



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 29 de octubre del 2021

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Alexander Polo Trujillo, con C.C. No. 1.079.389.981,

Diana Paola Trujillo Bustos, con C.C. No. 1.077.869.847,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

Titulado Evaluación y establecimiento de una parcela demostrativa con uso de micorriza en el Centro de Investigación de Bosque seco Tropical (Bs-T) "Attalea" de la Central Hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado- Huila- Vereda Pedernal

presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de

Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Alexander Polo Trujillo

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: DIANA PAOLA TRUJILLO BUSTOS

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Evaluación y establecimiento de una parcela demostrativa con uso de micorriza en el Centro de Investigación de Bosque seco Tropical (Bs-T) "Attalea" de la Central Hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado- Huila- Vereda Pedernal

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
POLO TRUJILLO	ALEXANDER
TRUJILLO BUSTOS	DIANA PAOLA

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
LUNA CUELLAR	ALEXANDRA

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA**

**FACULTAD: INGENIERIA**

**PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERIA AGRICOLA**

**CIUDAD: GARZON**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2021**

**NÚMERO DE PÁGINAS:79**

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos  Ilustraciones en general  Grabados   
Láminas  Litografías  Mapas  Música impresa  Planos  Retratos  Sin ilustraciones   
Tablas o Cuadros

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:



**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Hongos</u>	<u>Fungi</u>
2. <u>Micorrizas</u>	<u>Mycorrizas</u>
3. <u>Turba de hormiga</u>	<u>Ant peat</u>
4. <u>Minerales</u>	<u>Minerals</u>
5. <u>Especie nativa</u>	<u>Native species</u>
6. <u>Suelo</u>	<u>Soil</u>

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El suelo es un sistema complejo que soporta miles de organismos y sus interacciones biológicas, una de las simbiosis más importantes es la relación entre las plantas y los hongos formadores de Micorrizas. La formación de estos hongos ayuda a la planta a proporcionarle de forma más sencilla los nutrientes y el agua que contiene el suelo para su desarrollo y crecimiento. Durante la investigación se trabajó con 4 especies nativas de la zona del Bosque seco Tropical (Bs-T), que son la Ceiba pentandra (ceiba), Cordia alliodora (Nogal Cafetero), Chloroleucon mangense (Raspayuco) y Citharexylum karstenii (Maíz Tostado), luego se montaron las parcelas demostrativas con el uso de turba de hormiga manejando diferentes sustratos de 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, y por último se realizaron los estudios correspondientes. En el estudio microbiológico realizado en el laboratorio de la Universidad se pudo verificar la presencia de hongos micorrícicos en la turba de hormiga, también de las gráficas obtenidas por la toma de datos en zona de crecimiento se pudo concluir que la ceiba, el maíz tostado y el nogal cafetero tuvieron un excelente desarrollo con el sustrato del 75%, mientras que el raspayuco tuvo un buen desarrollo en el sustrato al 25% a lo cual se recomienda implementar estas dos proporciones para el material vegetal desde su germinación hasta su etapa de crecimiento.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The soil is a complex system that supports thousands of organisms and their biological interactions, one of the most important symbiosis is the relationship between plants and fungi formed of mycorrhizas. The formation of these fungi helps the plant to provide the nutrients and water that contains the soil for its development and growth in a simpler way. During the investigation we worked with 4 native species of the tropical dry forest area (Bs-T), which are La Ceiba Pentandra (Ceiba), Cordia Alliodora (Coffee Walnut), Chloroleucon Mangense (Raspayuco) and Citharexylum Karstenii (toasted corn), then the demonstration plots were mounted with the use of ant peat handling different substrates from 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, and finally the corresponding studies were performed. In the microbiological study conducted in the laboratory of the University, the presence of mycorrhizal mushrooms in the ant peat, also of the graphs obtained by the data taking in the growth zone could be concluded that the ceiba, the roasted corn and The Coffee Walnut had an excellent development with the substrate of 75%, while the Raspayuco had a good development in the substrate to 25% to which it is recommended to implement these two proportions for the plant material from its germination until its growth stage.

**APROBACION DE LA TESIS:** Evaluación y establecimiento de una parcela demostrativa con uso de micorriza en el Centro de Investigación de Bosque seco Tropical (Bs-T) "Attalea" de la Central Hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado- Huila- Vereda Pedernal

Nombre Presidente Jurado: **Ing. JOSE AGENER ZAPATA CASTAÑEDA**

Firma:

Nombre Jurado: **Ing. LUIS FERNANDO CALDERÓN ALVARADO**

Firma:

Nombre Jurado: **Ing. JOSE AGENER ZAPATA CASTAÑEDA**

Firma:

TRABAJO DE INVESTIGACION

“EVALUACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA CON  
USO DE MICORRIZA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE BOSQUE SECO  
TROPICAL (BS-T) “*ATTALEA*” DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL  
MUNICIPIO DEL AGRADO- HUILA- VEREDA PEDERNAL”

ALEXANDER POLO TRUJILLO

Código: 20121108937

DIANA PAOLA TRUJILLO

Código: 20122112175

TESISTAS

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA  
GARZON HUILA

2018

TESIS

“EVALUACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA CON  
USO DE MICORRIZA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE BOSQUE SECO  
TROPICAL (BS-T) “*ATTALEA*” DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL  
MUNICIPIO DEL AGRADO- HUILA- VEREDA PEDERNAL”

ALEXANDER POLO TRUJILLO

Código: 20121108937

DIANA PAOLA TRUJILLO

Código: 20122112175

TESISTAS

ALEXANDRA LUNA CUELLAR

Lic. Biología y química

Magister en Gestión y Auditorías Ambientales

SUPERVISORA DE TESIS

ING. FRANCISCO TORRES ROMERO  
JEFE CENTRO DE INVESTIGACIÓN BS-T ATTALEA  
FUNDACION NATURA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
GARZON, HUILA  
2018

## Tabla de contenido

1. RESUMEN.....	7
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo general.....	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
5. MARCO TEÓRICO.....	12
5.1 Información General De La Empresa.....	12
5.1.1 Fundación Natura.....	12
5.1.2 Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical.....	13
5.1.3 Restauración ecológica.....	14
5.1.4 Estrategias de Restauración.....	15
5.1.5 Estrategia de Nucleación.....	16
5.1.6 Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias.....	16
5.1.7 Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas.....	17
5.1.8 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración .....	17
5.1.9 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal.....	18
5.2 Siembra bajo especies nodrizas.....	19

<b>5.2.1 Siembra bajo Multinodrizas .....</b>	<b>20</b>
<b>5.2.2 Nucleación en pastizales .....</b>	<b>21</b>
<b>5.2.2.1 Núcleos de 2m2 con 9 individuos y 3 especies. ....</b>	<b>22</b>
<b>5.2.2.2 Núcleos de 100m2 con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos. ....</b>	<b>23</b>
<b>5.2.2.3 Núcleos de 1.000m2 con 14/15 especies, 14 módulos hexagonales y 98 individuos con y sin remoción de suelo. ....</b>	<b>24</b>
<b>5.2.2.4 Núcleos de 1.000m2 con 28/29 especies, 28 módulos hexagonales y 196 individuos. ....</b>	<b>26</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Área de investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>6.2 Clasificación de las especies a trabajar por gremio ecologico .....</b>	<b>29</b>
<b>6.3 Zonas de recolección de las especies.....</b>	<b>29</b>
<b>6.4 Manejo de frutos y semillas.....</b>	<b>33</b>
<b>6.4.1 Tipo de frutos .....</b>	<b>34</b>
<b>6.4.2 Secado natural.....</b>	<b>34</b>
<b>6.4.3 Apertura y extracción de semillas .....</b>	<b>36</b>
<b>6.4.4 Beneficio.....</b>	<b>36</b>
<b>6.5 Preparación de las camas de germinación con diferentes proporciones de sustratos....</b>	<b>38</b>
<b>6.5.1 Remoción y desinfección.....</b>	<b>39</b>
<b>6.5.2 Preparación canaleta y sustrato .....</b>	<b>40</b>
<b>6.5.3 Llenado de la canaleta .....</b>	<b>41</b>

<b>6.6 Siembra y toma de datos en germinacion .....</b>	<b>42</b>
<b>6.6.1 Tratamiento Pregerminativo .....</b>	<b>42</b>
<b>6.6.2 Surcado .....</b>	<b>43</b>
<b>6.6.3 Siembra .....</b>	<b>44</b>
<b>6.6.4 Siembra en germinador .....</b>	<b>45</b>
<b>6.6.5 Toma de datos en germinación .....</b>	<b>46</b>
<b>6.7 Zona de crecimiento (tubete) .....</b>	<b>49</b>
<b>6.7.1 Transplante.....</b>	<b>49</b>
<b>6.7.2 Toma de datos en crecimiento .....</b>	<b>52</b>
<b>6.8 Estudio de biomasa subterránea de las especies trabajadas.....</b>	<b>54</b>
<b>6.9 Estudio microbiológico .....</b>	<b>57</b>
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>7.1 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Germinación .....</b>	<b>59</b>
<b>7.2 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Germinador (Crecimiento) .....</b>	<b>61</b>
<b>7.3 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Tubete (Crecimiento).....</b>	<b>64</b>
<b>8. Estudio de Biomasa Radicular.....</b>	<b>66</b>
<b>9. Estudio microbiológico .....</b>	<b>67</b>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>11. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

<b>12.1 Formato de recolección y producción de frutos y semillas .....</b>	<b>74</b>
<b>12.2 Formato de beneficio y/o limpieza de frutos y semillas .....</b>	<b>75</b>
<b>12.3 Formato de análisis de calidad de semilla.....</b>	<b>76</b>
<b>12.4 Formato prueba de germinación .....</b>	<b>76</b>
<b>12.5 Formato crecimiento de plántulas en germinador.....</b>	<b>77</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>78</b>

## 1. RESUMEN

El suelo es un sistema complejo que soporta miles de organismos y sus interacciones biológicas, una de las simbiosis más importantes es la relación entre las plantas y los Hongos Formadores de Micorrizas.

Al final la formación de estos hongos ayuda a la planta a proporcionarle de forma más sencilla los nutrientes y el agua que contiene el suelo y mediante la fotosíntesis le brinda alimento para el desarrollo y crecimiento de las raíces, tallo y hojas.

El objetivo de este estudio es identificar y evaluar el rendimiento de la micorriza en el sustrato a utilizar durante las etapas de germinación y crecimiento de algunas especies nativas a estudiar del Bosque Seco Tropical (Bs-T) en el Municipio del Agrado- Huila- vereda Pedernal en la fase de vivero.

Para cumplir con el objetivo de la investigación se utilizó la turba de hormiga siendo un compuesto orgánico que se encuentra naturalmente y que dentro de su composición alberga hongos formadores de micorriza de igual forma dentro del vivero haciendo uso de sus instalaciones se montaron unas parcelas demostrativas con diferentes sustratos (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de turba) donde se llevó a cabo la investigación , se recogieron las semillas, se hicieron los debidos procesos para el tratamiento de las semillas para su posterior siembra y toma de datos de las especies a trabajar las cuales fueron Ceiba pentandra (ceiba), Cordia alliodora (Nogal Cafetero), Chloroleucon mangense (Raspayuco) y Citharexylum karstenii (Maíz Tostado).

Estos datos tomados se tabularon en Excel dando como resultado unas gráficas y de ellas pudimos concluir y verificar la presencia de hongos micorrícicos en la turba de hormiga, también

que el estudio de biomasa realizado determino que las especies que utilizaron 25%, 50% y 75% de turba obtuvieron una buena captación de nutrientes con menor perdida de humedad gracias a que la combinación de tierra con turba de hormiga dio como resultado un sustrato donde se obtiene una muy buena porosidad y aireación siendo unas propiedades muy importantes para el movimiento del agua y nutrientes, y que los tratamientos pregerminativos en frio y caliente aplicados durante la investigación son los mejores y más adecuados para acelerar la germinación de las semilla.

Teniendo esto en cuenta, se recomienda el uso de los sustratos con 25%, 50% y 75% de turba para las especies trabajados por gremio ecológico ya que aprovecharan al máximo los nutrientes que este les aporta acelerando su proceso de desarrollo en la planta.

Palabras claves:

Micorriza, turba de hormiga, Ceiba pentandra (ceiba), Cordia alliodora (Nogal Cafetero), Chloroleucon mangense (Raspayuco) y Citharexylum karstenii (Maíz Tostado), parcela demostrativa.

## 2. INTRODUCCIÓN

El suelo es un sistema complejo que soporta miles de organismos y sus interacciones biológicas, una de las simbiosis más importantes es la relación entre las plantas y los Hongos Formadores de Micorrizas, los cuales forman asociación con el 90% de las plantas (Harley & Smith, 1983) donde actúan como promotores del establecimiento vegetal por sus beneficios en la nutrición, tolerancia a patógenos (Ramírez & Rodríguez, 2012).

Las micorrizas son las estructuras resultantes de la asociación simbiótica entre un hongo y las raíces de las plantas. Esta simbiosis es obligatoria para ambos organismos y fundamental, para su desarrollo y establecimiento en los ecosistemas. Se han descrito diferentes tipos de micorrizas en función de las estructuras que los hongos desarrollan en las raíces y que son las responsables del intercambio bidireccional entre los simbiosistas. Tradicionalmente se distingue entre dos grandes grupos de micorrizas, las ectomicorrizas y las endomicorrizas, entre las que predominan las micorrizas arbusculares. Esta distinción se realiza básicamente en función de que las hifas de los hongos se desarrollen o no en el interior de las células corticales de la raíz. (Gisela Díaz, Pilar Torres, Fernando Sánchez, Gregorio García y Catalina Carrillo, 2016).

Esta convivencia simbiótica permite que la planta aumente su tamaño y mejore su salud, ofreciendo mejores nutrientes a los hongos, lo que deriva en un incremento de su población.

Al ser hongos benéficos, no afectan de forma negativa a la planta, sino que en cambio ayudan a que absorba mejor los nutrientes del suelo, que estén de forma natural o sean suministrados posteriormente. Otros beneficios de las micorrizas serían:

Las plantas soportan de mejor manera el déficit de agua, pues captan mejor el líquido y nutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio y calcio.

Asimismo, incrementan la tolerancia a altas temperaturas del suelo o acidez extrema causadas por aluminio, magnesio y azufre.

Menos incidencia de enfermedades de raíz, ataques de nematodos y plagas que se alimentan del sistema radicular. (CONtextoganadero, 2019)

Al final la formación de estos hongos ayuda a la planta a proporcionarle de forma más sencilla los nutrientes y el agua que contiene el suelo y mediante la fotosíntesis le brinda alimento para el desarrollo y crecimiento de las raíces, tallo y hojas, a todo éste proceso se le conoce como micorrización que es el trabajo de la micorriza en la planta y suelo, el cual favorece con un menor uso de fertilizantes, reduciendo la contaminación que tienen los suelos, y que todo el manejo sea más orgánico. (Agricultorers (Red de Especialistas en Agricultura, 2017).

Emgesa junto con la contratista Fundación Natura desarrollaron el proyecto Siembra y Mantenimiento en el Marco del Desarrollo del Plan de Restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical (fase2).

