zancos que anclan el tronco a las pendientes; la copa es generalmente pequeña y plana o flexionada hacia la base y extendida con dirección a la pendiente. Las hojas se encuentran densamente agrupadas en el ápice de las ramas. Las flores presentan sépalos verdes y pétalos crema con ápice rojo. Su fruto es en forma de sámara con parte central fusiforme, parda y seis alas amplias que le confieren forma de aspa, posee una semilla central aguda de 3 cm de longitud aproximadamente.

Cuando llueve, los frutos se hinchan en su parte central, formándose una capa parda oscura mucilaginosa de color marrón de hasta 5 cm de diámetro, que recubre a la semilla ubicada en posición central. Esta reserva de agua permite a la plántula contar con un ambiente húmedo mientras que la radícula se fija al suelo (Díaz et al, 2011).



Ilustración 1. Cavanillesia chicamochae

3.1.2.2 Distribución geográfica. Según (Díaz Pérez, 2011) el *C. chicamochae* es una especie con distribución restringida, encontrándose únicamente en la cuenca media del Cañón del Chicamocha, Río Sogamoso y en algunas laderas de los afluentes que lo irrigan como los ríos Umopalá, Manco y Guaca, en los municipios de Cepitá, Guaca, Girón, Jordán, Los Santos, Piedecuesta y Zapatoca (Santander). La extensión donde ese encuentra corresponde a un área de 97.200 ha, la cual pertenece a una pequeña parte del área total de Bosque Seco Tropical del valle medio del Río Chicamocha. Esta zona presenta suelos que se han originado a partir de rocas de areniscas, siendo excesivamente drenados y muy superficiales (Albesiano y Rangel-Ch. 2006), su relieve es fuertemente quebrado con pendientes mayores al 45% y su cobertura es de rastrojo arbustivo (Beltrán, 2004).

3.1.2.3 Fenología. De acuerdo con el seguimiento fenológico realizado a la especie desde el año 2005, por el Jardín Botánico Eloy Valenzuela, la especie presenta su floración a finales de diciembre y mediados de enero y su producción de semillas se da entre los meses de marzo y abril, lo cual coincide con el aumento de la precipitación que posteriormente permitirá la germinación de las semillas (Rojas, 2014).

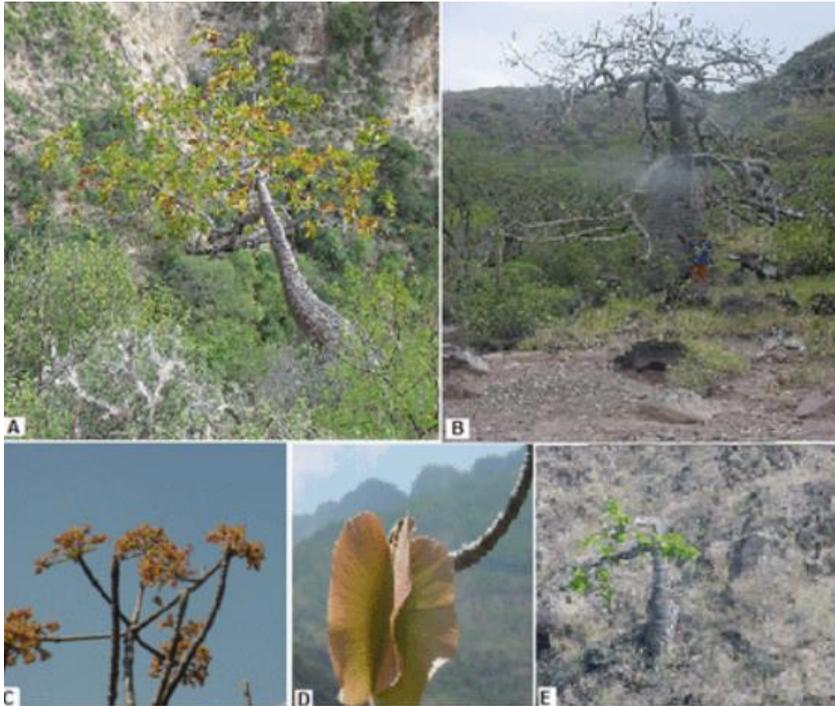


Ilustración 2. Ciclo fenológico de *Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso. **A.** Amarillamiento de las hojas **B.** Defoliación total del árbol. **C.** Floración **D.** Desarrollo de los frutos **E.** Brotamiento de las nuevas hojas. Adaptado de Alvarado, L., y Suarez, E. (2016). “Ensayo de sobrevivencia y crecimiento inicial en parcelas demostrativas de la ceiba barrigona (*Cavanillesia chicamochae* fern. Alonso) en los municipios de Capitanejo (Santander) y Tipacoque Boyaca, Colombia”. (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Malaga, Colombia.

3.1.2.4 Hábitat. *C. chicamochae* crece generalmente en relieves quebrados, en pendientes hasta 75%, acompañado por vegetación arbustiva. Los suelos donde se desarrolla presentan alto drenaje y son superficiales y la mayor parte del año presenta un déficit hídrico para la planta. Lo cual conlleva a procesos de remoción en masa y genera fuerte incidencia en la vegetación (Díaz et al., 2011).

3.1.2.5 Ecología. Generalmente el *C. chicamochae* se encuentra en sitios muy secos del Cañón del Chicamocha, su población viene disminuyendo paulatinamente. Las especies asociadas a esta área son *Cnidoscolus tubulosus*, *Cordia curassavica*, *Jatropha gossypifolia*, *Lantana canescens*, *Lippia origanoides*, *Opuntia depauperata*, *Prosopis juliflora*, *Senna pallida* y *Stenocereus griseus* (Albesiano et al., 2003).

3.1.3 Estado Actual de Amenaza. Actualmente, tras la reevaluación del grado de amenaza, la especie *Cavanillesia chicamochae* fue ascendida a la categoría en peligro debido al deterioro de sus poblaciones, por esto se categoriza como En Peligro EN B1 ab (ii), B2 ab (iii), lo cual indica que la especie enfrenta un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en un futuro cercano. Los factores que principalmente deterioran la especie es la inestabilidad del terreno, el incremento de cultivos, la extracción por coleccionistas y la presencia de ganado caprino (Díaz *et al.*, 2011). Estos factores en conjunto afectan la dinámica del *C. chicamochae*, por tal motivo se observan únicamente individuos adultos comprometiendo la estabilidad y supervivencia de la especie (Rojas, 2014).

3.1.4 Mucílago. Los mucílagos son sustancias vegetales viscosas, coagulables al alcohol, de igual manera son soluciones acuosas espesas de goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad (Peña, 2017). Su estructura química general, corresponde a polisacáridos heterogéneos (Alpizar, 2017) y son determinados como sustancias análogas por su composición y propiedades similares a las gomas, que gracias a la concentración de hidroxilos en los polisacáridos que los conforman, poseen una capacidad de retención de agua generando un beneficio para la planta en los periodos de sequías (Fang *et al.*, 2014).

Los mucílagos son producto del metabolismo de las plantas y se acumulan en células especiales dentro de los tejidos. De igual manera, se localizan como material de reserva hidrocarbonado, reserva de agua en plantas o bien como elementos estructurales como, por ejemplo, en el tegumento externo de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores o semillas), proporcionándoles elasticidad y suavidad (Guiotto, 2014).

Los mucílagos de plantas superiores se clasifican clásicamente en dos grandes grupos: mucílagos neutros y mucílagos ácidos. Los neutros reciben esta denominación debido a que su

estructura química corresponde a polímeros heterogéneos de la manosa que incorporan en su estructura un porcentaje variable de otras osas. Los mucílagos ácidos denominados así por su estructura en donde figuran derivados ácidos de osas, aunque en muchas ocasiones no se conoce totalmente. Se consideran dentro de ellos varios grupos de mucílagos dependiendo de la familia botánica a la que pertenecen las plantas que los producen, en el caso de los mucílagos pertenecientes a la familia Malvaceae se denomina (*Malva sylvestris* y *Althaea officinalis* (Cosme Pérez, 2008).

3.1.4.1 Análisis Bromatológico del Mucílago. El análisis bromatológico implica la determinación de la composición química, con la finalidad de identificar las características fisicoquímicas al igual que conocer la composición cualitativa y cuantitativa de los elementos.

Las pruebas que se practican en el análisis bromatológico son:

- **Humedad:** El contenido de humedad es de gran importancia para el conocimiento de la proporción en la que los nutrientes se encuentran presentes (Márquez y Navarro, 2007). El cálculo para determinar el contenido de humedad es: (Leterme y Estrada, 2016).

Donde:

$$\% \text{ de materia seca} = \frac{\text{peso seco de la muestra}}{\text{peso húmedo de la muestra}} \times 100$$

- (Peso del crisol vacío + materia fresca) – peso del crisol vacío = Peso Húmedo de la Muestra
 - (Peso del crisol vacío + materia seca) – peso del crisol vacío = Peso Seco de la Muestra
- **Cenizas:** Las cenizas están constituidas por los residuos inorgánicos que quedan luego de que la materia orgánica se ha quemado. Estas cenizas adquiridas no necesariamente poseen la misma composición de la materia mineral de la muestra original. La cantidad

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

de cenizas representa el contenido total de minerales presentes y éstas al contener elementos inorgánicos, son de interés nutricional como es el calcio y fósforo entre otros (Química de alimentos, 2014).