El programa cuenta con un vivero donde se siembran, germinan y crecen las diferentes especies que luego de cumplir unos requerimientos de crecimiento están listos para ser transportados y trasplantados al medio natural donde comienzan su nueva etapa de desarrollo y supervivencia. En la zona de vivero se maneja la turba de hormiga como sustrato durante la etapa de germinación de las plántulas y dentro de su composición se encuentra la micorriza que es un hongo encargado de acelerar el desarrollo de la planta y de la cual no se tiene conocimiento a qué tipo de familia pertenece la micorriza,

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Identificar y evaluar el rendimiento de la micorriza en el sustrato a utilizar durante las etapas de germinación y crecimiento de algunas especies nativas a estudiar del Bosque Seco Tropical (Bs-T) en el Municipio del Agrado- Huila- vereda Pedernal en la fase de vivero.

#### 3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar las micorrizas asociadas a la turba de hormiga utilizada en el vivero.
  
- ✓ Evaluar la incidencia en germinación y crecimiento de las micorrizas en 4 grupos de especies nativas de Bs-T según su gremio ecológico.

### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el vivero del centro de investigación bosque seco tropical Attalea de la Hidroeléctrica el Quimbo en el municipio del Agrado – Huila se maneja la turba de hormiga como sustrato principal para la propagación de las especies, la cual se quiere comprobar la presencia de hongos micorrícicos mediante el estudio en laboratorio microbiológico.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Información General De La Empresa

#### 5.1.1 Fundación Natura

En 1984, un grupo de personas conscientes de la importancia de la biodiversidad de nuestro país, trabajó incesante por la protección ambiental del territorio nacional, lo que condujo a constituir una organización no gubernamental (ONG) sin ánimo de lucro. La fundación Natura es una organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficio social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible.

El trabajo comprometido de la organización se ha mantenido presente y constante en la mayor parte del territorio, han tenido un papel relevante en los estudios de base para la creación y conservación de áreas silvestres protegidas de alta diversidad biológica. Desde el parque Nacional de Utría, en la costa norte del pacífico colombiano, pasando por la reserva Biológica Carpanta en Cundinamarca, el Santuario de Fauna y Flora Guanentá – Alto Río Fonce en Santander, la reserva Biológica Cachalú y la Reserva Biológica Encenillo. Han desarrollado programas de conservación en los parques Nacionales Chingaza en Cundinamarca, La Playa en el Putumayo y Cahuinarí en la Amazonía. En los últimos tiempos la Fundación Natura ha enriquecido su enfoque de conservación, a través de la incorporación y desarrollo de conceptos esenciales y estrategias innovadoras para cumplir con su misión.

Con su experiencia han logrado construir una organización ágil, eficiente y funcional a nivel administrativo, por lo que logran ajustar algunos de sus procesos y operaciones a parámetros internacionales de calidad como los propuestos en la norma ISO 9000.

Uno de los signos de identidad de la fundación es la participación y ella hace parte fundamental de nuestro trabajo de apoyo a la conservación de la diversidad. Creen que, a través de ella, las comunidades y sociedades deberán acceder a mayores niveles de bienestar para sus pobladores y habitantes, alcanzando una sociedad organizada y participativa, como una expresión de la propia sociedad que vive y respeta la diversidad, la pluralidad y la multiplicidad (Fundación Natura, 2016).

### **5.1.2 Plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tropical**

El plan piloto de restauración ecológica de bosque seco tiene como objetivo identificar las estrategias de restauración ecológica más efectivas para la sucesión de la vegetación natural del bosque seco tropical, a través de procesos de investigación básica y aplicada.

Restaurar el Bosque Seco Tropical (Bs-T) representa una prioridad para Colombia por varias razones: i) se encuentra en peligro de extinción, ii) alberga gran diversidad de especies, iii) está sometido a fuerte estrés hídrico y iv) presenta funciones ecológicas vitales para sustentar las comunidades que los habitan. Un primer acercamiento al propósito anterior se plantea en el primer Plan Piloto Nacional de Restauración del Bs-T para zonas de compensación ecológica del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, en el departamento del Huila, sobre un área de 11.079 hectáreas.

Se identificaron 3 zonas prioritarias para la implementación de las estrategias de restauración con base en un análisis multicriterio y se hizo caracterización biótica y física para dichas zonas.

Se definieron 7 unidades de manejo y 5 estrategias de restauración ecológica para cada una de ellas. Se priorizaron y se están domesticando y propagando 40 especies nativas.

Para restaurar estos ecosistemas es fundamental generar conocimiento sobre su dinámica ecológica, seleccionar estrategias más efectivas que permitan mejorar su integridad ecológica, monitorear el proceso y articular a la comunidad a través de la generación de conocimiento (Fundación Natura 2016).

### **5.1.3 Restauración ecológica**

“La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad, con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo (SER, 2004).

La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria. Por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración. El ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente” (Internacional Society for Ecological Restoration, 2004)

El concepto del plan nacional de restauración (PNR), adoptando la siguiente definición: “la restauración es una estrategia de manejo practica que restablece los procesos ecológicos para

mantener la composición, estructura y función del ecosistema en diferentes unidades de paisaje y a distintas escalas, mediante el desarrollo de estrategias participativas”

El objetivo es busca llevar el ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la predisturbio. Es decir, el sistema final debe ser autosostenible y debe tener como objetivo la preservación de la erosión y el almacenamiento de la materia orgánica (Brown y Lugo, 1994).

#### **5.1.4 Estrategias de Restauración**

Se hizo zonificación de unidades ecológicas homogéneas en función de la cobertura vegetal, la pendiente y los ecosistemas de referencia, las cuales permitieron guiar los objetivos de restauración. En cada una de las siete unidades de manejo se diseñaron e implementaron cuatro estrategias de restauración: tres estrategias combinan actividades de intervención (restauración activa) y la otra detiene los disturbios antrópicos para permitir y monitorear el proceso de restauración pasiva. En cada estrategia se realizan intervenciones físicas, de hábitat y biológicas. Las actividades físicas buscan reducir la erosión del suelo y superar el déficit hídrico, las de hábitat dan refugio a la fauna y aumentan el flujo de semillas y las bióticas promueven los procesos sucesionales. En los pastizales las estrategias de rehabilitación buscan recuperar los procesos ecosistémicos y los servicios ambientales del ecosistema. (Torres, Selene Avella M, Andrés Gómez, Wilson Díaz, Beatriz Miranda, Julián (2015))

### 5.1.5 Estrategia de Nucleación

La **nucleación** es una estrategia de restauración que pretende formar microhabitats en situaciones favorables a la apertura de una serie de eventos estocásticos para la regeneración natural (Reis, Bechara, & Tres, 2010), se basa en el establecimiento de ensambles de individuos y/o especies vegetales en arreglos espaciales definidos con la finalidad de romper con una matriz de especies altamente dominantes en un ecosistema transformado, como por ejemplo los pastos.

### 5.1.6 Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias

Esta estrategia tiene el objetivo de aumentar la representatividad de especies intermedias y avanzadas de la sucesión para mejorar la diversidad y complejidad estructural en Arbustales y bosques donde ya se cuenta con elementos que dan estructura al ecosistema. Esta siembra se hace ya sea por trasplante o por siembra directa de las semillas en función de las necesidades de restauración del ecosistema y de las condiciones fisiográficas y de accesibilidad.

#### A. Módulos Hexagonales

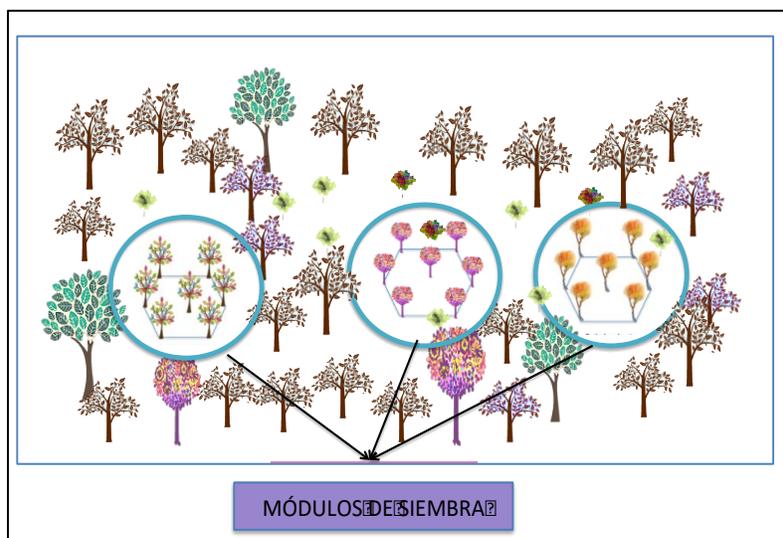
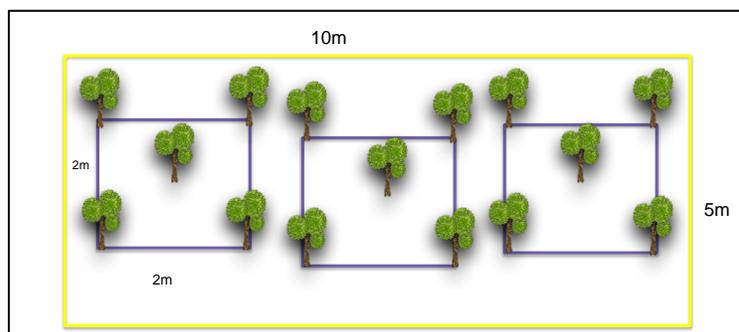


Figura 1. Enriquecimiento con especies pioneras e intermedias; Fuente: Fundación Natura

### 5.1.7 Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas

Se tienen dos tipos de modelos de siembra: i) módulos hexagonales donde se siembran 7 individuos de la misma especie a una distancia de 1.5m entre uno y otro. Estos módulos se siembran en puntos donde la topografía lo permita, es decir baja pedregosidad, accesibilidad y a una distancia adecuada de los individuos ya establecidos y de la regeneración natural tal y como se muestra en la imagen A y ii) fajas rectangulares de 50m<sup>2</sup> (10mx5m) de la misma especie donde se siembran 3 módulos cuadrados, cada uno con 5 individuos distanciados uno del otro 2m tal y como se muestra en la imagen B.

B Fajas rectangulares con 3 módulos cuadrados.



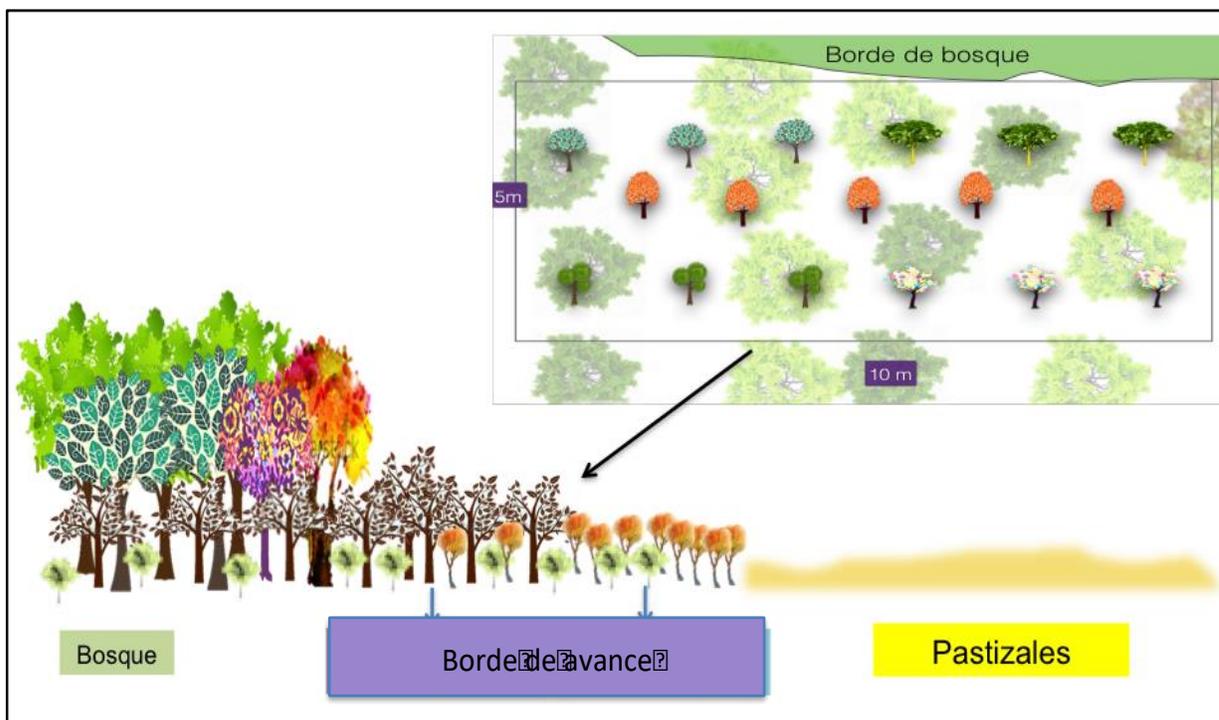
*Figura 2. Enriquecimiento con especies intermedias y avanzadas; Fuente: Fundación Natura*

### 5.1.8 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración

El objetivo de esta estrategia es aprovechar el proceso sucesional que se ha dado en los bordes del fragmento de bosques y Arbustales para aumentar la diversidad con especies típicas de estados sucesionales avanzados.

La siembra de esta estrategia consta de fajas de un área de 5x10m (50m<sup>2</sup>) con tres líneas de siembra con 17 individuos y 5 especies intermedias y avanzadas de diferentes grupos funcionales de acuerdo a su posición dentro de la faja. La siembra se hace posterior al manejo de renuevos de

las especies dominantes en este borde sucesional. En la línea más cercana al bosque/Arbustal donde se tiene un dosel cerrado se siembran 6 individuos de dos especies con 3 individuos para cada una; en la línea central se siembran 5 individuos de la misma especie y en la línea más externa se siembran 6 individuos de dos especies de nuevo con 3 individuos para cada una.



*Figura 3. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal al interior de bordes de regeneración; Fuente: Fundación Natura*

### **5.1.9 Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal**

El objetivo de esta estrategia es mejorar las condiciones micro ambientales adversas de los pastizales que bordean los fragmentos de Arbustales y bosque para crear hábitats adecuados para facilitar el avance espacial de estos ecosistemas.

El modelo de siembra es el mismo de la estrategia anterior pero las especies a sembrar son distintas y corresponden a especies que mejoran las condiciones adversas de los pastizales.

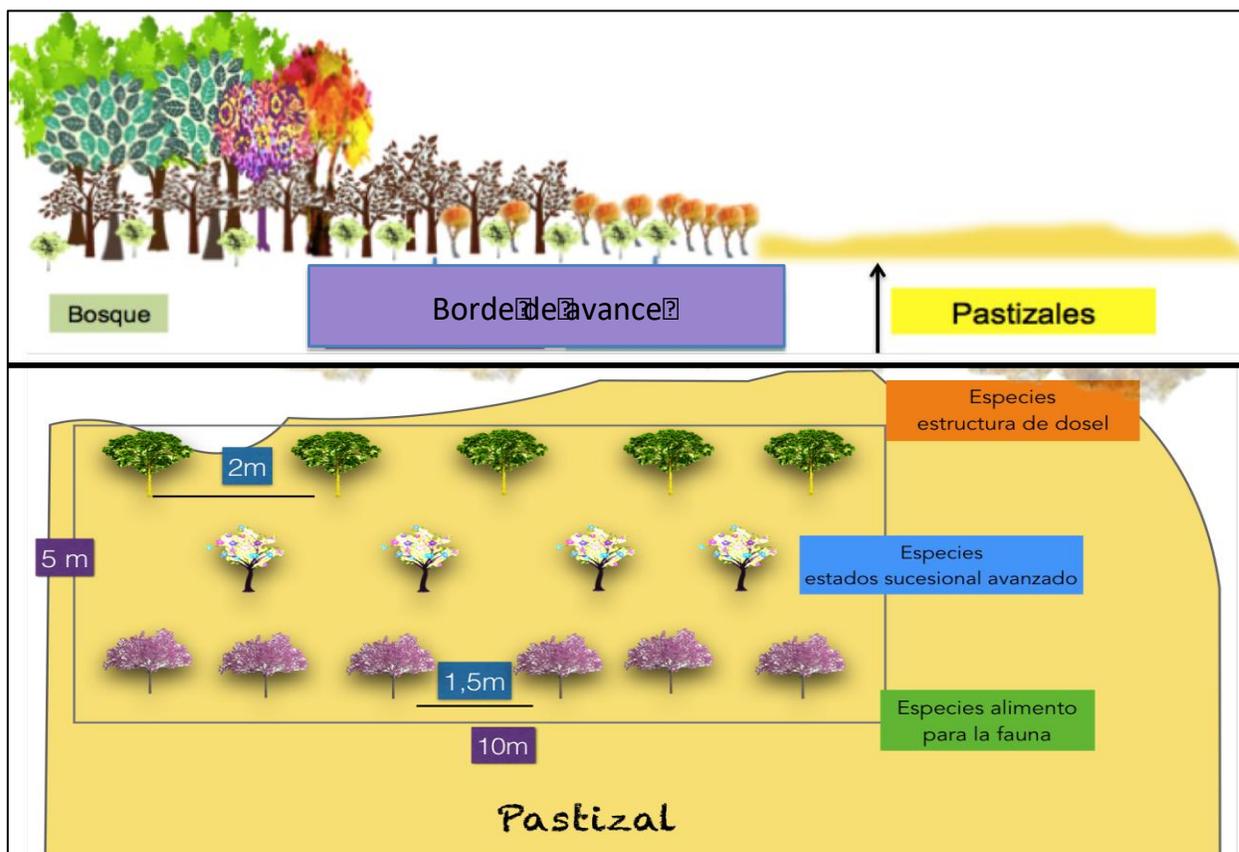


Figura 4. Ampliación de fragmentos de bosque o Arbustal en bordes de pastizal; Fuente: Fundación Natura

## 5.2 Siembra bajo especies nodrizas

Las especies nodriza corresponden a individuos dispersos en matrices de pastizal que mejoran las condiciones micro ambientales, creando hábitats adecuados para la llegada de especies de estados sucesionales avanzados.

El objetivo de esta estrategia es aprovechar el efecto facilitador de los individuos establecidos en medio de los pastizales para facilitar el avance sucesional bajo las nodrizas.

Bajo estas nodrizas se implementan dos círculos de siembra el primero a 2.5m de distancia del fuste de la nodriza con dos especies esciófitas totales distanciadas una de la otra 2m y el segundo círculo a 7m de distancia del fuste de la nodriza con 4 especies heliófitas durables distanciadas 1.5m entre ellas.

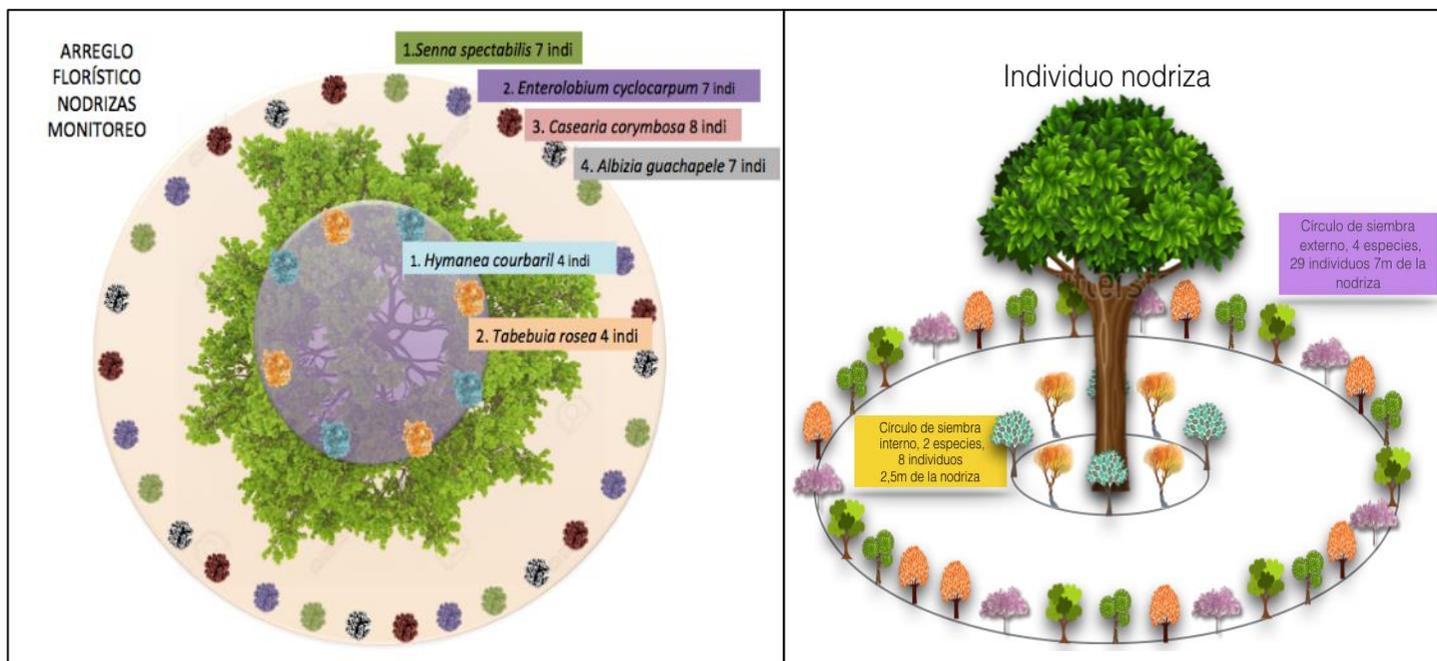
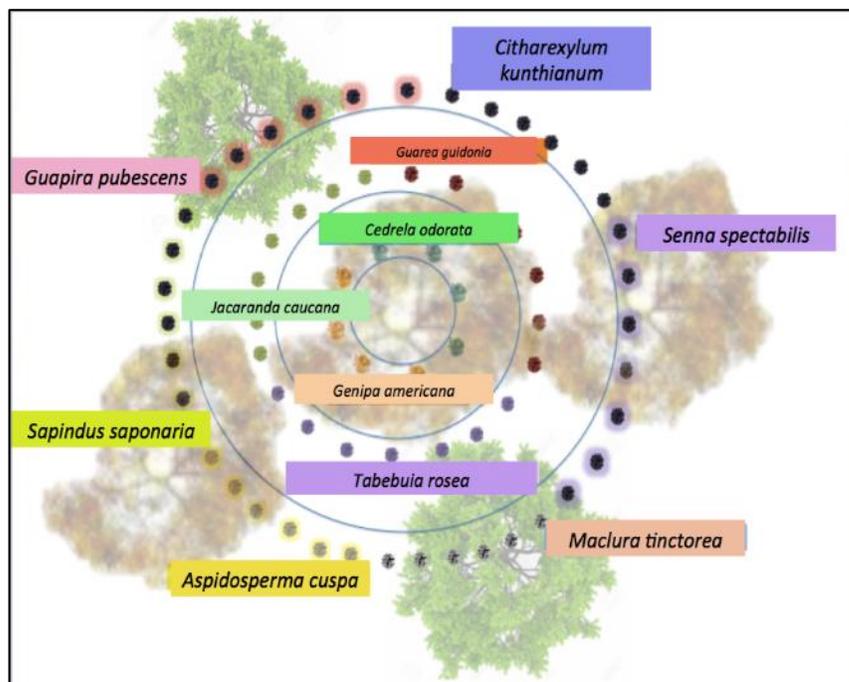


Figura 5. Siembra bajo especies nodrizas; Fuente: Fundación Natura

### 5.2.1 Siembra bajo Multinodrizas

La estrategia de Multinodrizas corresponde a una agregación de mínimo 3 individuos de especies nodriza que mejoran las condiciones micro ambientales, creando hábitats adecuados para la llegada de especies de estados sucesionales avanzados.

El modelo de siembra consta de tres círculos de siembra alrededor del fuste de la nodriza central con 11 especies y 71 individuos abarcando un área de 315m<sup>2</sup>. A 2.5m del fuste de la nodriza central (círculo interno) se siembran de forma circular 8 individuos de 2 especies (4 individuos por especie) a una distancia de siembra entre los individuos de 2m; a 5m del fuste de la nodriza (círculo intermedio) se siembran 21 individuos de 3 especies (7 individuos por especie) a una distancia de siembra de 1,5m entre individuos y a 10m del fuste de la nodriza (círculo exterior) se siembran 42 individuos de 6 especies (7 individuos por especie).



*Figura 6. Siembra bajo Multinodrizas;*

*Fuente: Fundación Natura*

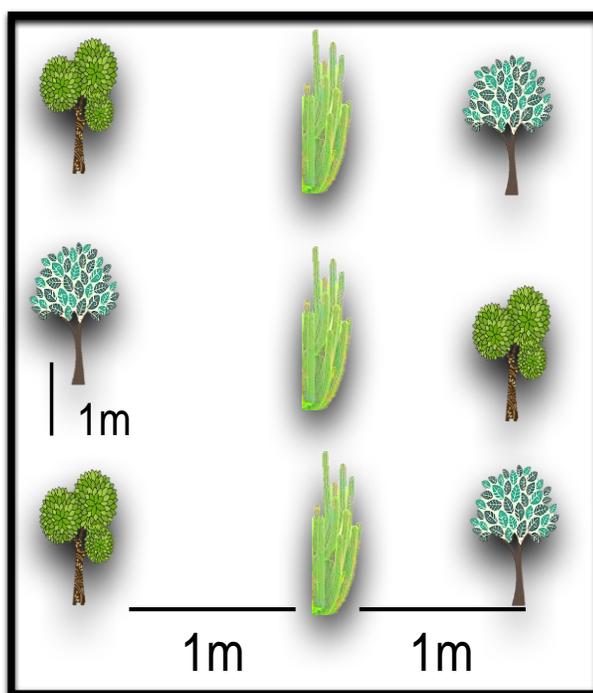
### 5.2.2 Nucleación en pastizales

El objetivo de esta estrategia es implementar núcleos de siembra que catalizan los procesos sucesionales en medio de matrices de pastos con el fin de reemplazar en el mediano y largo plazo

esta matriz por una de Arbustales y bosques. Estos núcleos mezclan especies de diferentes estados sucesionales (pioneras, intermedias y avanzadas) que a la vez que controlan la matriz de gramíneas invasoras, mejoran la humedad y fertilidad del suelo, proveen alimento y hábitat para la fauna, aportan complejidad estructural y favorecen el avance sucesional.

Se tienen 4 tipos de núcleos en pastizales:

#### 5.2.2.1 Núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies.



*Figura 7. Núcleos de 2m<sup>2</sup> con 9 individuos y 3 especies;*

*Fuente: Fundación Natura*

### 5.2.2.2 Núcleos de 100m<sup>2</sup> con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos.

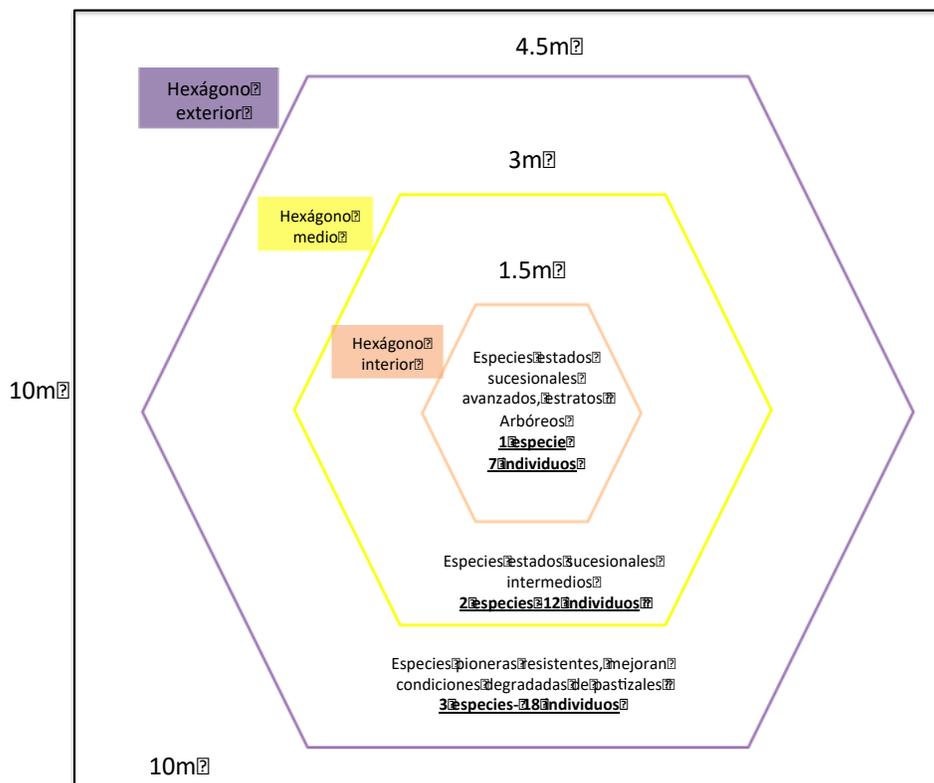


Figura 8. Núcleos de 100m<sup>2</sup> con 3 hexágonos, 6 especies y 37 individuos

Fuente: Fundación Natura

### **5.2.2.3 Núcleos de 1.000m<sup>2</sup> con 14/15 especies, 14 módulos hexagonales y 98 individuos con y sin remoción de suelo.**

Se realiza fertilización del suelo para las áreas donde se sembraron las especies seleccionadas en la estrategia, no se removió el suelo con el fin de evaluar si la siembra de especies sin descompactar el suelo puede con el tiempo activar el banco de semillas, eliminar la matriz de pastos exóticos e invasores y mejorar las propiedades físicas de suelo aumentando la aireación e infiltración.