El cálculo para determinar la cantidad de cenizas es (Leterme y Estrada, 2016):

$$\% \text{ de cenizas totales} = \frac{\text{peso del crisol} + \text{cenizas} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{peso de muestra seca}} \times 100$$

- **Determinación del extracto etéreo:** El contenido de grasa se considera como el compuesto de lípidos “libres” es decir son aquellos que pueden ser extraídos por disolventes menos polares como el éter. En el análisis de las muestras vegetales es llamado “extracto etéreo” y no “grasas”, debido a que además de grasas, el éter extrae pigmentos vegetales y ceras (Márquez y Navarro, 2007).

El cálculo para determinar la cantidad de extracto etéreo: (Leterme y Estrada, 2016).

Donde:

$$\% \text{ de extracto etéreo} = \frac{\text{contenido en grasa}}{\text{peso muestra} \times \% \text{ M.S analítica}} \times 100$$

- (Peso del balón + grasa) – peso del balón seco = contenido de grasa de la muestra.

- **Espectroscopia infrarroja:** En el llamado espectro de infrarrojo es posible observar el resultado de la interacción entre la radiación infrarroja y la muestra analizada.

El espectro de infrarrojo es un dibujo compuesto por bandas o picos, en donde en el eje de las abscisas (o de las X) están representados todos los valores del intervalo de longitud de onda del infrarrojo medio, ya sea en número de onda (cm⁻¹) o de longitud de onda (nanómetros). Mientras que en el eje de las ordenadas (o de las Y) están representados los valores de la intensidad de absorción o transmisión, cada pico representa un específico tipo de vibración.

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

Por lo tanto, podemos decir que el espectro es una representación de los estados excitados producidos al hacer un barrido en todo el intervalo de longitudes de onda en el infrarrojo medio.

En un compuesto pueden existir varios grupos funcionales, sus propiedades físicas y químicas vendrán determinadas fundamentalmente por ellos. Existen en la bibliografía una gran variedad de tablas de asignación de bandas o picos con el propósito de facilitar la explicación de un espectro de infrarrojo, las hay organizadas por compuestos o por grupos de familias químicas (Mondrag, 2000).

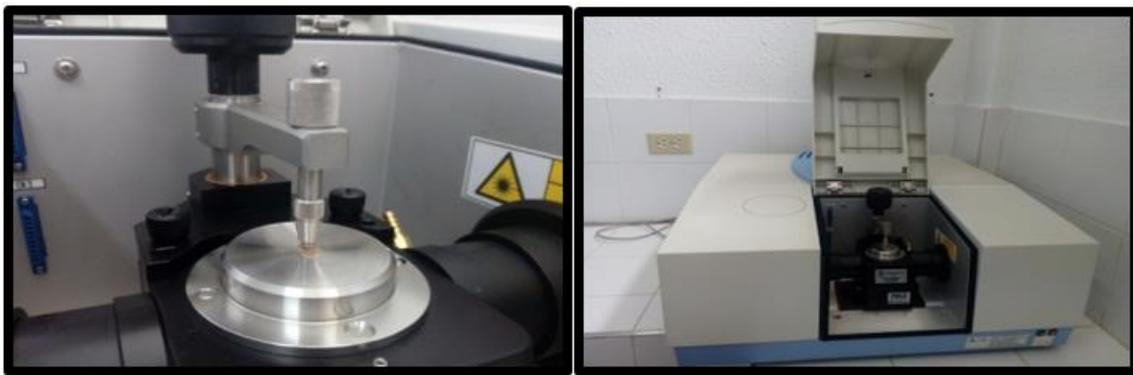


Ilustración 3. Espectrofotómetro infrarrojo FT-IR SHIMADZU Prestige-21.

3.2 Marco Conceptual.

- **Germinación:** Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en planta, este se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: luz, agua, oxígeno y sales minerales (Alvarado y Suarez, 2016).
- **Endemismo:** Especie exclusiva de una zona y es imposible encontrarla en otro lugar de forma natural.
- **Conservación *ex situ*:** Preservación de una especie en un ecosistema diferente a su hábitad natural.

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

- **Semillas:** Unidad de reproducción para la gran mayoría de las plantas, la cual desempeña una función fundamental en la dispersión de la población vegetal y regeneración de los bosques.
- **Tratamiento:** Construyen los diferentes procedimientos, procesos, factores o materiales, cuyos resultados van a ser comparados o medidos. El tratamiento implementa un conjunto de parámetros experimentales los cuales deben ser atribuidos a una unidad experimental dentro de las condiciones del diseño seleccionado.
- **Enraizante:** Productos naturales o químicos para estimular la aparición y desarrollo de los pelos radiculares y de esta manera garantizar el crecimiento más eficiente de la planta y la absorción de nutrientes del suelo.
- **Propagación:** Distintos métodos para la reproducción o multiplicación de especies, los métodos de propagación van desde el más sencillo que hace referencia a la dispersión de semillas hasta el más complejo que corresponden a los injertos.
- **Sustrato:** Definido como el material sólido distinto del *in situ* de la especie, el cual puede ser mineral u orgánico, que colocado en un contenedor ya sea de forma pura o mezclado permite el soporte de sistema radicular.
- **Esquejes:** Nombre que se le asigna a la porción de tallo separado de la planta madre con determinadas características, el cual es posteriormente colocado en condiciones que le favorecen la formación de nuevas raíces que contribuyen a la aparición de una nueva planta. Es un tipo de reproducción asexual.
- **Defoliación:** Pérdida de hojas de la planta por factores diversos como, atmosféricos, químicos o enfermedades.
- **Plantas vasculares:** Tipos de plantas que poseen raíz, tallo y hojas que son alimentadas gracias a un sistema vascular el cual es el encargado de distribuir el agua y los nutrientes

con el fin del buen desarrollo y crecimiento de la misma. El sistema está conformado por xilema y floema.

- **Reproducción asexual:** Forma de reproducción de cualquier ser vivo, del cual una célula, por proceso de mitosis se desarrolla un individuo completo, con características idénticas a las de la planta progenitora. No posee intervención de las células sexuales.
- **Factores antrópicos:** Modificaciones que sufren el medio ambiente o la naturaleza por la actividad humana.
- **Fase fenológica:** Una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica,
- **Longevidad:** Se define como longevidad de un lote de semillas, el tiempo que puede mantenerse viable en unas determinadas condiciones ambientales.

3.3 Marco Legal.

Decreto 2811 de 1974: La flora constituye prioridad dentro de la política, la conservación, la protección, propagación, la investigación, el conocimiento y el uso sostenible de la flora colombiana.

Para proteger la flora silvestre colombiana se podrán tomar las medidas tendientes a:
Intervenir en el manejo, aprovechamiento, transporte y comercialización de especies e individuos de la flora silvestre y sus productos primarios, de propiedad pública o privada.
Fomentar y restaurar las especies que conforman la flora silvestre. Controlar las especies o individuos de la flora silvestre, mediante prácticas de orden ecológico.

Ley 99 de 1993: Se establece dentro de los principios generales ambientales que la “biodiversidad del país por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser

protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. La acción para la protección y la recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

“Se regula la adquisición de las áreas o ecosistemas estratégicos para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales”. Con los procesos de descentralización de las funciones del estado, los municipios se convierten en actores fundamentales para la protección de patrimonio ecológico local, puesto que poseen facultades y herramientas que les permite el ordenamiento del territorio y destinar áreas para distintos tipos de conservación, y sus limitantes se fijan en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 y demás normas en materia de grupos étnicos.

Ley 165 de 1994: Mediante la cual se aprueba el convenio sobre la Diversidad Biológica (rio de Janeiro de 5 de junio de 1992), el cual brinda lineamientos operativos para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad vegetal, la conservación sobre el comercio internacional de las especies amenazadas de flora silvestre.

Ley 299 de 26 de julio de 1996: Por la cual se protege la flora colombiana, se reglamenta los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.

Artículo 1. La flora colombiana: La conservación, la protección, la propagación, la investigación, el conocimiento y el uso sostenible de los recursos de la flora colombiana son estratégicos para el país y constituyen prioridades dentro de la política ambiental.

Son de interés público y beneficio social y tendrán prelación en la asignación de recursos en los planes y programas de desarrollo y en el presupuesto general de la Nación y en los presupuestos de las entidades territoriales y de las corporaciones autóctonas regionales.

Artículos 5. De las medidas de manejo sobre las especies amenazadas: Las actividades de investigación uso sostenibles y de más medidas para la conservación que se pretendan adelantar

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

sobre especies amenazadas y sus hábitats, serán autorizadas o negadas por las autoridades ambientales competentes, con el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en la materia, previo análisis de las consideraciones técnicas y científicas que permitan asegurar la recuperación y protección de dichas especies y de los hábitats que las albergan.

Artículo 11: Se apoya el proceso de investigación científica de la flora colombiana, se establece de manera permanente la Expedición botánica en todo el país.

Decreto 1791 de 1996: Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

Artículo 4: las de conservaciones y protección, tanto de la flora silvestre, como de los bosques naturales y de otros recursos naturales renovables relacionados con estos, mediante la declaración de las reservas de que trata el artículo 47 del Decreto – Ley 2811 de 1974, en aquellas regiones donde sea imprescindible adelantar programas de restauración, conservación o preservación de estos recursos.

Artículo 10: El inventario estadístico para todas las especies a partir de diez centímetros (10 cm) de diámetro a la altura del pecho (DAP), con una intensidad de muestreo de forma tal que el error no sea superior al quince por ciento (15%) con una probabilidad del noventa y cinco por ciento (95%).

Decreto 391 de 1996: Biodiversidad.

Artículo 8: Mediante la cual se propone: Fortalece el establecimiento de programas de capacitación científica y técnica, así como el desarrollo de programas de investigación que fomenten la identificación, registro, caracterización, conservación y utilización sostenible de la biodiversidad.

Decreto 309 de 2000: Por la cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.

Resolución 584 de 2002: Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones.

Resolución 0192 de 2014: Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentra en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.

4 . Diseño Metodológico.

4.1 Tipo de Estudio.

Para realizar el análisis de germinación y desarrollo del *C. Chicamochae* se define que este proyecto es de carácter experimental e investigativo, por lo cual es necesario la recolección de información primaria y secundaria tales como: consultas en internet, artículos, citas bibliográficas, entre otros, los cuales permiten el éxito del proyecto.

4.2 Localización.

La presente investigación se realizó en las instalaciones de La Universidad Industrial de Santander sede Málaga (Santander, Colombia), la cual se encuentra ubicada en el casco urbano del municipio, al nororiente del Departamento de Santander a 6° 42' de Latitud norte y 72° 44' de longitud oeste, con una altitud media de 2.200msnm y temperatura promedio de 18° C (Estación Meteorológica Universidad Industrial de Santander).

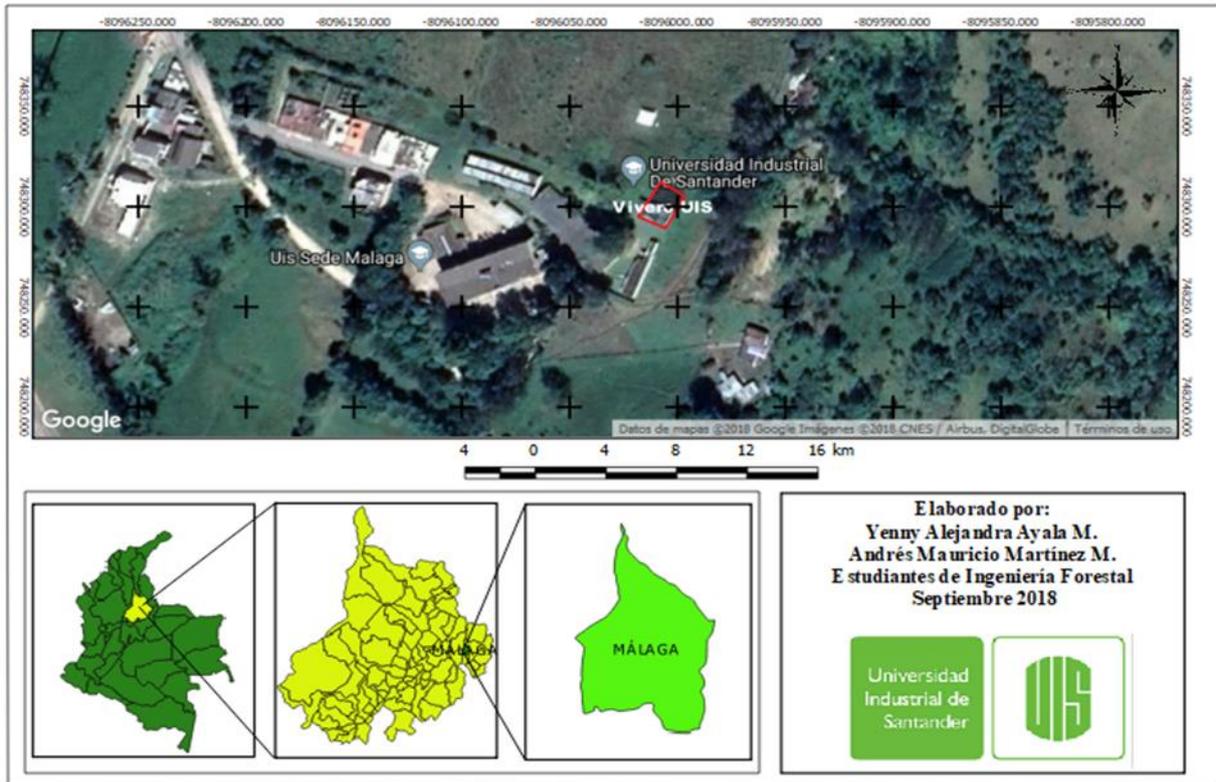


Ilustración 4. Ubicación de vivero en la Universidad Industrial de Santander sede Málaga.

4.3 Metodología.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se ejecutaron las siguientes fases:

- **Fase 1:** Fase de campo y recolección del material vegetal.
- **Fase 2:** Preparación y germinación de frutos, semillas, esquejes y extracción del mucilago.
- **Fase 3:** Fenología de la semilla.
- **Fase 4:** Identificación de la morfología de la semilla y curva de imbibición.
- **Fase 5:** Dormancia y viabilidad de la semilla.
- **Fase 6:** Caracterización del mucílago.

4.3.1 Fase 1: Fase de Campo y Recolección del Material Vegetal. Para el presente estudio se realizó la recolección de semillas y material vegetal en la parte baja del Río Guaca, vereda La Habana y El Embudo, municipio de Cepita y San Andrés (Santander, Colombia). Entre las coordenadas $6^{\circ} 41' 56''\text{N } 72^{\circ}54'60''\text{O}$ y $6^{\circ} 42'40''\text{N } 72^{\circ}52'30''\text{O}$. El lugar fue escogido y localizado por estudios anteriormente realizados en estos relictos e información proporcionada por las personas de la región. Los frutos y los esquejes del *Cavanillesia chicamochae* se recolectaron directamente de la planta y se almacenaron en costales de nylon, para posteriormente ser trasladadas a la Universidad Industrial de Santander donde se desarrolló el proceso de germinación.



Ilustración 5. Recolección de material vegetal.

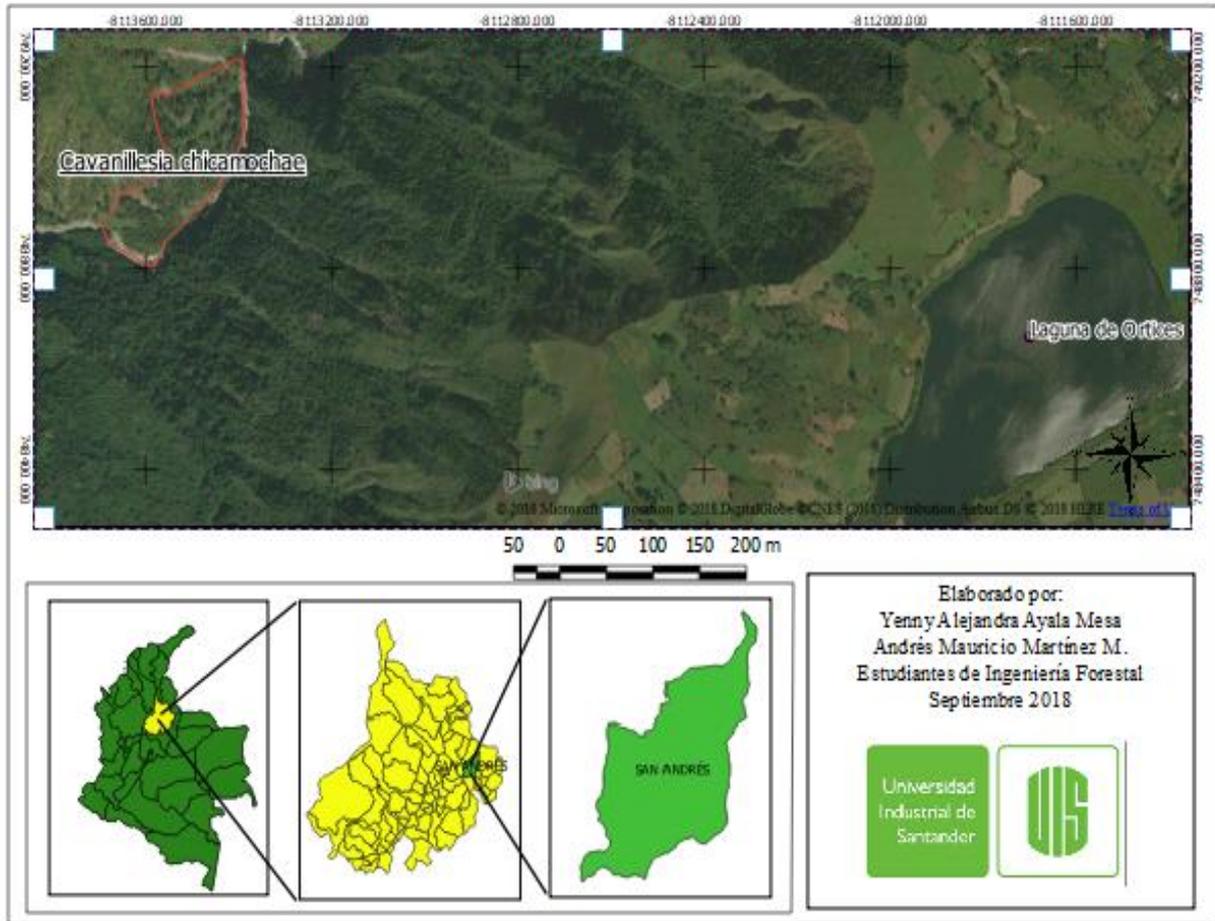


Ilustración 6. Localización de *Cavanillesia chicamochae*, ubicado en el Corregimiento de la laguna de Orquídes (Santander)

4.3.1.1 Corte de esquejes. Para la recolección de los esquejes se seleccionaron ramas verticales que presentan entre 4 a 6 nudos, realizando cortes de forma oblicua por debajo del nudo en la parte del tallo o rama principal. Se obtuvieron esquejes de 20 cm de longitud con yemas apicales, dejando de 2 a 3 hojas para evitar la deshidratación de estos.