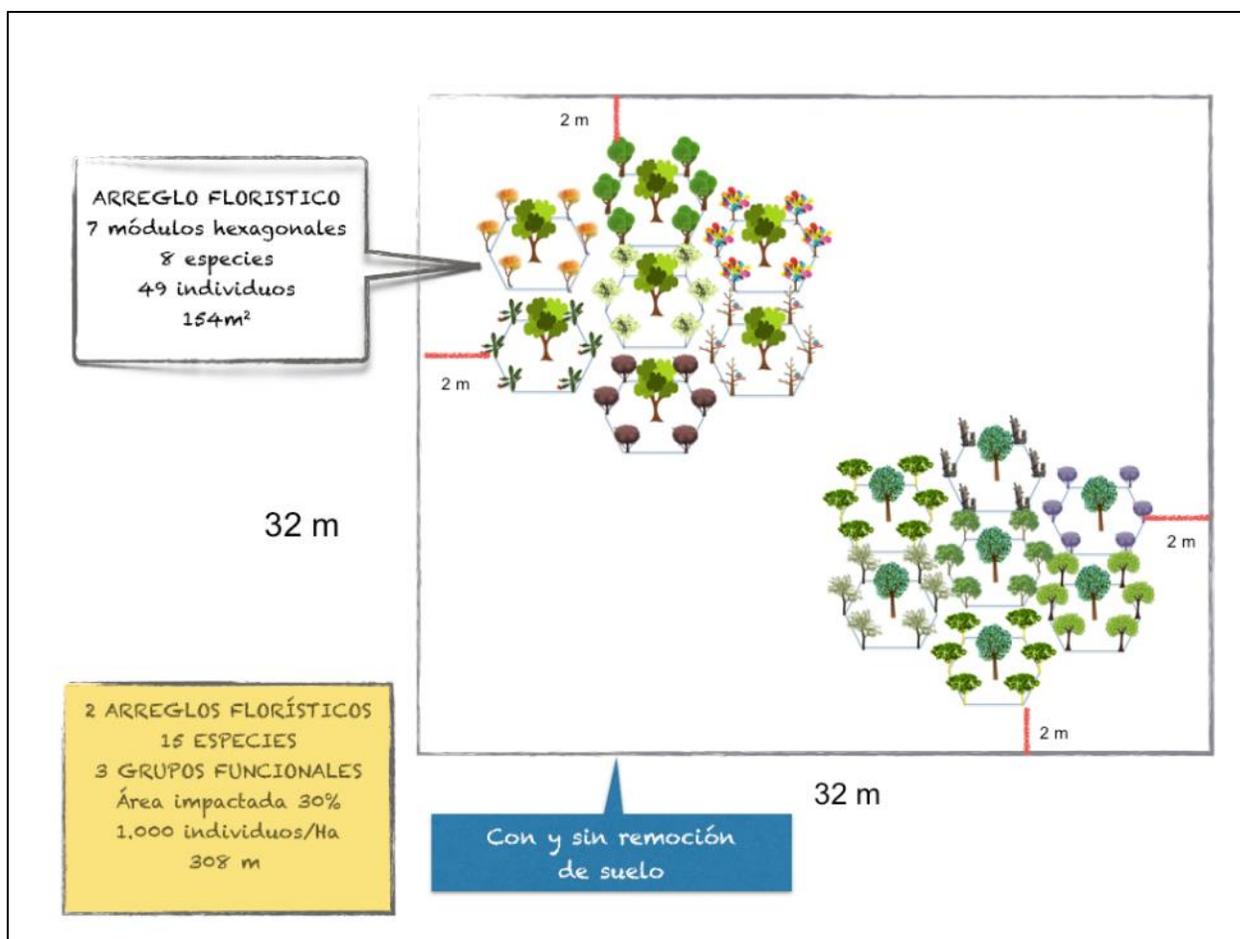


Figura 9. Núcleos de 1.000m<sup>2</sup> con 14/15 especies, 14 módulos hexagonales y 98 individuos sin remoción de suelo;

Fuente: Fundación Natura

En esta estrategia se removió y des-compacto el suelo para activar el banco de semillas, eliminar la matriz de pastos exóticos e invasores y mejorar las propiedades físicas de suelo aumentando la aireación e infiltración. Esta remoción permite mejorar condiciones del suelo para asegurar el desempeño y desarrollo de las especies sembradas. También se realiza fertilización del suelo para las áreas donde se sembraron las especies seleccionadas en la estrategia.

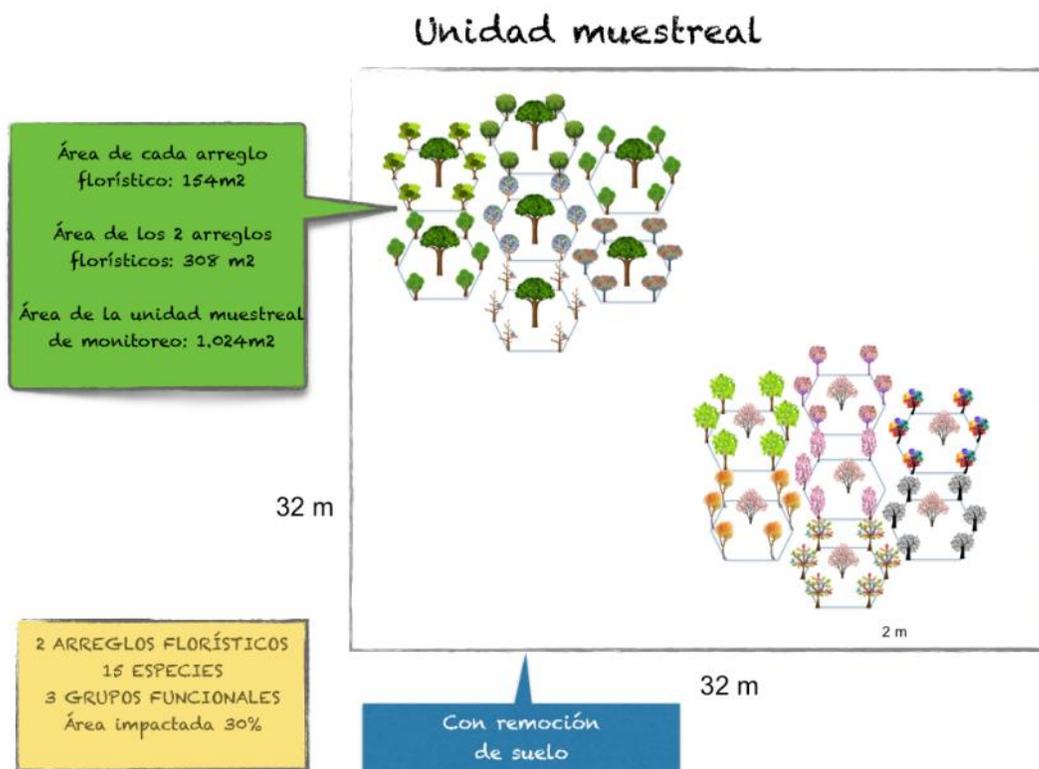


Figura 100. Lógica de la estrategia de nucleación intermedia con remoción de suelo

Fuente: Fundación Natura

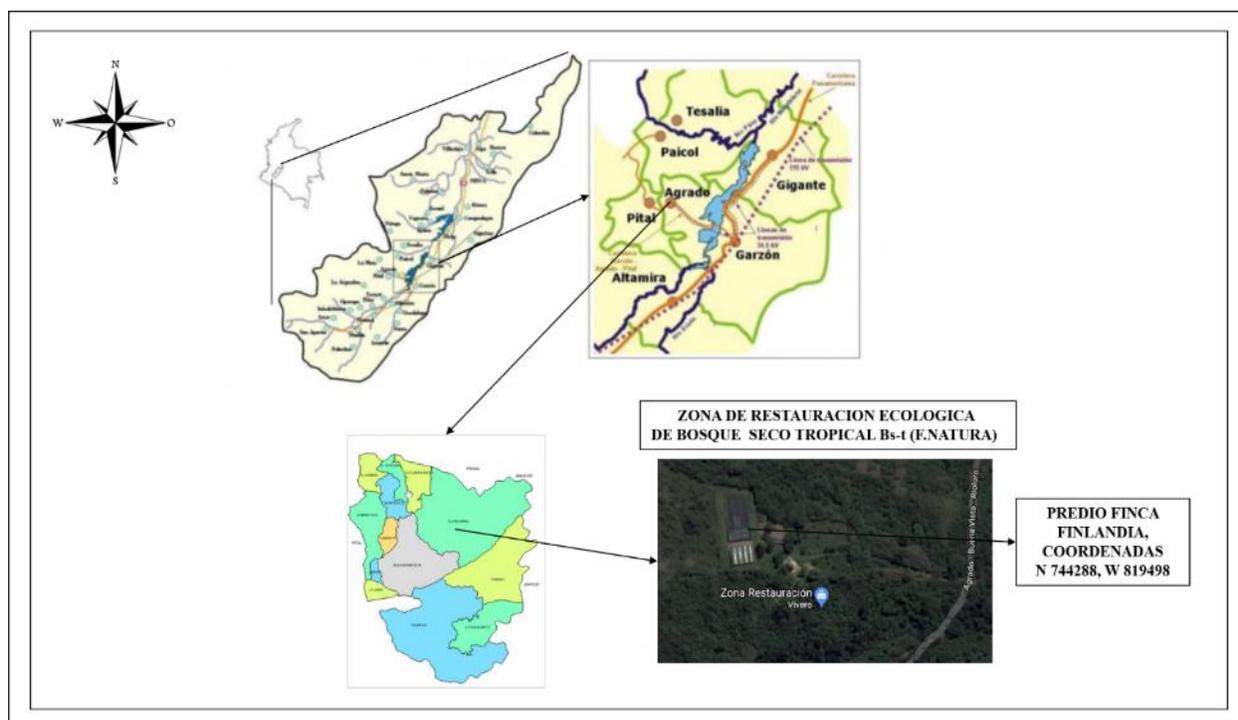
#### 5.2.2.4 Núcleos de 1.000m<sup>2</sup> con 28/29 especies, 28 módulos hexagonales y 196 individuos.



## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Área de investigación

El municipio de El Agrado limita hacia el norte con el Municipio de Paicol y al sur - occidente con el Municipio de El Pital. Hacia la vía que comunica con la vereda el Pedernal se encuentra ubicada El centro de Investigación de Bosque Seco Tropical (Bs-T) “Attalea” de la Central Hidroeléctrica El Quimbo con coordenadas N 744288, W 819498, Altitud 730 m.s.n.m., en donde se desarrolló el trabajo de investigación que tiene como título “EVALUACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA CON USO DE MICORRIZA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE BOSQUE SECO TROPICAL (Bs-T) “ATTALEA” DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO EN EL MUNICIPIO DEL AGRADO- HUILA- VEREDA PEDERNAL”



## 6.2 Clasificación de las especies a trabajar por gremio ecológico

Los gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

- a) *Ceiba pentandra* (ceiba) (Esciofita parcial), se da en pastizal arbolado (nodrizas), arbustal denso y bosque, su floración se da entre diciembre a marzo y su fructificación se da de marzo a mayo.
- b) *Cordia alliodora* (Nogal Cafetero) (Esciofita parcial) se da en pastizal arbolado, arbustal denso y bosque siendo una especie Secundaria, abundante en los potreros y en la vegetación secundaria proveniente de selva alta y mediana (Pav, 1833).
- c) *Chloroleucon mangense* (Raspayuco) (Heliofita Efimera) se da en pastizal limpio, pastizal arbolado, nodrizas su floración y fructificación es en los meses de abril-junio.
- d) *Citharexylum karstenii* (Maíz Tostado) (Heliofita Efimera) se da en pastizal limpio, pastizal arbolado y nodrizas.

## 6.3 Zonas de recolección de las especies

Para la recolección de las semillas se realizó el recorrido de varias zonas aledañas al Centro de Investigación de Bosque Seco Tropical (Bs-T) para observar diferentes especies de árboles en su estado fenológico el cual se da de observar eventos del árbol como producción de hojas, flores y frutos y determinar el estado fitosanitario los cuales pueden ser bióticos y abióticos.

La recolección de semillas se da por diferentes técnicas, si los frutos están muy altos a más de 10 metros de altura (cerca de la copa del árbol) se procede a ascender con dispositivos de seguridad para evitar accidentes como se muestra en la siguiente figura.



*Faustino, M; Vacalla, O; Pérez, D; Tucto, A. (2014). Recolección de Semillas de Especies Forestales Nativas: experiencia en molinopampa, Amazonas – Perú, (página 12). Recuperado de [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/1%20Manual%20colecta%20semillas.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/1%20Manual%20colecta%20semillas.pdf)*

Cuando el fruto se encuentra a una altura no superior a los 10 metros se prosigue a recolectar haciendo uso de la desgarradora o corta ramas como se muestra en las siguientes figuras.



Zona Alto Buenavista.

Desgarretadora (cortarramas)

El método manual es el más convencional, es habitual recolectar del suelo los frutos una vez que estos han caído de manera natural. Es un procedimiento barato y no exige una mano de obra tan calificada, cuando el árbol no supera los dos metros de altura se pueden extraer de forma manual como se muestra en la siguiente figura.



Recolección Manual

Durante el recorrido concluimos tres zonas de recolección debido a su buena fructificación y un buen estado fitosanitario en las arboles, el primero es la vía que conduce hacia Altamira, el segundo es la vía que conduce hacia Zuluaga y el tercer punto es en El Pedernal vereda ubicada en el municipio del Agrado.

Para el día 19 de febrero del 2020 se realizó la recolección de frutos en Altamira de *Citharexylum kartenii* (Maíz Tostado) con la colaboración y acompañamiento de personal especializado del vivero, este municipio se encuentra a una distancia de 47,5 km del municipio del Agrado.



*Citharexylum Kartenii*

Debido a que esta especie *Ceiba pentandra* no se encontraba en floración y fructificación no se pudo recolectar por lo que se optó por comprarlas para poder avanzar en la investigación.



*Ceiba Pentandra*

*Universidad EIA. Catalogo Virtual de Flora del Valle de Aburra. Recuperado de <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/55>*

El día 20 de febrero del 2020 se realizó la recolección de *Cordia alliodora* (Nogal cafetero) en la vía que de Garzón conduce a Zuluaga a una distancia de 44 km hasta el Centro de Investigación Bosque Seco Tropical (Bs-T).



En cuanto al *chloroleucon mangense* (raspayuco) se recolecto en la vereda el Pedernal zona en donde se encuentra ubicado el centro de Investigación Bosque Seco Tropical (Bs-t).



#### **6.4 Manejo de frutos y semillas**

La extracción y el beneficio son procesos que en conjunto ayudan a obtener una semilla de calidad. La pérdida de viabilidad, alto porcentaje de impurezas, presencias de enfermedades o ataque de plagas son una consecuencia del proceso.

Uno de los procesos de mayor influencia en la calidad, es el control de la humedad en frutos y especialmente en semillas. Este aspecto es de difícil manejo en áreas tropicales y subtropicales debido a las constantes variaciones climáticas, que dificultan el proceso de secado. A este aspecto se suma una significativa heterogeneidad en los frutos en términos anatómicos, morfológicos, composición química, tamaño y dureza entre otras características, esta situación dificulta el uso de tecnologías y equipos que posibiliten uniformidad en los procesos (Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. 2014).

#### **6.4.1 Tipo de frutos**

La clasificación de los frutos puede darse de la siguiente manera:

- Dehiscentes – Secos
- Indehiscentes – Carnosos

En esta clasificación general se enmarca la gran mayoría de las especies, pero es inconveniente su generalización, ya que existen frutos carnosos a los que se les puede aplicar los mismos tratamientos que a los frutos secos. En cuestión de frutos resulta más conveniente agruparlos por sistemas de manejo de la siguiente manera:

- Conos
- Frutos secos
- Frutos carnosos
- Frutos de especies recalcitrantes

#### **6.4.2 Secado natural**

El secado natural en frutos y semillas se asocia con las condiciones naturales del medio ambiente y por lo tanto está sujeto a las modificaciones de las condiciones climáticas. Es uno

de los sistemas más baratos al no consumir energía eléctrica, pero no se puede controlar por tiempo lo que sí ocurre con el secado artificial. Se fundamenta con el calor del sol y el intercambio de aire y se afecta por el nivel de humedad relativa. Durante el tiempo de secado los frutos deben removerse constantemente para propiciar un secado homogéneo por suficiente aireación a todo el lote. El proceso debe ser cuidadosamente supervisado para evitar el efecto de condiciones inapropiadas, tales como cambios bruscos de temperatura, exceso de humedad, pérdida de material por roedores u otras que afecten directamente la calidad de la semilla (Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. 2014).