El material fue recolectado de árboles de mayor tamaño y depositado en contenedores plásticos y cubiertos con papel periódico húmedo, para ser transportado al vivero.



Ilustración 7. Recolección de esqueje

4.3.2 Fase 2: Preparación y Germinación de Frutos, Semillas, Esquejes y Extracción del Mucílago. Una vez el fruto fue trasladado al vivero, se realizó la separación del mucílago y la semilla, posteriormente se aplicó un fungicida agrícola, debido a que ésta es propensa a ser atacada por hongos.



Ilustración 8. Semilla desnuda de *Cavanillesia chicamochae*.

4.3.2.1 Proceso de enraizamiento de esquejes. Para los esquejes se utilizaron 2 tratamientos, el primero consistió en sumergir los esquejes en Ácido Gibereleco al 40% utilizando 1g por litro de agua durante cinco minutos, y el segundo, agua de coco durante 15 minutos, para luego ser plantadas.

4.3.2.2 Montaje del ensayo. Se implementaron nueve camas de germinación previamente desinfectadas con Oxícloruro de Cobre, con tres diferentes tratamientos, arena, tierra preparada y una mezcla de $\frac{3}{4}$ de tierra y $\frac{1}{4}$ de cascarilla de arroz, de los cuales tres de ellos fueron plantados con 50 semillas desnudas, tres cajones con 50 frutos y los tres cajones restantes con 25 esquejes.

Las semillas fueron enterradas a 3cm de profundidad con una distancia de siembra de 5x7 cm entre sí, realizándose un riego inicial y posteriormente riego cada tercer día por las primeras tres semanas. Los frutos fueron enterrados $\frac{1}{3}$ del mucílago con una distancia de siembra de 5x7 cm entre sí, el riego se realizó con el mismo intervalo de tiempo que el de la semilla.

Para el desarrollo de la fase experimental se implementó un diseño completamente al azar, con 4 repeticiones por tratamiento, en cuanto a la determinación del porcentaje de germinación se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} \times 100$$

4.3.2.2.1 Tratamiento. Se evaluaron tres tratamientos, descritos a continuación.

T1: Arena de río.

T2: Tierra preparada.

T3: Mezcla de $\frac{3}{4}$ de tierra y $\frac{1}{4}$ de cascarilla de arroz.

4.3.2.2.2 Análisis estadístico. Los registros de las variables analizadas serán sometidos a un análisis de varianza, cuando allá diferencias significativas ($p < 0.05$) se desarrollará un análisis de medias utilizando el test de rangos múltiples de Duncan, para la separación de medias incluidas en el paquete estadístico R.

4.3.3 Fase 3: Fenología de la Semilla. Se implementaron dos ensayos para determinar los estadios fenológicos de desarrollo del *C. chicamochae* en estado de geminación, brote y crecimiento de la hoja. El primer ensayo consta en ubicar algodón en el fondo de 10 vasos, luego situar la semilla encima regándose periódicamente. El segundo consta en llenar 10 vasos con agua para sumergir la semilla totalmente, estos ensayos tienen el fin de determinar algunos factores importantes en el desarrollo de la germinación y observar los diferentes estadios que ocurren en la semilla (Bleiholder, 1996).



Ilustración 9. Ensayos para la observación de la fenología de la semilla

Escala general del compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono y dicotiledóneas cultivadas BBCH.

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

Tabla 1.

Escala BBCH extendida.

Código	Descripción
D =	Dicotiledóneas
M =	Monocotiledóneas
G =	Gramíneas
P =	Perennes
V =	Desarrollo a partir de partes vegetativas o de órganos de propagación
Estadio principal de crecimiento 0: Germinación, brotación, desarrollo de la yema	
00	Semilla seca ¹⁾
01	P, V Dormancia invernal o período de reposo Comienza la imbibición de la semilla;
03	P, V Comienza la hinchazón de la yema Imbibición completa
05	P, V Fin del hinchamiento de la yema La radícula (raíz embrional) emerge de la semilla;
06	P, V Los órganos de multiplicación vegetativa comienzan a emitir raíces Elongación de la radícula, formación de pelos radiculares y/o raíces laterales
07	M El coleóptilo emerge de la semilla (cariópside) D El hipocótilo con los cotiledones o la raíz salen a través del tegumento seminal
08	P, V La yema comienza a abrirse o a brotar D El hipocótilo con los cotiledones crecen, dirigiéndose hacia la superficie del suelo
09	P, V El brote crece, dirigiéndose hacia la superficie del suelo M Emergencia: El coleóptilo sale a través de la superficie del suelo D Emergencia: Los cotiledones salen a través de la superficie del suelo (excepto en la germinación hipogea) D, V Emergencia: Brotes / hojas salen a través de la superficie del suelo P La yema muestra bordes verdes
Estadio principal de crecimiento 1: Desarrollo de las hojas (tallo principal)	
10	M La 1a hoja verdadera emerge del coleóptilo; D Cotiledones completamente desenrollados P Las primeras hojas se separan del brote
11	P Desarrollo de la 1a hoja o par de hojas verdaderas o verticilio Desarrollo de la primera hoja
12	Desarrollo de la segunda hoja, o par de hojas verdaderas o verticilio
13	Desarrollo de la tercera hoja o par de hojas verdaderas o verticilio
14	Continuación de estadios hasta ...
19	Desarrollo de 9 o más hojas verdaderas o pares de hojas o verticilios

¹⁾ Los tratamientos de la semilla se efectúan en el estadio 00

Nota: Estadios principales para la identificación de la fenológicos para los estadios de germinación y desarrollo inicial. Adaptado de Bleiholder, H. (1998) "Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono-dicotiledóneas cultivadas BBCH". Limburgerthof, Alemania: BBA: BSA.

4.3.4 Fase 4: Identificación de la Morfología de la Semilla y Curva de Imbibición.

4.3.4.1 Morfología. Se realizaron cortes longitudinales a la semilla los cuales permitieron que el embrión quedara expuesto. Para establecer la posición, la forma y partes del embrión.

4.3.4.2 Curva de imbibición. Para la curva de imbibición se registró el peso fresco de 10 semillas, posteriormente se ubicaron en diferentes frascos sumergidos en 50 ml de agua destilada, se registró el peso de cada semilla en intervalos de 15 minutos, hasta que el peso de la biomasa no varió (Moreno *et al.* 2006). Previo a cada medición se secó con papel absorbente retirando el exceso de agua. Con los datos obtenidos se realizó la curva de imbibición de las semillas, masa con respecto al tiempo.

4.3.4.3 Capacidad de absorción de agua. Para determinar la capacidad de absorción de agua se tomaron 10 semillas, las cuales se sumergieron en 50 ml de agua destilada durante 12 horas realizando un pesaje al inicio y al final del ensayo. La capacidad de agua se calculó restando el peso de las semillas después de la imbibición menos el peso inicial por cien.

$$\% \text{Capacidad de absorción de agua} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso final}} \times 100$$

4.3.5 Fase 5: Dormancia y Viabilidad de la Semilla. Para tener una idea más precisa de la viabilidad de la semilla se replicó el ensayo de germinación de semillas desnuda con tres diferentes sustratos a los cuatro y seis meses, para calcular el porcentaje de geminación alcanzado sin mucílago almacenadas a temperatura ambiente.

4.3.6 Fase 6: Caracterización del Mucílago por Medio de Análisis Bromatológico.

4.3.6.1 Contenido de humedad. La medición se realiza con el objetivo de saber cuál es el contenido de agua de una sustancia al igual que la proporción de materia seca. Para este análisis, se utilizó aproximadamente 5,6 gramos de muestra de mucílago a una temperatura de 105°C en un horno Memmert por 24 horas, luego del tiempo transcurrido se enfrió en el desecador y se pesó para a determinación de humedad por diferencia de peso.

4.3.6.2 Contenido de cenizas. La finalidad de este análisis es determinar el material no calcinable, compuestos principalmente de elementos metálicos y no metálicos presentes en la muestra. Para los cual se determinó el contenido de cenizas del mucílago, que consistió en tomar las muestras en un crisol previamente pesado, se sometió a una temperatura de 550°C por 6 horas en una mufla, posteriormente se determinó el contenido de cenizas por diferencia de pesos.

4.3.6.3 Contenido en grasas. Se determina en base a la propiedad de los lípidos de ser solubles en disolventes orgánicos como el éter. Consiste en el aislamiento de las grasas por disolución del solvente el cual será eliminado después por evaporación.

Se implementó un montaje soxhlet, insertando un cartucho de papel con 7,88 g de mucílago triturado, y utilizando como solvente 160 ml de hexano, el cual presenta un punto de ebullición de 68 °C, sobre una plancha de calentamiento por 8 horas. Luego se deja enfriar por 24 horas para posteriormente montar la muestra en el horno para evaporar el disolvente completamente y obtener solamente el extracto, pesar la muestra y calcular.

4.3.6.4 Contenido de pH. Para obtener el valor del pH se diluye 3g de mucílago perfectamente triturado en 90ml de agua destilada, dejando reposar por 10 minutos para luego realizar la medición con el pHchimetro.

5 . Análisis de Resultados.

5.1 Resultados de Germinación.

El porcentaje de germinación presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) entre la germinación por fruto (54%) y germinación por semilla (71%), presentando germinación inicial a los 11 días para ambos casos; el tratamiento más efectivo es el T1(arena) con un (71%) en semillas al igual que en el fruto con un (54%), con lo cual se observa que el sustrato que presenta las mejores características para la germinación es el sustrato T1 (arena) seguido del sustrato T2 (tierra negra) y T3 (mezcla) en ambos casos.

Se evidencia que el porcentaje de mortalidad en semillas no presentó diferencias estadísticas para los tratamientos T2 y T3 (43,75% y 49,75%) respectivamente, pero muestra una diferencia estadística con T1(14,00%), siendo este el tratamiento que presentó la menor mortalidad.

Para el análisis de pregerminación en las semillas no presentan diferencias significativas entre los tres tratamientos, en el análisis de pregerminación de los frutos no se encontró mortalidad. Se debe a que al emerger la plántula no presenta testa.

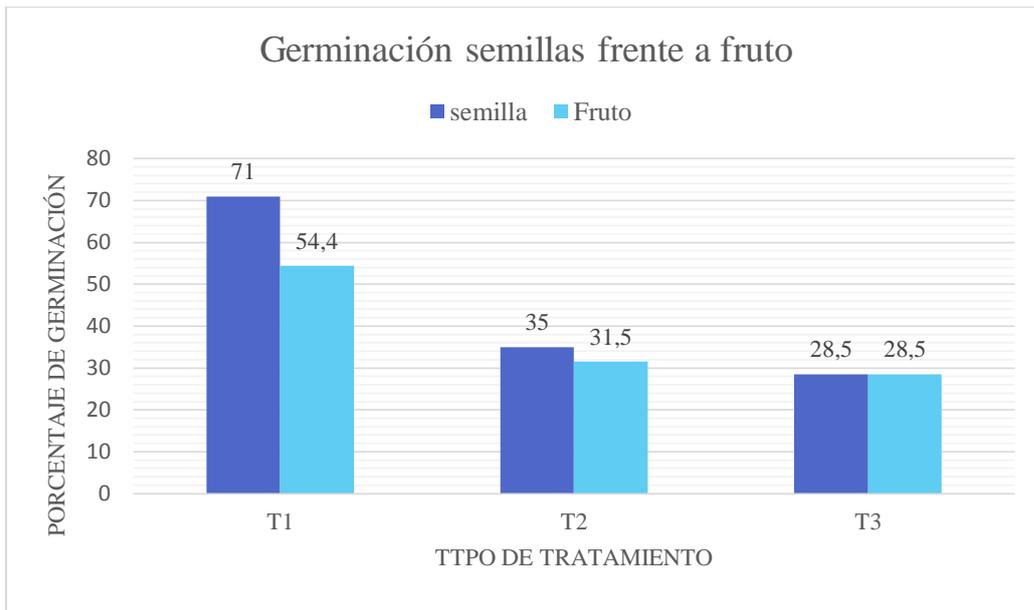


Ilustración 10. Comparación de germinación de semillas frente al fruto



Ilustración 11. Semillas germinadas en sustrato de arena

5.1.1 Germinación por esquejes. En los procesos de germinación por esquejes, los resultados de brotación son nulos. De 25 esquejes en uno solo se observó brote de hojas, lo que indica que no es viable la propagación por esquejes de la *C. chicamochae*.



Ilustración 12. Germinación por esquejes.

5.2 Codificación BBCH de los estados fenológicos de desarrollo de la semilla de *C. chicamochae*.

La germinación de la semilla comienza con un marcado hinchamiento de la cubierta seminal la cual está compuesta por mucílago. La radícula rompe el tegumento seminal en uno de los extremos de la semilla y es la primera estructura del embrión que toma contacto con el ambiente exterior, posteriormente, el hipocotílo arrastra los cotiledones fuera del tegumento hacia el suelo, donde se desprende de forma horizontal, levantándose la planta para consecutivamente desplegar los cotiledones. El desarrollo de la codificación de los estadios fenológico se describió durante seis meses. Se utilizó propagación sexual, la cual dio lugar bajo condiciones semicontroladas en camas de germinación y bolsa de vivero después del trasplante.

Estos estadios principales de crecimiento, fueron descritos usando números del 0 al 13 según la escala de codificación BBCH en orden ascendente. Los estadios principales de crecimiento descritos en el estudio corresponden a los estadios de germinación y desarrollo de hojas.

5.2.1 Estadio principal 0: Germinación.

Tabla 2.

Estadio principal 0: Germinación, según la Codificación BBCH

Código	Descripción	Días desde la Siembra	Evidencias Fotográficas
0	Semilla, Seca	0	
1	Comienzo de la imbibición	1	
3	Imbibición de la semilla, terminada	1	
5	La Radícula (raíz embrionaria) sale de la semilla	3	

(Continuación de la tabla 2)

7	El hipocotilo con cotiledones, rompe el tegumento seminal, formando los cotiledones un ángulo de 45°	5	
8	El hipocotilo, con cotiledones crecen hacia la superficie, formando los cotiledones un ángulo de 90°	8	
9	Emergencia de los cotiledones, formando los cotiledones un ángulo de 108°	9	

5.2.2 Estadio principal 1: Desarrollo de las Hojas.

Tabla 3.

Estadio principal 1: Desarrollo de las hojas, según la Codificación BBCH

Código	Descripción	Días desde la Siembra	Anexos
10	Cotiledones completamente desplegados	11	
12	2 hojas enteras (1er. Par de hojas) desplegada	45	
13	Desarrollo del segundo par de hojas	105	

5.3 Morfología de la semilla y curva de imbibición.

5.3.1 Morfología de la semilla. La semilla presenta una germinación epigea, y tipo de embrión periférico lateral. Con una testa blanda en su mayor parte conformada por mucílago, y un meristemo radicular opuesto al hilo.



Ilustración 13. Morfología interna de la semilla de *Cavanillesia chicamochae*

5.3.2 Absorción de agua. El porcentaje de absorción de agua en la semilla fue del 82,8% partiendo de un 1,5g y alcanzando un promedio 8,7 g en peso húmedo, lo cual le da la capacidad a la semilla de retener gran cantidad de humedad para su germinación, debido a que la testa que la recubre es de mucílago (Tabla 3).

El fruto por poseer mayor cantidad de mucílago, presentando una mayor absorción de agua con un 91,8%, obteniéndose como resultado un peso final de 76,8g (Tabla 4). Esto debido a

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

que es el medio de almacenaje para la germinación en las condiciones de escasas de lluvia que se presentan en el cañón.

Tabla 4.
Absorción de Agua en la Semilla

Semilla	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Absorción de Agua (%)
1	1,79	11,90	84,91
2	1,63	11,41	85,67
3	1,44	7,54	80,85
4	1,48	8,05	81,60
5	1,42	9,00	84,20
6	1,39	8,30	83,29
7	1,40	7,45	81,11
8	1,48	7,44	80,09
9	1,29	8,79	85,25
10	1,32	6,84	80,73
PROMEDIO	1,47	8,67	82,77

Tabla 5.
Absorción de agua del Fruto.

Fruto	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Absorción de Agua (%)
1	5,2	76,6	93,22
2	5,7	77,9	92,68
3	5,7	81,3	92,98
4	7,6	77,3	90,17
5	6,1	78,6	92,24
6	6,8	78,1	91,29
7	6,2	77,5	92,00
8	7,4	74,8	90,11
9	6,5	76,5	91,50
10	5,9	69,8	91,55
PROMEDIO	6,3	76,8	91,77

5.3.3 Curva de imbibición. En los primeros 15 minutos se observa el rápido incremento por absorción, de pasar de 1,46g a 6,81g presentando un 78,57% (imbibición), lo cual demuestra un incremento de tamaño por hinchazón debido al mucílago que cubre la semilla, activándose al entrar en contacto con el agua. Esto muestra una particularidad en la semilla razón por la cual está presenta una rápida y alta germinación (Ilustración 16).

Pasada una hora el peso no presenta una variación significativa, debido a que el mucílago se desprende con el agua, entrando en la segunda fase denominada Activación del Metabolismo o Movilización de Nutrientes, debido a que la semilla imbibes hasta cierto tiempo, donde se encarga de distribuir el agua y movilizar las enzimas encargadas de la activación del embrión, para posteriormente absorber nuevamente agua y entrar a la tercera fase encargada de la elongación del embrión y ruptura de la testa.

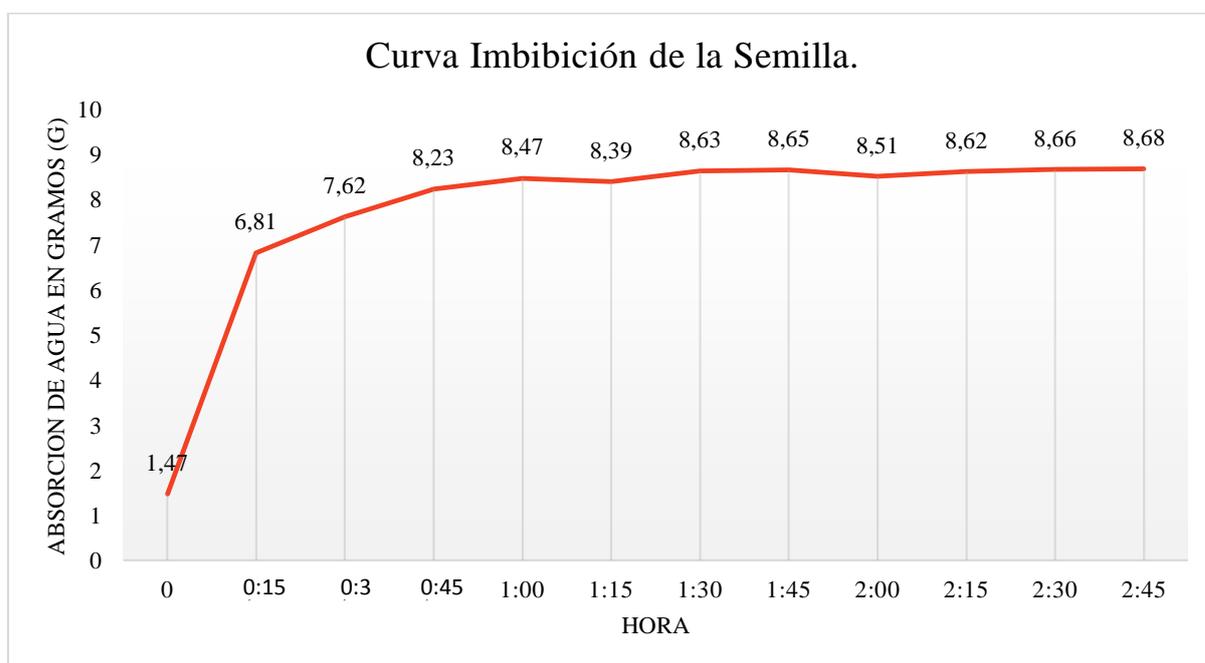


Ilustración 14. Curva de imbibición de la semilla de *Cavanillesia chicamochae* tomada en intervalos de 15 minutos