Durante la noche las condiciones climáticas cambian por ende los frutos y semillas deben ser cubiertos y colocados en áreas protegidas, con lo cual aún se puede conservar el calor ganado durante el día.

El tiempo que frutos y semillas permanecen en condiciones de secado natural, depende de las condiciones climáticas locales y de su contenido de humedad. Es necesario para cada especie determinar las condiciones de tiempo, temperatura y humedad relativa a la cual la semilla alcanza el contenido de humedad en equilibrio y bajo las cuales por sus características particulares de tamaño, forma, composición química y características físicas y fisiológicas pueden permanecer almacenadas conservando su viabilidad (Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. 2014).

### 6.4.3 Apertura y extracción de semillas

La extracción es el proceso o conjunto de actividades tendientes a separar la semilla de los frutos. Los métodos de extracción varían en función de la naturaleza del fruto. Los frutos se pueden clasificar en conos, frutos secos dehiscentes o indehiscentes y frutos carnosos.

- **Frutos secos dehiscentes.** Este tipo de frutos una vez secos no inducen su apertura para liberar las semillas de su interior debido a su consistencia, constitución y forma, por lo cual no se puede hablar de una técnica universal de manejo. Para la extracción de estas semillas es necesario el uso de herramientas manuales (Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. 2014).
- **Frutos carnosos.** Este tipo de frutos requiere un proceso de despulpado; si no se retira la parte carnosa del fruto se descompone y fermenta, causando daños a la semilla especialmente por la producción de ácido acético. Para este proceso los frutos se colocan en tanques con agua por un tiempo aproximado de 24 a 48 horas, posteriormente se despulpan lavándolos en agua corriente o en forma manual y luego se secan en condiciones convencionales y dependiendo de cada fruto (Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. 2014).

### 6.4.4 Beneficio

Es una técnica utilizada a eliminar las impurezas y homogenizar los lotes con relación al tamaño, peso, color y forma de la semilla. El sentido principal del beneficio es obtener la mayor cantidad de semilla de la mejor calidad física en una operación económica y eficiente.

Para el beneficio del maíz tostado después de su recolección se deja en agua durante 24 horas, luego pasa por la zaranda y el producto final se extiende en papel periódico aplicando el método de secado natural y así proceder a su recolección.



### **Beneficio y recolección *citharexylum kartenii***

El nogal cafetero no se deja directamente al sol si no en una parte seca durante 24 horas preferiblemente y después se procede a recolectar.



### **Beneficio y recolección *citharexylum kartenii***

El raspayuco se deja directamente al sol para que el fruto abra por si solo y después proceder a recolectar la semilla, cada vaina puede albergar entre 10 a 20 semillas.



### **Beneficio y recolección chloroleucon mangense**

#### **6.5 Preparacion de las camas de germinacion con diferentes proporciones de sustratos;**Error! Marcador no definido.

En cada cama de germinación o almacigo se colocan las semillas para iniciar su proceso germinativo. Se sugiere ubicar todas las camas de germinación en un área determinada, pues de esta manera el manejo y mantenimiento de las camas es más sencillo. En algunos viveros, las camas de germinación se ubican a nivel del suelo o sobre el nivel del suelo a una altura de aproximadamente 80 cm. La longitud de las camas de germinación cambia, dependiendo de los espacios que tenemos disponibles; generalmente la longitud varía entre 10 a 20 m y tienen un ancho de 1 m (UNCADER, 2001). En caso de que el vivero se localice en un terreno con pequeñas pendientes, se debe ajustar la inclinación de los desniveles para asegurar que las camas de germinación se encuentren en una posición plana (Rodríguez, S., Vergara, Tenorio, M, C., Ramos, Prado, J, M., y Sainz, Campillo, C. (2002).



### 6.5.1 Remoción y desinfección

Durante la investigación se trabajó en la cama 3 de la nave 1, lo primero que se realiza es la limpieza de la canaleta retirando el material (turba con tierra) viejo, después con yodo agrícola se desinfecta el restante (arena) para evitar la proliferación de hongos.





### 6.5.2 Preparación canaleta y sustrato

La sección a trabajar tiene una longitud de 5,5 mt dividiendo la canaleta en 5 secciones cada una de 1,1 mt, en donde se trabajarán las porciones de 25%, 50%, 75%, 100% de turba con mezcla de tierra y el testigo que es capote de monte (tierra) es la última sección. Después se empieza a cernir la turba de hormiga con la zaranda para obtener un material fino al igual que el capote de monte.

Para calcular la cantidad de sustrato se utilizó un balde de 20 litros, dependiendo del porcentaje siendo el primero de 25% se hizo la operación dando como resultado 5 Litros de llenado de turba y aplicando el mismo método para calcular el 75% dando como resultado 15 litros de tierra, para el 50% se aplicó el mismo método dando 10 litros de turba y 10 litros de arena, para el 75% se usó 15 litros de turba y 5 litros de tierra, y las otras dos secciones que son del 100% se trabajó una sección en tierra y la otra en turba.



### 6.5.3 Llenado de la canaleta

Al tener el sustrato que es la mezcla de la turba de hormiga con capote de monte, se hace el uso de un bugui para transportar el material hacia la cama y con un valde se empieza a vaciar el material con el fin de agilizar el proceso y así tener lista la cama para el sembrado del material o semilla a trabajar.



## 6.6 Siembra y toma de datos en germinación

Antes de la siembra se procede con un tratamiento en agua fría y caliente para acelerar el proceso de germinación.

### 6.6.1 Tratamiento Pregerminativo

Se aplican dos métodos de tratamiento con agua:

a) **Tratamiento en agua fría:** Se vacía agua en un recipiente la suficiente para cubrir las semillas, dependiendo de las características de las semillas se remojan durante un tiempo determinado (24 a 48 horas) y se colocan a germinar.

Para la semilla de la Ceiba y Nogal Cafetero se utilizó este método.

b) **Tratamiento en agua caliente:** Un día antes de la siembra se depositan las semillas en un recipiente con agua hirviendo durante un periodo de 24 horas.

Para el Raspayuco y el Maíz Tostado se aplicó este proceso.

Con los tratamientos con agua, se produce una penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla activando los procesos de germinación. Después de aplicar el tratamiento, se produce un hinchamiento en las semillas e inmediatamente se procede a realizar la siembra, este proceso se repite para el resto de las semillas.

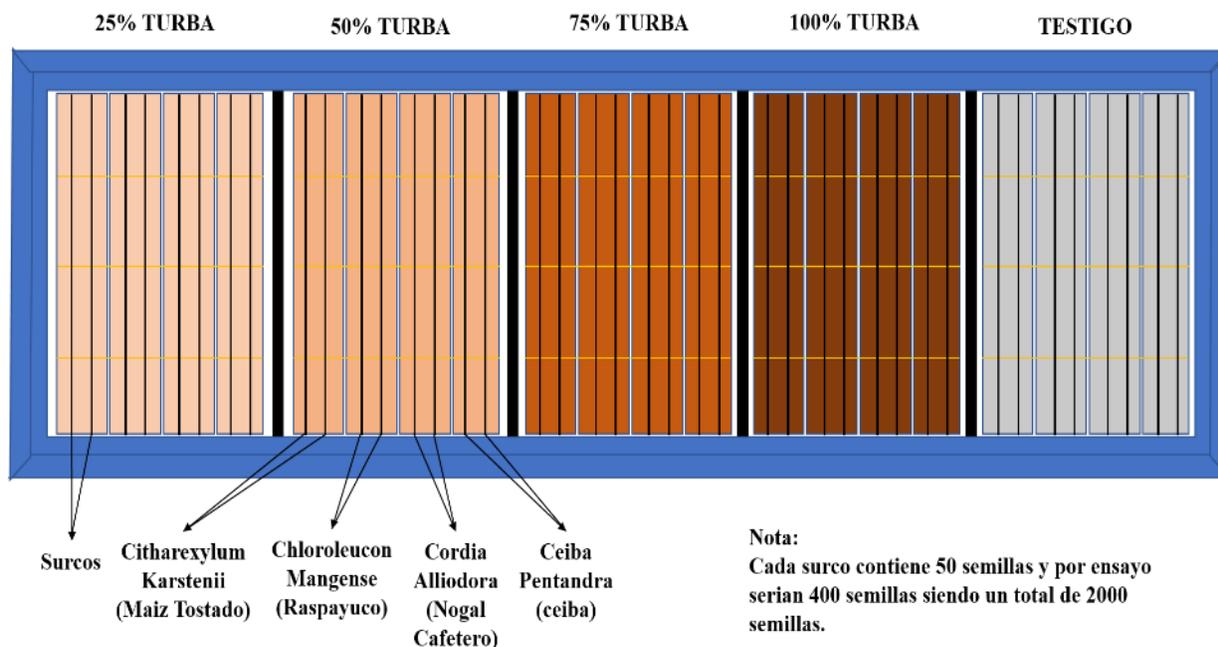
### 6.6.2 Surcado

Se realizan surcos a lo ancho del germinador de 1.3 cm de profundidad separados a 5 cm por surco. Para la realización de los surcos se utilizó una herramienta manual conocida como surcadora, esta se coloca con la parte cortada sobre la arena y se presiona hasta tener la profundidad deseada. De esta manera quedará el surco formado.

En la siguiente figura se muestra la distribución espacial de las semillas por ensayo en la canaleta.

Por cada sección se sembró la misma cantidad de semillas.

## DISEÑO EXPERIMENTAL PARCELA



### 6.6.3 Siembra

Considerando que la mayoría de semillas son muy pequeñas, es importante que la semilla se coloque a la distancia y la profundidad apropiada, a los fines de evitar gastos adicionales por labores de resiembra. Cuando la semilla se siembra muy profunda, por lo general, las plántulas en desarrollo, consumen todas las reservas alimenticias antes de salir (emerger) a la superficie del suelo. Si la semilla se deposita muy próxima a la superficie del suelo, surge la dificultad de que debido a que esta parte del suelo se seca muy rápidamente, la plántula no va a disponer de la cantidad de humedad suficiente para continuar con normalidad su proceso de crecimiento y desarrollo, y en consecuencia morirá antes de emerger (Cedeño, L., 2019).

#### 6.6.4 Siembra en germinador

El propósito que se persigue con esta modalidad es proporcionarles a las plántulas las condiciones óptimas para que crezcan y se desarrollen con el máximo potencial productivo heredado. El empleo de los germinadores permite:

1. Plantar semillas pequeñas cuya siembra directa sería más lenta.
2. Seleccionar (escoger) plántulas sanas y resistentes a los microorganismos
3. Trasplantar cuando las condiciones ambientales se muestren favorables.

La semilla se deposita de forma continua sin amontonarlas, presionándolas suavemente con el dedo evitando que no queden ni tan profundas y ni tan superficiales.



Después se cubre con sustrato y se usa una llana para suavizar la superficie. Este método se usa para cantidades pequeñas de semilla. Facilita el sacar las plántulas para trasplante.



### 6.6.5 Toma de datos en germinación

Durante el nacimiento y desarrollo de la planta se dan dos procesos muy importantes.

#### a) Fase de germinación

La germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla y finaliza con el comienzo de la elongación de la radícula. En condiciones de laboratorio, la posterior rotura de las cubiertas seminales por la radícula es el hecho que se utiliza para considerar que la germinación ha tenido lugar (criterio fisiológico). Sin embargo, en condiciones de campo no se considera que la germinación ha finalizado hasta que se produce la emergencia y desarrollo de una plántula normal (Pita, Villamil, J, M., Pérez, García, F, n.f)



**b) Fase de crecimiento**

En esta última fase de la germinación, paralelamente al incremento de la actividad metabólica, se produce el crecimiento y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales. Las semillas que han alcanzado la fase de crecimiento no pueden volver a etapas anteriores y en el caso de que las condiciones del medio no permitan que esta fase pueda seguir adelante, la semilla morirá. Una vez que la radícula ha roto las cubiertas seminales, se inicia el desarrollo de la plántula, proceso complejo y variable según las especies, que implica un elevado gasto de energía que se obtiene mediante la movilización de las reservas nutritivas de la semilla (Pita, Villamil, J, M., Pérez, García, F, n.f).



La toma de datos inicia cuando la semilla empieza el proceso de germinación e inmediatamente estos datos se registran en un formato como se muestra en la siguiente figura, los datos se toman cada semana hasta completar el mes que es lo que estipula el formato.

		ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLA												Fecha de Vigencia: 25 de Enero de 2015 Código: FO-RE-23 Versión 03			
Nombre común				Procedencia								Lote					
Nombre científico				Recolector								Fecha de ingreso					
Familia				Peso (gr)								Fecha de análisis					
CRECIMIENTO DE PLANTULAS EN GERMINADOR																	
Muestra	No. Plantula	SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4			
		Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)
II																	
III																	
IV																	
OBSERVACIONES																	

Se toman datos de germinación que consiste en contar la cantidad de semillas que germinan diariamente y estos datos se registran en el formato, esta toma se hace durante un mes.



La toma de datos de crecimiento inicia cuando a la plántula le nacen sus primeras hojas hasta que adquiere una altura de 8 a 10 cm.

Se usa el pie de rey para medir el grosor del tallo de la plántula y la regla para medir la altura.



## 6.7 Zona de crecimiento (tubete)

### 6.7.1 Trasplante

Se conoce como trasplante al paso de las plántulas del almácigo a los envases colocados previamente en la sección de crecimiento (Pimentel, 1971; Musalem y Fierros, 1983).

Mediante el trasplante se permite que cada plántula tenga mayor espacio para su desarrollo hasta lograr la magnitud deseada para la plantación en el campo y conservar sus raíces protegidas por la tierra que las envuelve (Cozzo, 1976).

Por muchos años se han dado dos tipos de trasplante: se conoce como trasplante tradicional al esperar que la plántula adquiriera cierto vigor, condición que se da cuando las plántulas miden 5-7 cm de altura y las raíces no están excesivamente extendidas (a esta edad desarrollan más el tallo: 8 a 12 cm) y cuentan con escaso follaje transpiratorio.

Para llegar a dichas dimensiones es habitual que transcurran entre 30 y 60 días desde la

siembra, según la época y la especie. Cuando la altura de las plántulas rebasa la establecida previamente, se tienen problemas en el trasplante porque las raíces son muy largas y causan el encorvamiento del extremo de la raíz en el envase, problema que no se soluciona jamás y que origina plantas mal conformadas, de escasa vitalidad y que terminan dominadas o morirán pronto; se mejora si al momento del trasplante se recortan con tijeras las raíces largas (Cozzo, 1976).

Se realiza el trasplante anticipado cuando la plántula tiene solamente radícula, antes de que se emitan raíces secundarias (Pimentel, 1971). Este trasplante se hace a los pocos días después de emergidas las plántulas (4 a 8 días), cuando no han alcanzado a formar una verdadera cabellera radicular; se obtienen muy buenos resultados en cualquier época del año y hora del día, aun sin colocar protección de media sombra. Con este trasplante se obtiene una alta supervivencia (90-96%), aumenta la eficiencia y la rapidez de trasplante (2000 plántulas por día) (Cozzo, 1976) y se permite hacer la selección de plántulas en el trasplante.

El procedimiento para efectuar el trasplante consiste en extraer con todo cuidado la plántula del almácigo y ponerla en un recipiente con agua de tal forma que las raíces no queden mucho tiempo expuestas al sol o al aire, o bien se puede utilizar recipientes con lodo casi líquido.

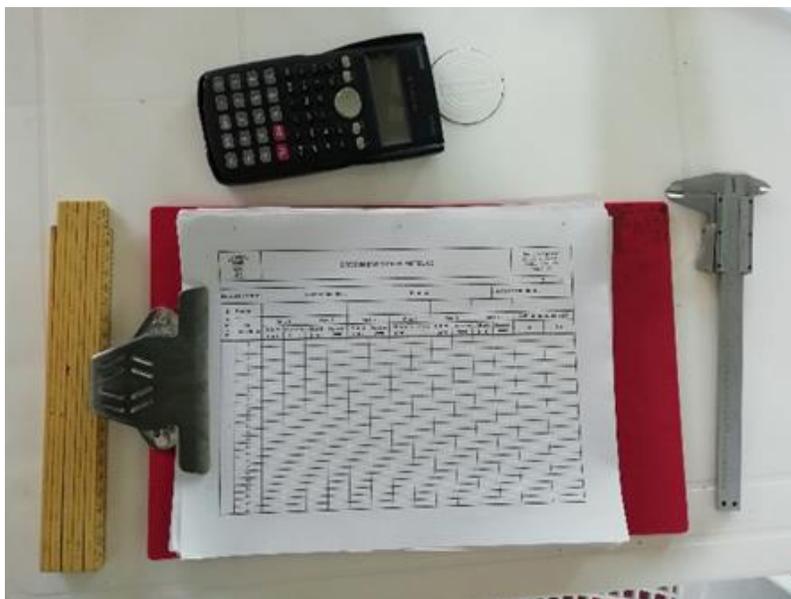


Para realizar las perforaciones en los tubetes con los sustratos se hace uso de una pequeña estaca de unos 10 cm, después con los dedos se extrae de la caja semillera aquellas plántulas cuyas características de crecimiento se consideren las más adecuadas para el trasplante. De esta manera se comienza la selección de las plantas más vigorosas y al mismo tiempo se estandariza su tamaño y por último se introduce la radícula en la perforación hecha y con la misma estaca hacer otro orificio paralelo al anterior, inclinando la estaca hacia la planta para que la radícula quede en contacto con la tierra y se elimine el aire atrapado.



### 6.7.2 Toma de datos en crecimiento

En la imagen se puede apreciar los elementos o herramientas usados para la toma y digitación de datos (calculadora, pie de rey, regla plegable, formato impreso, lápiz y borrador).



Ya de realizar el trasplante de las plántulas a tubete, con el formato y las herramientas adecuadas se empieza con la toma y digitación de datos.



La regla se usa para tomar la altura de la planta, se apoya en la base del tubete y se toma la altura hasta el nudo donde da inicio a la ramificación de las hojas.



El formato usado consta de 6 meses de toma de datos, pero cada 15 días se tomaron datos siendo estos 6 meses en realidad 3 meses de toma de datos.

Y el pie de rey es utilizado para determinar el grosor del tallo y este dato se toma en conjunto con la toma de crecimiento.



La planta al adquirir una altura considerable se trasplanta a una zona donde requiera luz solar para llevar a cabo la fotosíntesis. El cual es un proceso biológico en el que las plantas capturan la energía de la luz solar para elaborar azúcares, muy similares a la glucosa, que más tarde se convertirá en los elementos químicos que necesitan para un crecimiento sano y vigoroso.



### **6.8 Estudio de biomasa subterránea de las especies trabajadas**

El rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular biomasa como materia fresca y seca en los órganos que se destinan a la cosecha y un incremento proporcional de la

biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento. De esta manera la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo. Los asimilados o asimilatos (glúcidos, proteínas, lípidos y carbohidratos) producidos por la fotosíntesis en los órganos "fuente" (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos "sumideros" de una planta. Entonces para lograr un rápido crecimiento inicial de las plantas jóvenes, es importante incrementar substancialmente de la superficie foliar en esta fase, debido a que gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada. Por lo tanto, en esta fase, una gran parte de los asimilados deben ser destinados a la formación de las hojas (Challa et al., 1995).

Para este estudio se escogieron 60 plantas con un buen desarrollo de tallo y hojas, después se separaron por sustrato (foto 1), el siguiente paso fue retirar el tubete (foto 2), seguidamente se sumergió en agua para retirar el material restante (foto 3) y solo dejar la raíz limpia que es la variable a pesar (foto 4).



Foto 1

Foto 2



Foto 3

Foto 4

Después de retirar la raíz del resto del tallo (foto 5), se utilizó una balanza análoga para pesar la muestra para determinar el peso húmedo (foto 6), después se utilizó una estufa a 70 °C para secar la muestra por 24 horas (foto 7), y después de completar este tiempo se procedió a pesar la muestra para determinar el peso seco (foto 8).



Foto 5

Foto 6



Foto 7



Foto 8

## 6.9 Estudio microbiológico

Los microorganismos del suelo contribuyen al mantenimiento de la fertilidad química, física y biológica del suelo. Transforman nutrientes inorgánicos, que de otra forma no pueden ser absorbidos por la planta; además favorecen la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

Para realizar la prueba microbiológica se utilizaron los siguientes materiales: Placa de Petri, Vaso de precipitados, Agitador, Agar Agar, Microscopio, Muestra de turba de hormigas



En un vaso de precipitado de 100 ml se revuelve agar agar con agua hasta lograr la consistencia que se quiere, después se vierte este líquido en las placas de Petri, lo siguiente es verter agua hervida en un vaso de precipitado de 2000 ml con la muestra de turba de hormiga y revolver bien con el agitador y por ultima aplicar una pequeña muestra en las placas de Petri con el agar agar y dejar por 4 o 5 días hasta que la micorriza u hongo se desarrolle y por último hacer uso del microscopio.



## 7. RESULTADOS

De acuerdo al trabajo realizado de toma de datos de germinación y crecimiento de las especies mencionadas en la investigación se obtuvieron unas tablas que se muestran a continuación con los diferentes resultados.

### 7.1 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Germinación

Gráfico 1

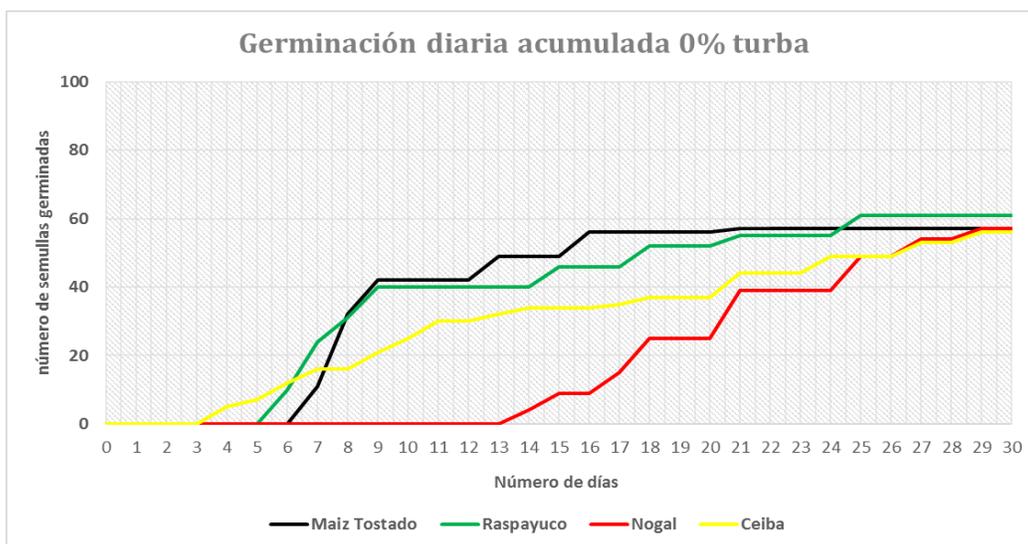


Gráfico 2

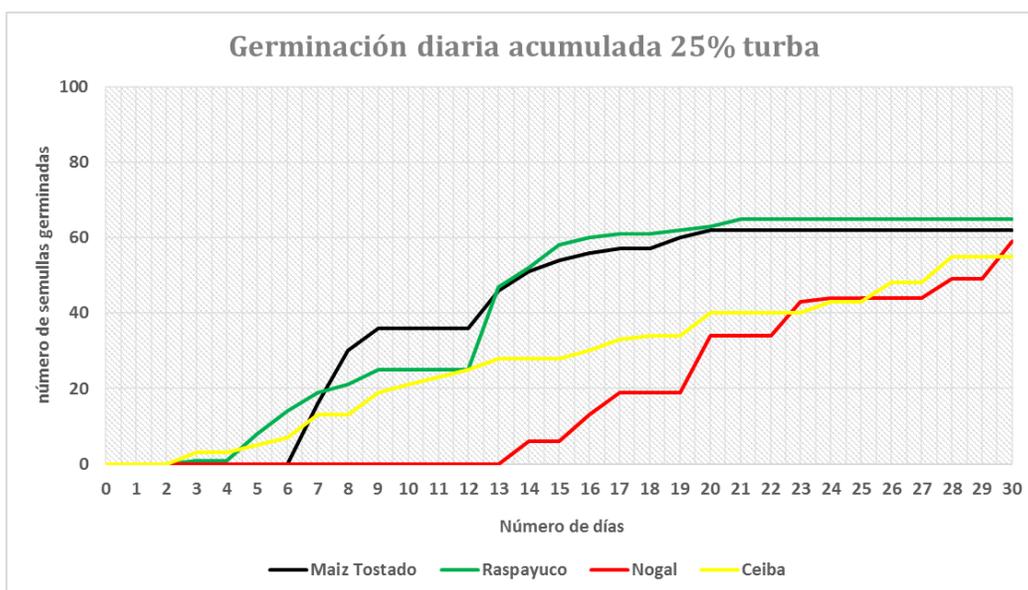


Gráfico 3

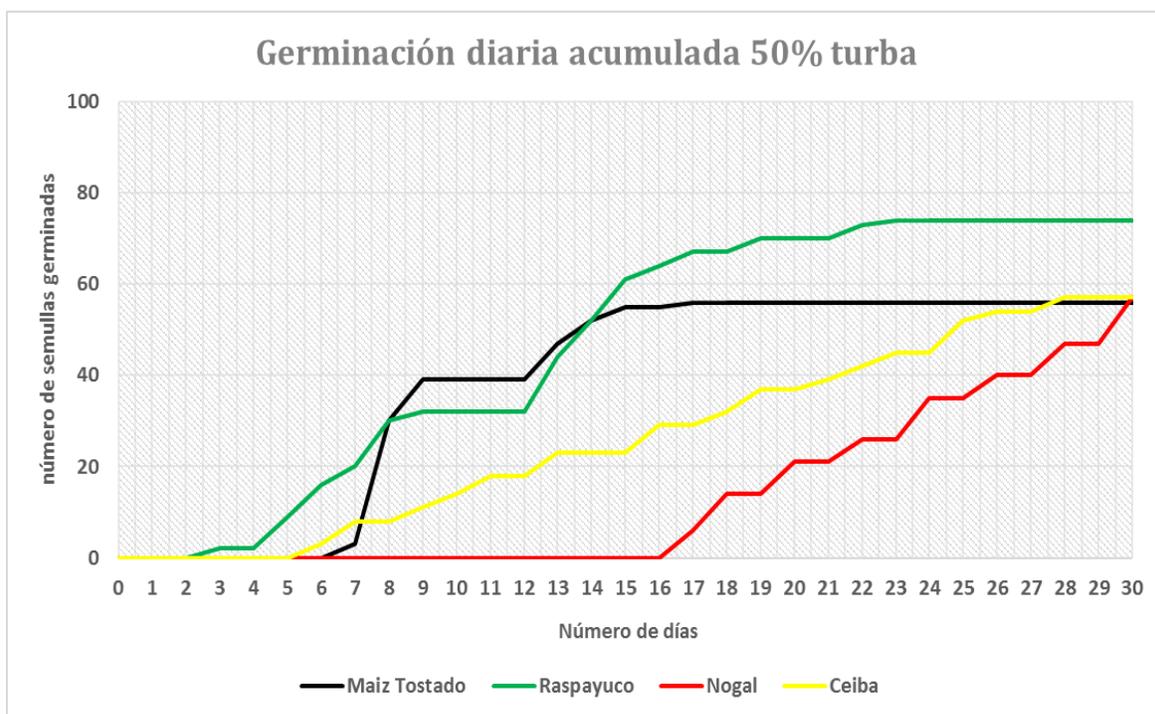


Gráfico 4

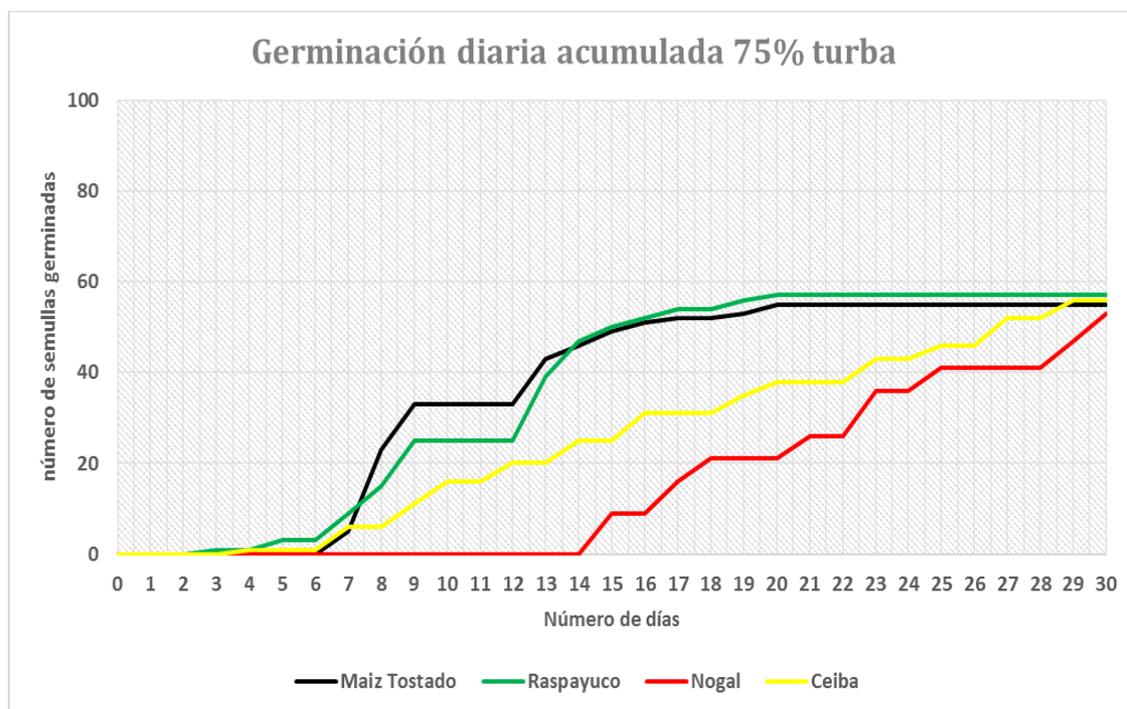
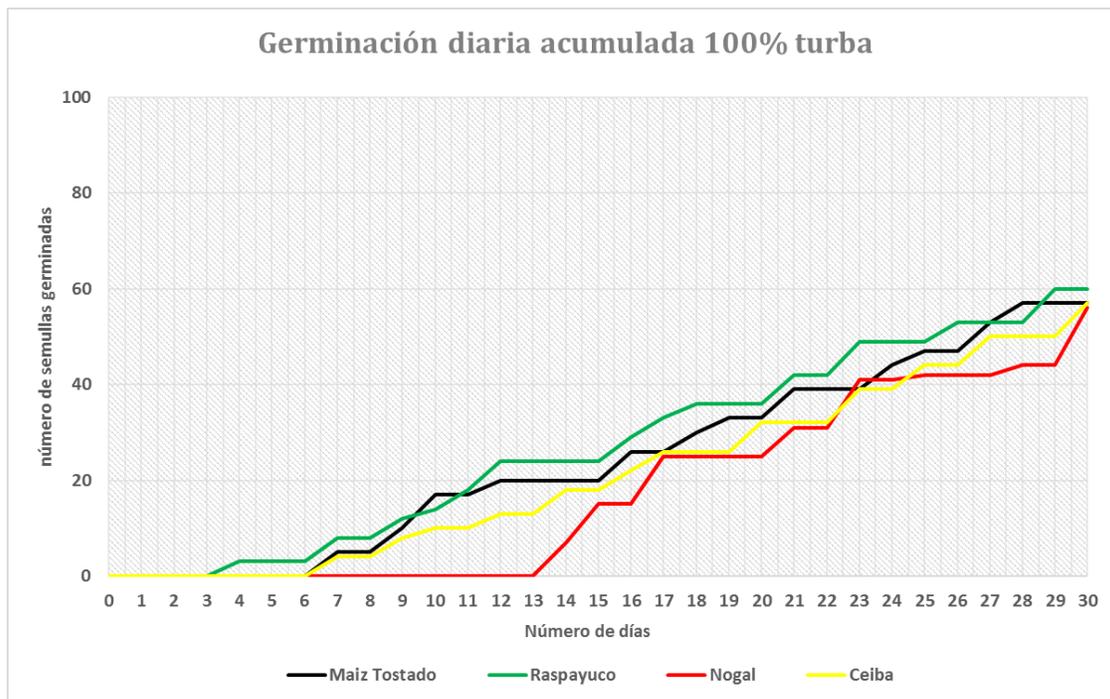