Ilustración 15. Semillas sumergidas en 50 ml de agua en vasos desechables y pesaje en báscula de precisión

5.3.4 Longevidad de la Semilla. Según los resultados de vigor, las semillas almacenadas en condiciones ambientales muestran que a partir de los dos meses de recolectada esta disminuye el porcentaje de germinación, alcanza un porcentaje demasiado bajo de viabilidad a los cuatro meses.

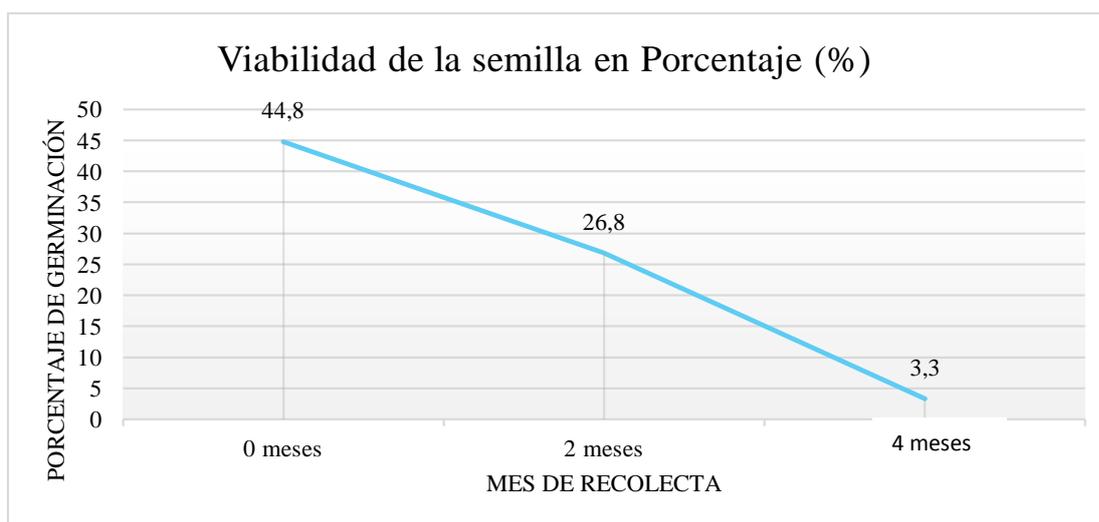


Ilustración 16. Porcentaje de viabilidad de la Semillas la semilla de *Cavanillesia chicamochae* sembradas a los 2 y 4 meses de recolectada

5.4 Protocolo de Siembra por Semilla Desnuda.

5.4.1 Descripción del fruto y la semilla. El fruto es una sámara con la parte central fusiforme con seis alas amplías en forma de aspa. Posee una semilla en su interior de 3cm de longitud. Cuando el fruto entra en contacto con el agua se hincha en su parte central donde se forma una capa mucilaginosa de color marrón de hasta 5 cm, que recubre a la semilla, esta reserva de agua le permite a la planta contar con un ambiente húmedo mientras que la radícula se fija al suelo (Díaz et al, 2011).

5.4.2 Recolección de la semilla. Una vez ubicados los individuos de *C. Chicamochae* que presentan fructificación de color pardo (a principios de diciembre y mediados de febrero) se procede a la recolección de frutos directamente del árbol semillero o del suelo (observar que no presenten afectaciones). Se debe retirar el mucilago con cuidado para no afectar la testa, este se puede dejar en el mismo lugar de recolección puesto que sirve como abono para la misma planta y las especies que se asocian a ella. Así será más fácil el transporte y almacenamiento.

Estas semillas se deben colocar en bolsas ziplo al vacío para ser transportadas al lugar donde se ubican el semillero.



Ilustración 17. Almacenamiento de semillas en bolsa ziplo para un óptimo traslado.

5.4.3 Siembra. Las semillas no requieren proceso pre germinativo ya que su germinación se da antes de un mes. Se debe colocar en el germinador de forma horizontal debido a que no está definida la orientación de salida de la radícula. Debe ser enterrada de dos a tres cm de profundidad ya que es muy intolerante a la presión y las bajas temperaturas.

Es recomendable que el semillero este ubicado bajo invernadero para controlar la humedad, estas deben ser regadas cada tres días por dos semanas, posteriormente, cada cinco días ya que el exceso de agua puede ocasionar la pudrición de la semilla. Si se observa afectación de ataque de hongo retirar la plántula afectada.

5.4.4 Crecimiento y manejo de plántulas. Se hace trasplante a bolsa de 10 kg cuando la planta tenga 20 cm de altura aproximadamente, presenta crecimiento de par de hojas por cada dos meses durante los seis primeros meses. Las plantas deben ubicarse bajo invernadero y se debe regar cada cinco días. Rojas, (2014) recomienda utilizar sustrato compuesto por arena, suelo propio del lugar y abono orgánico en una proporción 1:1:1 durante cuatro meses antes de llevar a campo.

Tabla 6.

Descripción de los Factores que influyen en la germinación.

Factores	Descripción
Tipo de semilla	Recalcitrante (también conocidas como semillas no ortodoxas) son semillas que no sobreviven en condiciones de sequedad y frío no pueden ser conservadas por largos periodos porque pueden perder su viabilidad.

(Continuación tabla 6)

Tipo de Germinación	Epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido de un considerable crecimiento del hipocotíleo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posterior mente en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en organismos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas.
Impermeabilidad de la semilla	No impermeable, dado que la testa es de mucilago el cual cumple la función de absorber y almacenar la humedad para generar un habiente óptimo para germinar
Contenido de agua	Bajo
Tolerancia a la deshidratación	Bajo
Tolerancia de las Bajas Temperaturas	Bajo
Latencia	Baja, dado que la viabilidad la semilla disminuye después del segundo mes de recolección
Presencia de luz en la germinación	No es necesaria
Presencia de aire en la germinación	No es necesaria
Tolerancia a la humedad	Bajo

5.5 Afectaciones en la germinación.

5.5.1 Hongos. La plántula presenta afectaciones en algunas plántulas por damping off y fusarium, tanto en la emergencia de la radícula como directamente la base de la planta, causado por exceso de humedad. Esta enfermedad es causada generalmente por los hongos de los géneros pythium y rhizoctonia.

Los síntomas que presentaron fueron:

- Doblamiento en la base del tallo, a los pocos días de la germinación. Se presenta una contracción oscura y generalmente húmeda, generando necrosis húmeda de la raíz, debido a un exceso de humedad y mal drenaje en el germinador (Arango et al., 2008)
- Afección por fusarium, en la raíz de la plántula.

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

- Fructificación del micelio

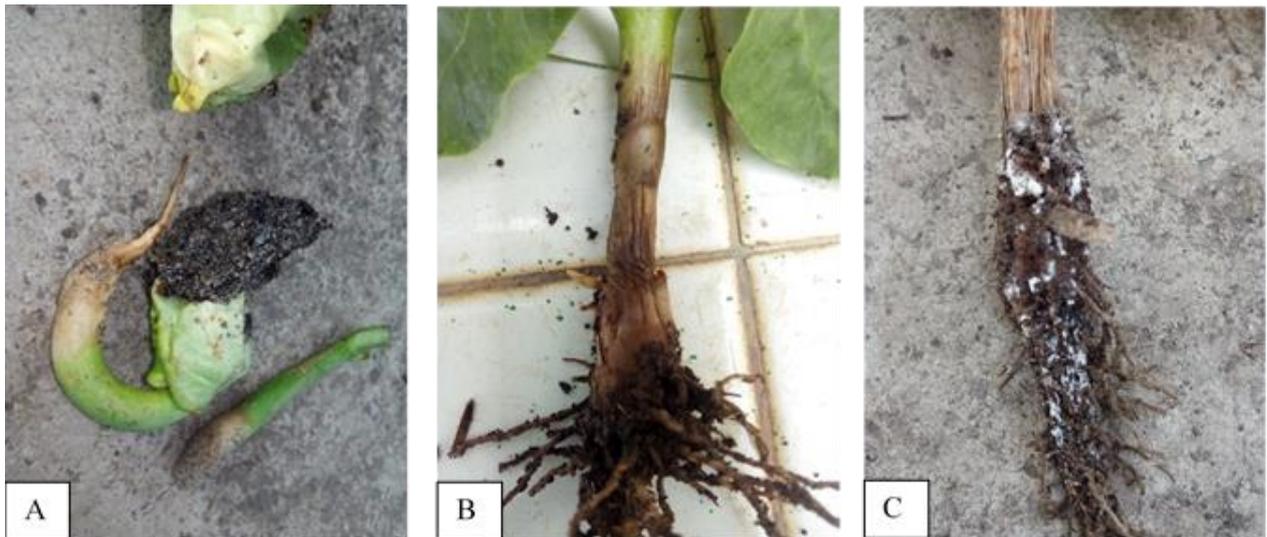


Ilustración 18. Hongos que atacan a la *C. chicamochae*. A: Doblamiento del tallo y exceso de humedad. B: Fusarium en la raíz. C: Fructificación del micelio.