Gráfico 5



## 7.2 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Germinador (Crecimiento)

Gráfico 6

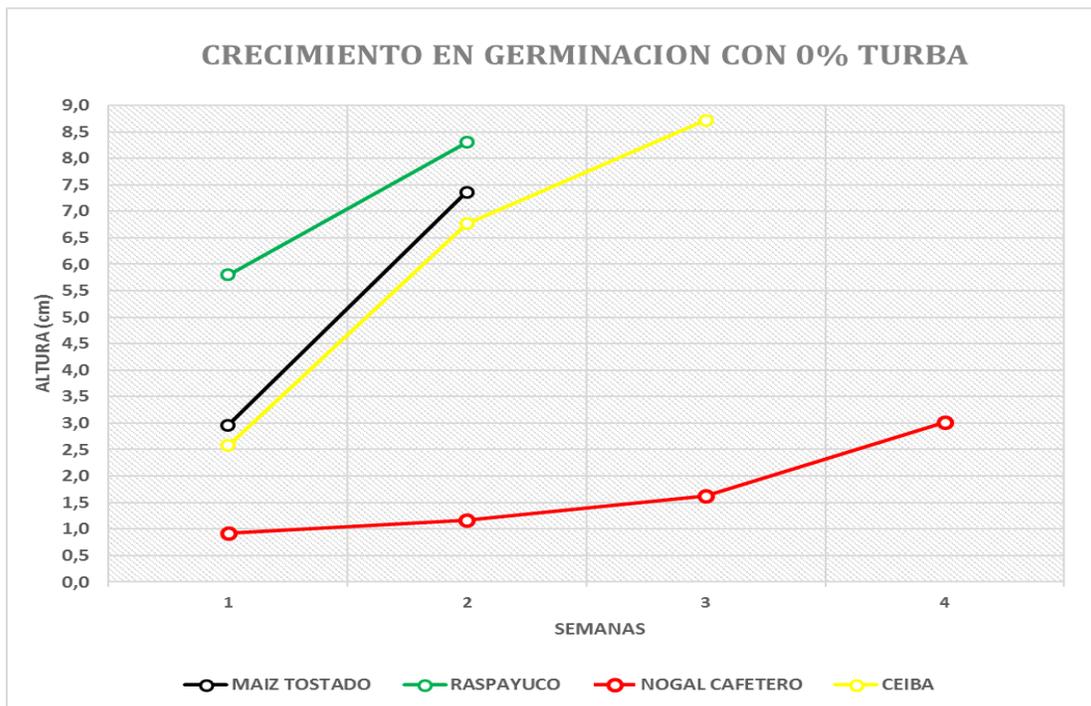


Gráfico 7

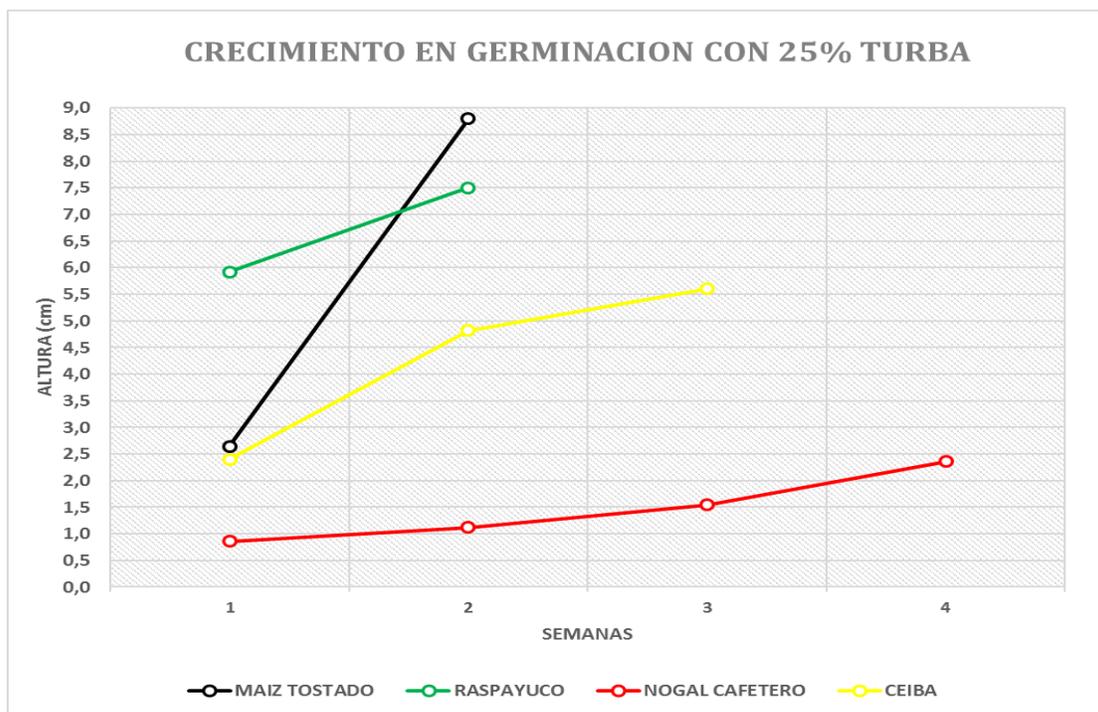


Gráfico 8

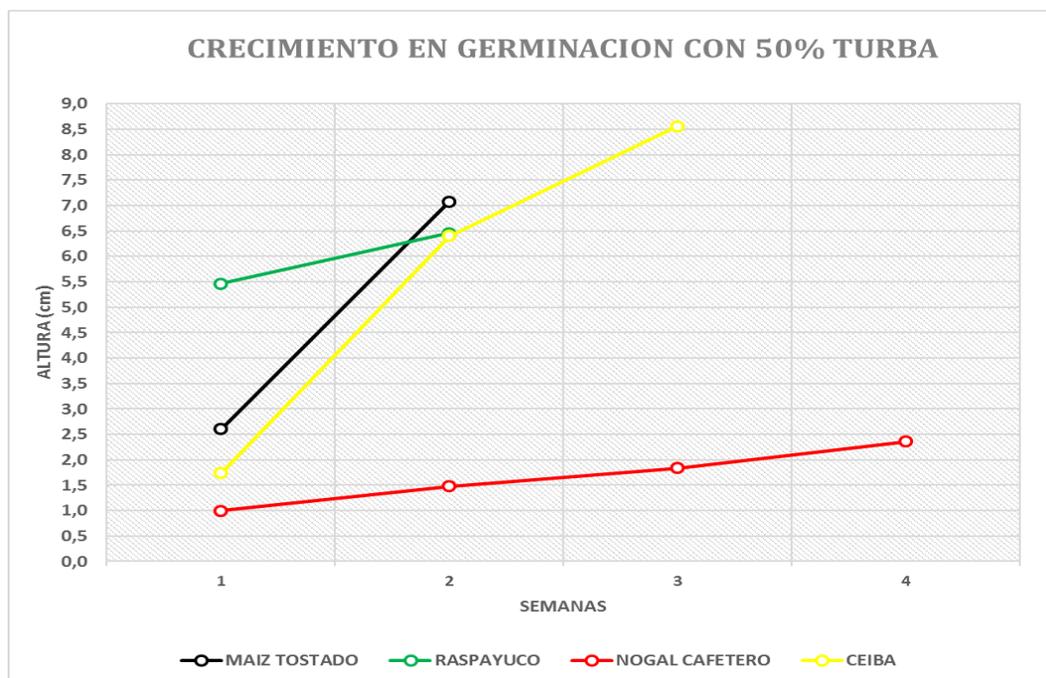


Gráfico 9

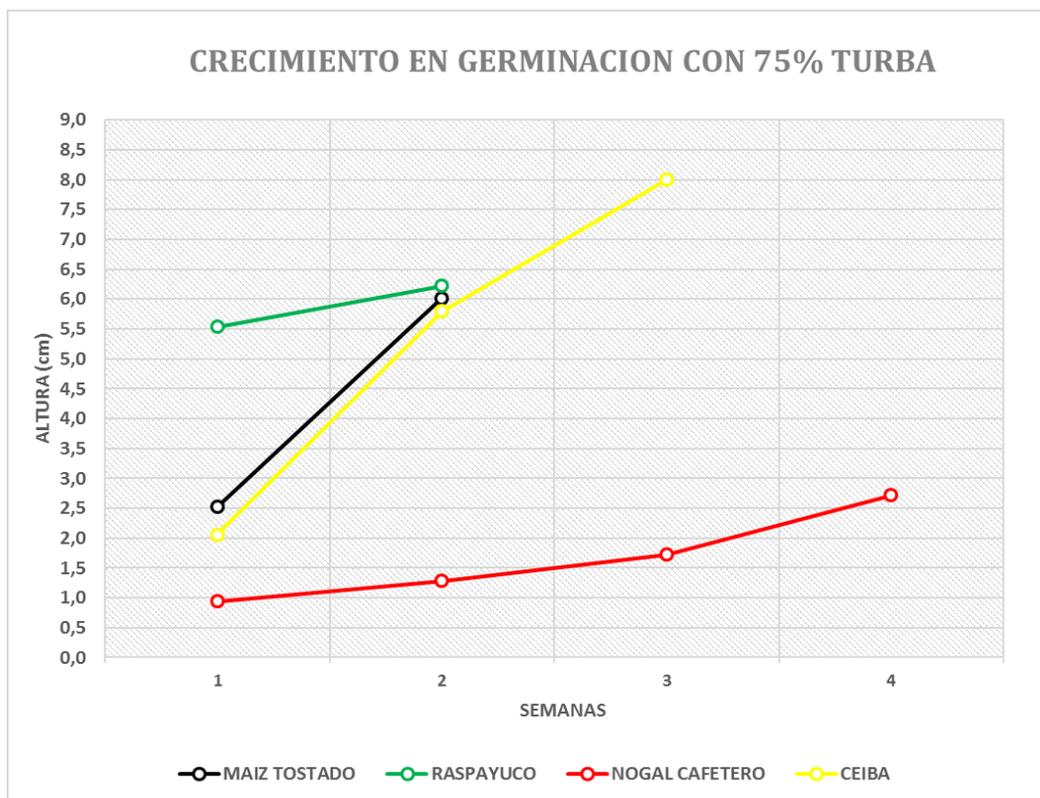
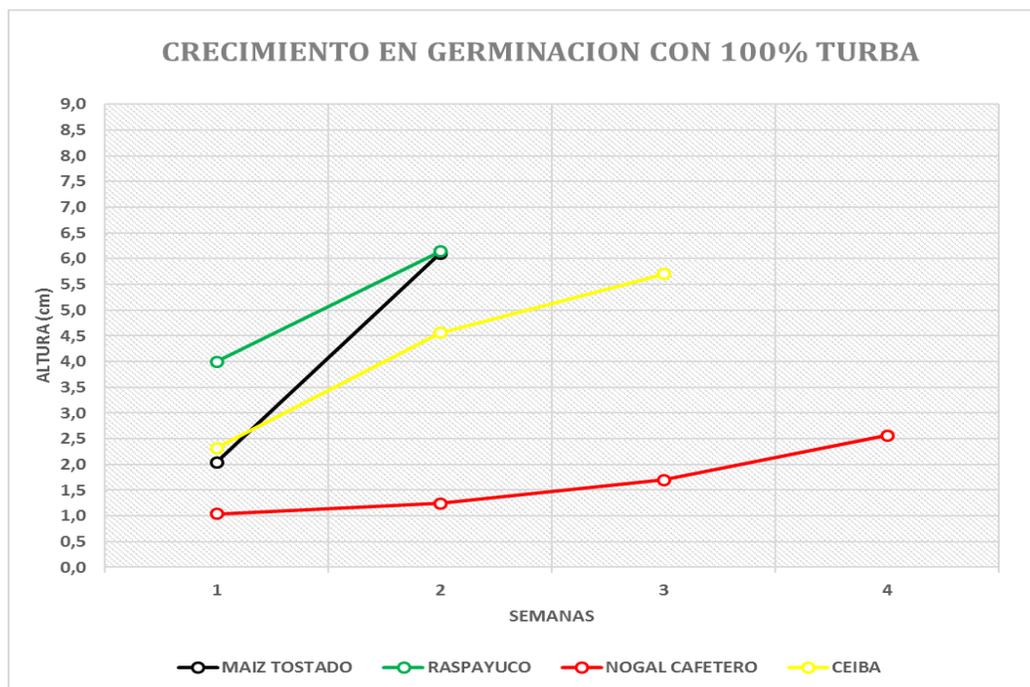
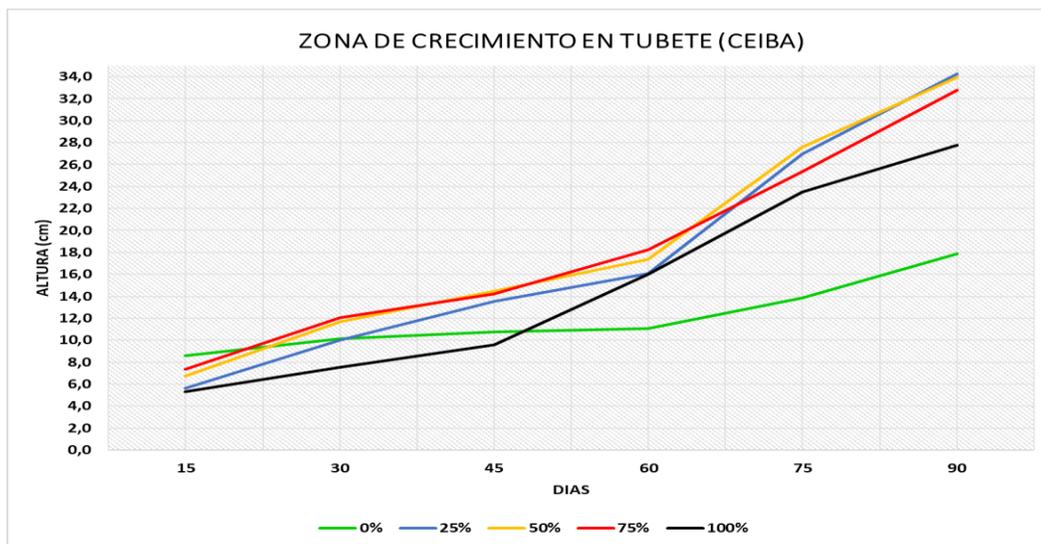