5.5.2 Antracnosis de la Hoja. Se presentan manchas foliares de gran tamaño al borde de la hoja, rodeadas por un aro amarillo, afectando las células del tejido causadas por factores externos a la planta como infección por patógenos, traumas o picaduras.



Ilustración 19. Manchas foliares presentes en las hojas.

5.5.3 No se desprende la testa de los cotiledones o del hipocotilo. Algunas plantas no terminan su fase de germinación dado que no son capaces de retirarse por sí solas el tegumento seminal de sus cotiledones o del hipocotíleo impidiéndole emerger, presentando atrofias. Se recomienda hacerlo manualmente para ayudar a la planta a brotar completamente.



Ilustración 20. Planta con Tegumento seminal.

5.5.4 Albinismo. Este fenómeno indica la ausencia de pigmentos en la planta. Sin embargo, esta ausencia es fatal ya que el pigmento que falta es la clorofila, y sin ella una planta albina carece de los medios para elaborar nutrientes necesarios para su supervivencia y crecimiento.



Ilustración 21. Hoja con albinismo

5.5.5 Poliembrionia. Fenómeno en el que dos embriones se desarrollan en un solo ovulo o semilla, lo cual afecta a la germinación completa y normal de la plántula ya que presentan atrofas y competencias desde muy corta edad.



Ilustración 22. Planta con Poliembrionia.

5.5.6 Defoliadores. El daño por insectos defoliadores se observa por el ataque a las hojas, debido a que se alimentan de las partes más suaves de las hojas y solo dejan las venas o la parte más dura, y algunos de mayor tamaño consumen la hoja completa.



Ilustración 23. Hojas afectadas por defoliadores.

5.6 Análisis Bromatológicos del Mucílago.

El mucílago del *C. Chicamochae* tiene un porcentaje de fibra (FDN:36, 92% y FDA:17,83%) superior con respecto al mucílago de Chía (18-30%)

El porcentaje de cenizas obtenido en el mucílago de *C. chicamochae*, es similar al porcentaje mucílago de chía (Jaramillo & Delgado, 2016) y es superior al del mucílago de la Penca de tuna (Casas, 2017). Lo cual indica que el mucílago de *C. chicamochae* presenta importantes contenidos en minerales.

El contenido proteico del mucílago de *C. chicamochae* es superior al de algunos cereales tradicionales como el maíz, trigo, avena y cebada. Sin embargo, al ser comparada con el chocho, chía y soya se evidencia que el contenido es menor. Por el contrario, en cuanto al contenido de minerales en el mucílago de *C. chicamochae* es muy bajo en comparación con el de la chía, excepto en contenido de hierro, el cual es muy similar (Anexo A).

5.6.1 Espectroscopia infrarroja. En el análisis de espectro infrarrojo se observan los grupos funcionales (Ilustración 24) de los carbohidratos o azúcares, indicando la presencia de fibras estructurales. Estos corroboran los resultados de nutrición animal.

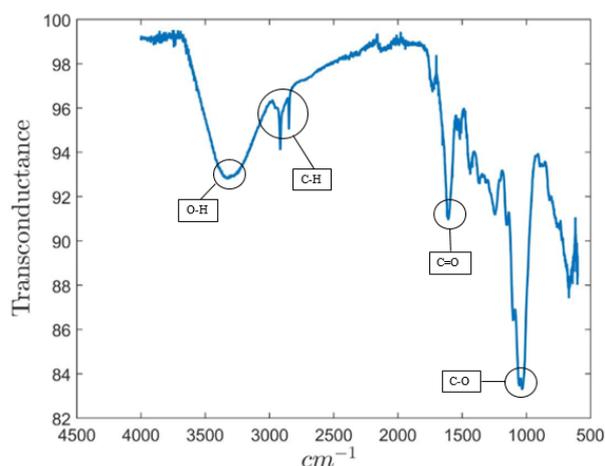


Ilustración 24. Espectro infrarrojo del mucílago de *cavanillesia chicamochae*

6 . Discusión

Al realizar la comparación entre los porcentajes de germinación por semilla y fruto, se identifica que la germinación por semilla es viable, por ende, se pueden mejorar los protocolos de siembra con el fin de apoyar futuros planes de restauración y conservación de la especie.

El tratamiento que otorgo mejores resultados en cuanto a germinación fue la arena de río, debido a que este es un sustrato infértil y mantiene mayor humedad en las camas de germinación. Aportando condiciones óptimas a la germinación de la semilla, puesto que cumple las funciones del mucilago, en comparación con los sustratos de arena y mezcla los cuales presentan poca humedad y desecación.

7 . Conclusiones.

Los porcentajes de germinación por fruto y semilla presentan diferencias significativas obteniéndose resultados del 54% y 71% respectivamente. El inicio de germinación se da a los 11 días y con base en la variable de germinación el tratamiento más efectivo es arena (T1), lo cual evidencia la viabilidad del método de propagación por semilla en vivero ex-situ.

La propagación por método asexual (esquejes) no es viable, dado que fueron nulos los resultados obtenidos en los ensayos.

La morfología indica que la semilla presenta un tipo de embrión periférico lateral al igual que una testa blanda y permeable, con un meristemo radicular en uno de sus extremos; sus cotiledones se encuentran plegados, clasificándola como un tipo de semilla recalcitrante o no ortodoxa.

Según los resultados de vigor, muestran que a partir de los 2 meses de recolección de las semillas el porcentaje de germinación disminuye (26,8%) y pasados 4 meses su germinación es escasa (3,3%). Mostrando que el método de almacenamiento en condiciones ambientales no es el indicado.

El porcentaje de absorción de agua del fruto y la semilla es 91,8% y 82,8% respectivamente, demostrando que el fruto es el medio del almacenaje para la germinación en condiciones de escasas de lluvia.

8 . Recomendaciones.

Se recomienda germinara por semilla, dado que es más conveniente los montajes de los ensayos, por lo cual se aconseja retirar el mucílago en el lugar de recolección de la semilla dado que es un abono para la especie, facilitando su transporte, almacenamiento y control de afectaciones. Al igual que la aplicación de fungicidas para el control en el ataque de hongos.

Si se observa presencia de Damping Off en una de las plántulas, retirar de la cama de germinación y aplicar riegos con Oxiclورو de cobre inmediatamente.

Realizar ensayos de déficit hídrico para estandarizar un protocolo de riego, dado que la mayor afectación tanto en la semilla como en el fruto es la presencia de hongos generados por exceso de humedad en el germinado.

Se recomienda realizar estudios silvopastoriles aplicando la utilización del mucilago debido que este posee un porcentaje considerable de nutrientes energéticos proteicos de fibra, los cuales son parte del metabolismo de los nutrientes de los animales.

Se recomienda buscar propietarios de fincas con condiciones adecuadas, para desarrollar estudios similares y de adaptación, para lograr incrementar el nivel poblacional. Generando conciencia forestal al igual que asegurando la preservación de la especie.

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DE *Cavanillesia chicamochae*

Se recomienda realizar ensayos similares con especies endémicas del Cañón del Chicamocha como son *Melocactus pescaderensis*, *Zamia encephalartoide*, *Salvia aratosensis* y *Salvia sutatensis* entre otras, ya que estas especies se encuentran vulnerables o en algún grado de amenaza.

Referencias bibliográficas

- Albesiano, S., Rangel, J., y Cadena, A. (2003). La vegetación del cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia): *Caldasia*, V. 25, 73-99 p. doi:0366-5232.
- Albesiano, S., y Fernandez, A. (2016). Catalogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200m) del cañón del río Chicamocha (Boyaca- Santander): *Caldasia*, V. 28, 23-44 p. doi: 0366-5232.
- Alvarado, L., y Suarez, E. (2016). Ensayo de sobrevivencia y crecimiento inicial en parcelas demostrativas de la ceiba barrigona (*Cavanillesia chicamochae* fern. Alonso) en los municipios de Capitanejo (Santander) y Tipacoque Boyaca, Colombia. (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Malaga, Colombia.
- Alpizar, E., Carrillo, H., Romero, R., Varela, V., Alvarez, J., y Pérez, C. (2017). Thermodynamic sorption properties and glass transition temperature of tamarind seed mucilage (*Tamarindus indica* L.). *Food and Bioproducts Processing*, V. 101, 166-176 p.
- Cibrián, D., García, S., y Macías, B. (2008). Manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. México: *CONAFOR*.
- Arias, A., y Delgado, D. (2016). Efecto de tres condiciones de extracción en las propiedades físico-químico del mucílago de chía *Salvia hispánica* L. (Tesis de pregrado), Universidad de las Américas, Quito. 86 p.
- Bleiholder, H. (Ed.). (1996). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono-y dicotiledóneas cultivadas, escala BBCH extendida. Limburgerthof, Alemania: BBA.
- Beltrán, R. (2004). Estudio de zonas físicas del municipio de Girón, para el establecimiento de las zonas geoeconómicas y establecer los avalúos catastrales de los bienes inmuebles. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Territorial Santander*. Bucaramanga, Colombia: IGAC.
- Bihn, J., Gebauer, G., y Brandl, R. (2010). Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests: *Ecology*, V. 91(3), 782-792 p.
- Carrillo, F., Rivera, D., y Sánchez, M. (2007). caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro tasajero, san José de cuta (norte de Santander), Colombia: *Actual Biol*, V. 29(86), 55-73 p.
- Cosme Pérez, I. (2008). El uso de las plantas medicinales. Revista *intercultural*, p. 23-26. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/8921>
- Corpoboyaca (2008). Formulación del plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca media del río Chicamocha conforme los principios y directrices señalados en el decreto

1729 de agosto 6 de 2002. Recuperado de <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wpcontent/uploads/2015/11/informe-aprestamiento-chicamocha1.pdf>

- Díaz, P., Puerto, H., y Fernández, A. (2011). Evaluación del habitat, las poblaciones y el estatus de conservación del Barrigón. (*Cavanillesia chicamochae*, Malvaceae-Bombacoideae). Tunja, Colombia: *Caldasía*, V. 33.
- Fernandez, J. (2003). Bombacaceae neotropicae novae vel minus cognitae VI. Novedades en los géneros *Cavanillesia*, *Eriotheca*, *Matisia* y *Pachira*. Bogota, Colombia: *Academia colombiana de ciencias exactas físicas y naturales*, V. 27(102-105), 25 p.
- Fang, G., Tang, F., y Cao, L. (2014). Preparation, thermal properties and applications of shape-stabilized thermal energy storage materials: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, V. 40, 237-259 p
- Guiotto, E. (2014). *Aplicación de subproductos de chíá (Salvia hispanica L.) y girasol (Helianthus annuus L.) en alimentos* (Tesis doctoral), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Hack, H., Gall, Th., Klemke, R., Klose, U., Meier, R., y Stauss, P. Witzemberger, (1993): Scale for phenological growth stages of potato (*Solanum tuberosum* L.). Paris: *Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry*.
- Humboldt, A. v. (2014). Bosques secos tropicales en Colombia. *Instituto de investigación de recursos biológicos*. Recuerado de <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>
- Linares, P., Oliveira, F., y Pennington, R. (Ed). (2011). Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants: Washington, DC: Island Press.
- Lohbeck, M., Lebrija, E., Martínez, M., Meave, A., Poorter, L., y Bongers, F. (2015). Functional trait strategies of trees in dry and wet tropical forests are similar but differ in their consequences for succession: *PloS one*, V. 10(4).
- Márquez, A., y Navarro, A. (2007). Análisis de alimentos 1. *Colegio De Bachilleres Del Estado De Sonora Hermosillo*, 1–63 p. Recuperado de <https://doi.org/10.1117/1.JNP.6.061609>
- Miles, L., Newton, C., DeFries, S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., y Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests: *Journal of Biogeography*, V. 33(3), 491-505 p.
- Melgarejo, M. (2010). Experimentos en fisiología vegetal. *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/laboratorios/fisiologiavegetal/documentos/Libro_experimentos_en_fisiologia_y_bioquimica_vegetal_Reparado.pdf

- Mondrag, P. (2017). Espectroscopia de infrarrojo para todos. Jalisco, México. Recuperado de http://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf
- Peña, E.(2017). Estudio de las propiedades emulsionantes del mucílago de la semilla de tamarindo.(Tesis de pregrado) Universidad Autonoma del Estado de Mexico, Toluca, Mexico.
- Pizano, C., y García, H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos*. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/528-bosque-seco-tropical>
- Portillo, C., y Sánchez, A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. Edmonton, Canada: *Biological conservation*, V. 143(1), 144-155 p.
- Soria, K. (2014). Quimica de Alimetos. Recuperado de <http://quimicaksoria.blogspot.com/2014/06/ceniza-objetivo-general-determinar-el.html>
- Rodríguez, J., & Suarez, E. (2015). Análisis estructural y composición florística de las áreas con vegetación donde hay presencia de barrigón *Cavanillesia chicamochae* presentes en la parte baja del rio guaca, vereda la Habana y el Embudo, municipio de Cepita y San Andrés, departamento de Santander, Colombia. . (Trabajo de Campamento), Universidad industrial de Santander. Malaga, Colombia.
- Rojas, A. (2014). Producción de plántulas de *Cavanillesia chicamochae* especie en peligro de extinción. *Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga CDMB*. Recuperado de <http://www.cdmb.gov.co/web/Link/PRODUCCIONDEPLANTULASDECavanillesiachicamochae.pdf>
- Romero, J. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador: *Ecosistemas*, V. 25(2), 93-100 p.
- Sánchez, E. (2002). Impactos sobre los ecosistemas. Montevideo, Uruguay: *Unesco* 322-331 p.
- Velázquez, S. K., Figueira, A. C., Rodríguez, M. E., Román, A., Carrillo, H., & Pérez, C. (2015). Sorption isotherms, thermodynamic properties and glass transition temperature of mucilage extracted from chia seeds (*Salvia hispanica* L.): *Carbohydrate polymers*, V. 121, 411-419 p.

Apéndice

Apéndice A. Laboratorio de nutrición animal al mucílago de la *Cavanillesia chicamochae*

	VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA		Código: VC_F_115	
	Reporte de Resultados de Laboratorio		Versión: 2	
			Fecha de Aprobación: (01-02-2016)	
LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL				
1. Información del cliente			# DE SOLICITUD	CÓDIGO DE LABORATORIO
Nombre:	Andres Martinez M		32	B1822743
Cédula o NIT:	1020772106			
Dirección:	Cl. 20 ##6-20			
Dpto:	Santander			
Municipio:	San Andrés			
Tel fijo/Celular:	3208127571			
Identificación:	CAVANILLESIA CHICAMOCHAE			
			  	
2. Información de la muestra				
Nombre común:	Ceiba barrigona fruto -		Altura planta:	800
Georeferenc.:	6.811888;-72.852619		Edad de corte:	0
Vereda:	Embudo		Aforo (kg/m2):	0.1
Finca:	La Ceiba		Presentación:	
Altura (MSNM):	750		F. recolección:	28/02/2018
Topografía:	Pendiente		Época recolec.	Sequía
Fert. aplicados:				
F. recepción:	11/10/2018		Claudia Ariza Nieto (E2443)	
Fecha reporte:	10/22/2018 9:07:43 AM		Investigador PhD Senior	
Materia seca total	g 100 g-1 MH	Cálculo	27.57	
Materia seca 65°C	g 100 g-1 MS	Químico	30.42	
Materia seca 105°C	g 100 g-1 MS	NIRS	90.63	
Proteína cruda	g 100 g-1 MS	NIRS	10.38	
Ceniza	g 100 g-1 MS	NIRS	4.39	
Extracto etéreo	g 100 g-1 MS	NIRS	1.3	
FDN	g 100 g-1 MS	NIRS	36.92	
FDA	g 100 g-1 MS	NIRS	17.83	
Lignina	g 100 g-1 MS	NIRS	7.94	
Hemicelulosa	g 100 g-1 MS	Cálculo	19.09	
Proteína Soluble	% PC	NIRS	18.07	
Proteína B	% PC	NIRS	59.05	
Proteína FDN	% PC	NIRS	45.38	
Proteína C	% PC	NIRS	23.31	
Fenoles Totales	g.100 g-1 MS	NIRS	2.74	
Taninos Totales	g.100 g-1 MS	NIRS	2.18	
Taninos Condensados	g.100 g-1 MS	NIRS	0.56	
Alcaloides Totales	g.100 g-1 MS	NIRS	0.26	

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN DEL *Cavanillesia chicamochae*

Alcaloides Totales	g.100 g-1 MS	NIRS	0.26
Saponinas	g.100 g-1 MS	NIRS	4.8
AlmidónTotal	g 100 g-1 MS	NIRS	0.62
Carbohidratos No Estructurales	g 100 g-1 MS	NIRS	3.96
Carbohidratos Solubles	g 100 g-1 MS	NIRS	3.34
Calcio	g.100 g-1 MS	NIRS	1.07
Fósforo	g.100 g-1 MS	NIRS	0.09
Magnesio	g.100 g-1 MS	NIRS	0.31
Potasio	g.100 g-1 MS	NIRS	0.64
Sodio	g.100 g-1 MS	NIRS	0.02
Azufre	g.100 g-1 MS	NIRS	0.03
Cobre	mg.kg-1 MS	NIRS	9.23
Hierro	mg.kg-1 MS	NIRS	6.89
Manganeso	mg.kg-1 MS	NIRS	25.67
Zinc	mg.kg-1 MS	NIRS	11.1
Boro	mg.kg-1 MS	NIRS	29.52
NDT	g 100 g-1 MS	Cálculo	75.17
Digestibilidad MS	g 100 g-1 MS	Cálculo	81.97
Energía Bruta	kcal.kg-1 MS	NIRS	4
EDRumiantes	Mcal.kg-1 MS	Cálculo	3.28
EMRumiantes	Mcal.kg-1 MS	Cálculo	2.87
ENmRumiantes	Mcal.kg-1 MS	Cálculo	1.92
ENgRumiantes	Mcal.kg-1 MS	Cálculo	1.28
ENIRumiantes	Mcal.kg-1 MS	Cálculo	1.72

OBSERVACIONES: MS = Análisis ajustado a 100% de la materia seca

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia

Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma

Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT 800194600-3

CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ

KILÓMETRO 14 VÍA MOSQUERA

TELÉFONOS: 4227300 EXTENSIÓN 1369

EMAIL: ypaezc@corpoica.org.co