Gráfico 10



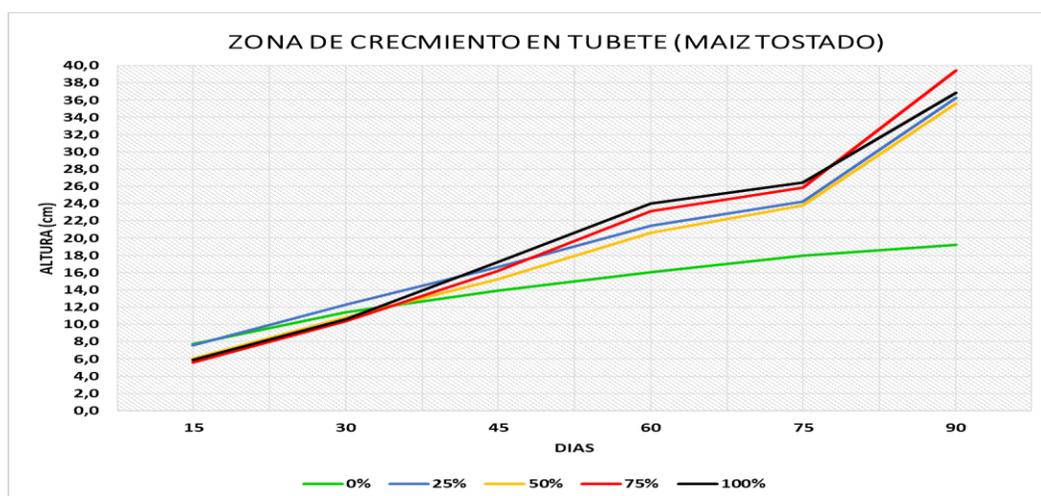
### 7.3 Tabulación en Excel de los Datos Tomados en Tubete aplicando los mismos tratamientos de turba (Crecimiento)

**Grafica 11**



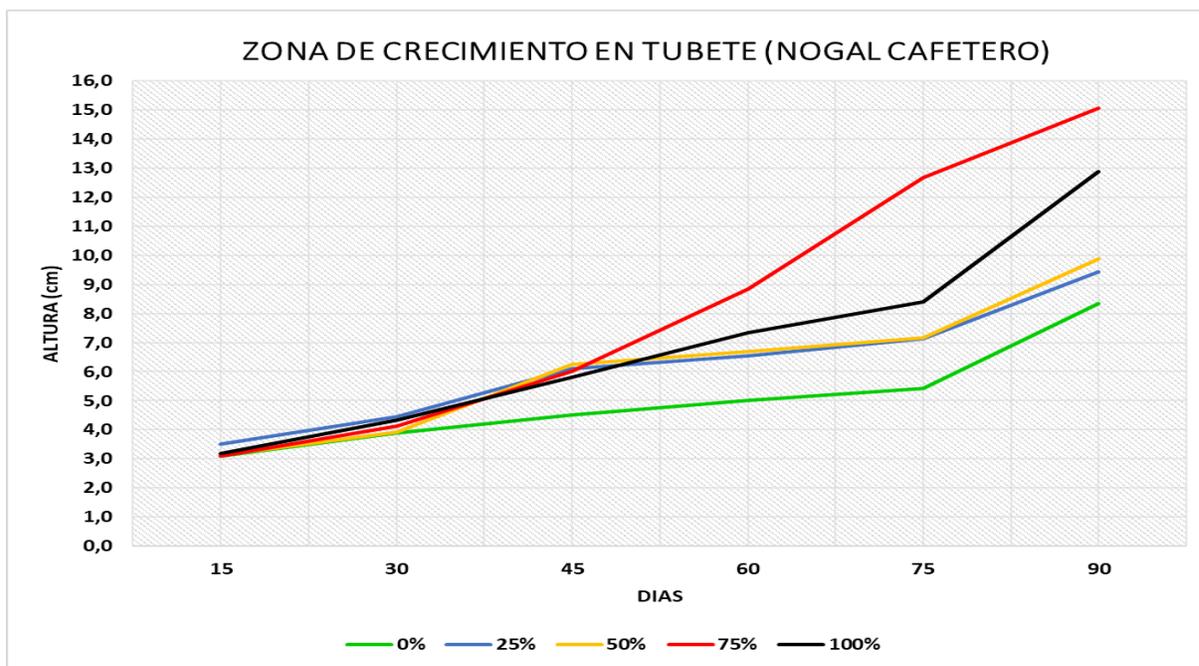
Esta especie que es la ceiba pentandra se observó un buen desarrollo y adaptación a los sustratos del 25%, 50% y 75%.

**Grafica 12**



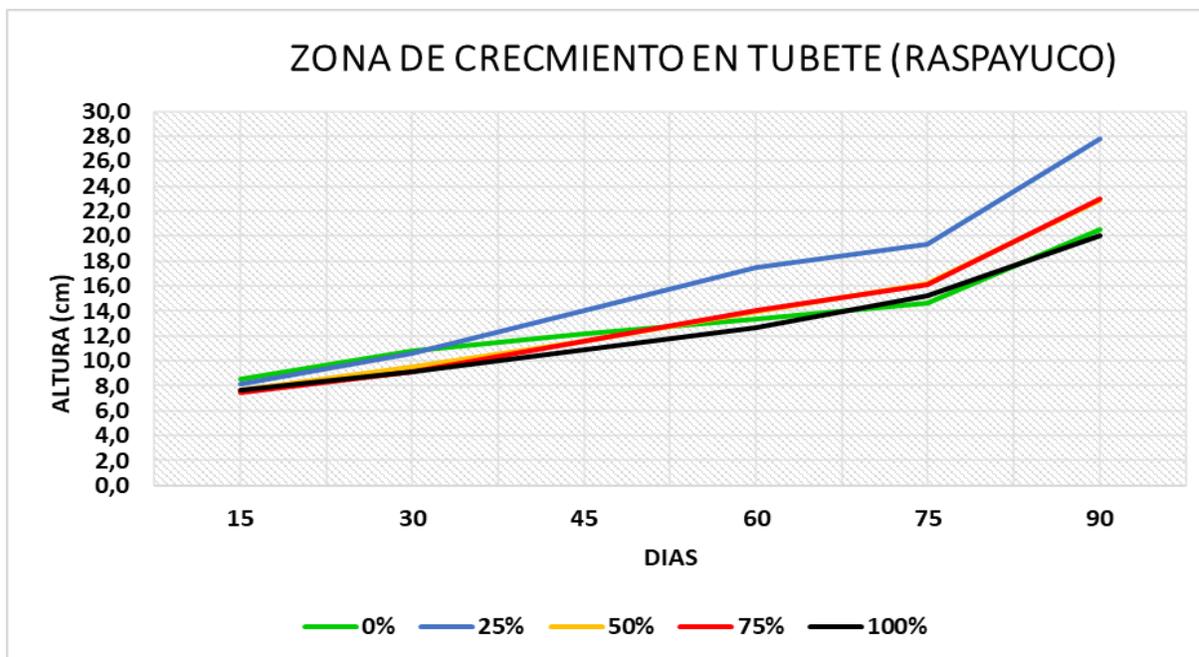
En la especie *Citharexylum karstenii* se obtuvo buenos resultados en 4 de los 5 sustratos empleados para el estudio los cuales son 25%, 50%, 75% y 100%.

Grafica 13



En la especie *Cordia Alliodora* se observa mejor resultado en el sustrato de 75%.

Grafica 14



En la especie *Chloroleucon mangense* pudimos observar un buen desarrollo de las plantas en el sustrato de 25% de turba.

## 8. Estudio de Biomasa Radicular

En la siguiente tabla se evidencia el resultado de los pesos en húmedo y seco por sustratos:

**Tabla 1**

ESPECIE	SUSTRAO (TURBA)									
	0%		25%		50%		75%		100%	
	Peso Húmedo (gr)	Peso Seco (gr)								
Raspayuco	15	3,4	26	9,3	22,8	7,8	19,9	6,8	21,8	8,5
Nogal Cafetero	18,8	4,5	27,3	9,6	27,7	9,8	27,9	9,4	23,1	9,2
Maíz Tostado	25,3	5,1	63,5	16,9	41,5	12,2	47	15,2	33,3	10,1
Ceiba	30	6,8	36,1	9,9	26,6	6,4	24,6	5,8	38,7	7,7

Y teniendo los valores mostrados en la tabla anterior se usó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de humedad:

$$\%Humedad: \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso humedo}} * 100$$

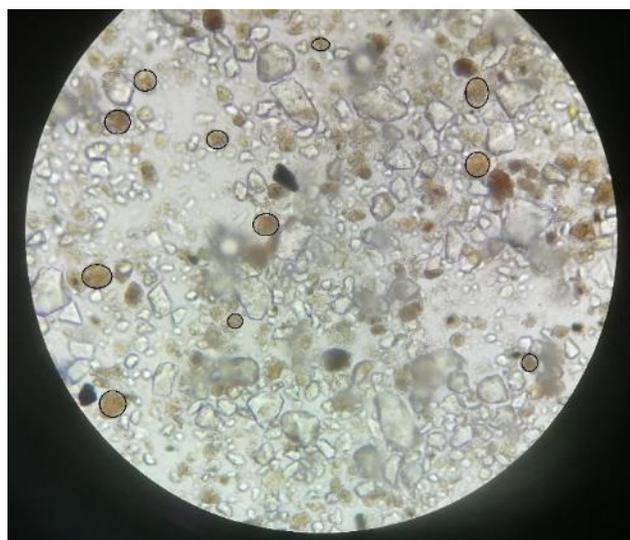
Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2**

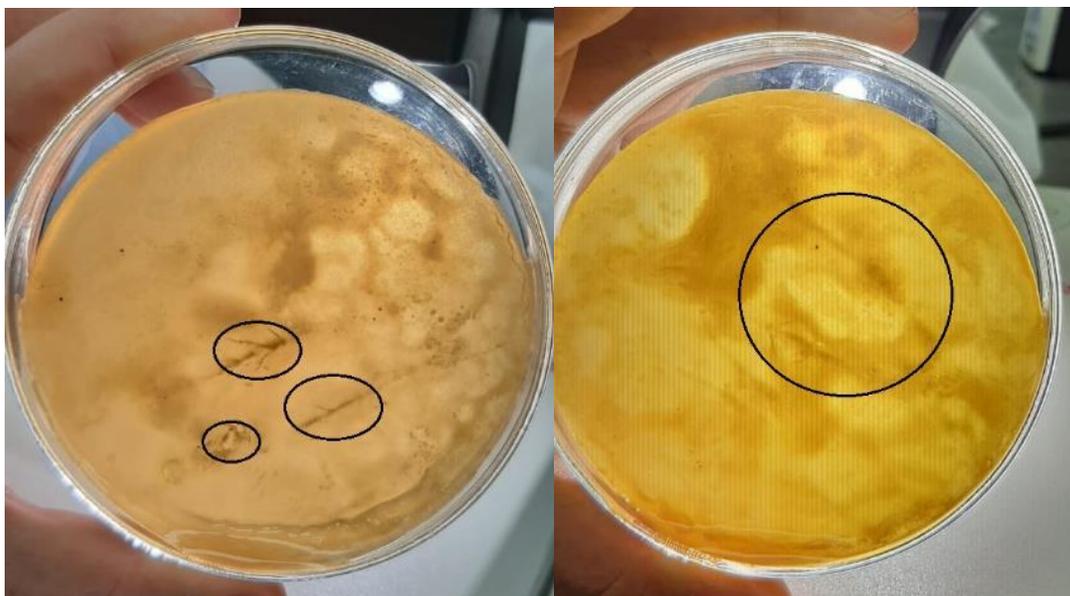
ESPECIE	SUSTRATO (TURBA)				
	0%	25%	50%	75%	100%
	% humedad				
Raspayuco	77,3	64,2	65,8	65,8	61,0
Nogal Cafetero	76,1	64,8	64,6	66,3	60,2
Maíz Tostado	79,8	73,4	70,6	67,7	69,7
Ceiba	77,3	72,6	75,9	76,4	80,1

## 9. Estudio microbiológico

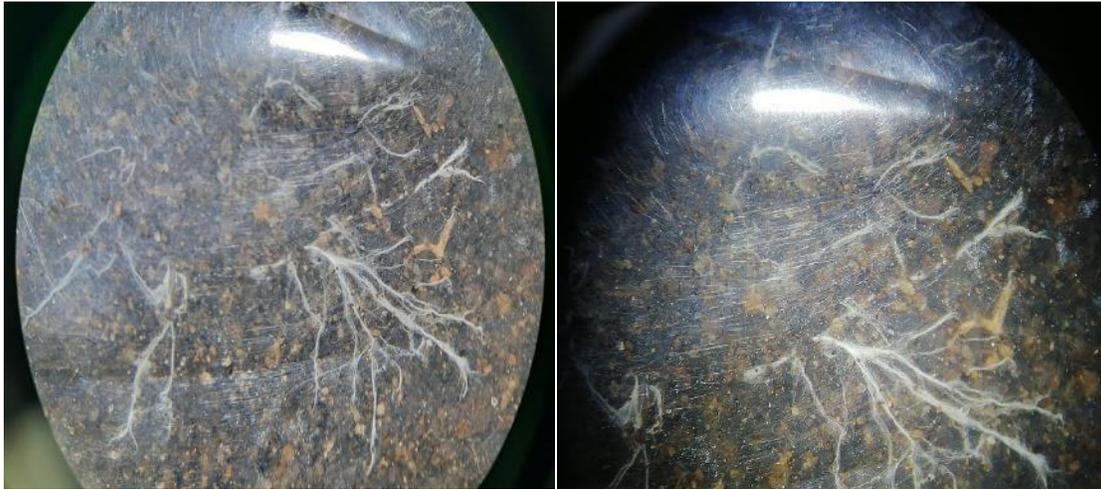
10. Se tomó una muestra de turba de hormiga y con el uso del microscopio se pudo evidenciar presencia de esporas de micorriza las cuales son las que se encuentran encerradas en los círculos negros y demás puntos de color café-amarillo.



Después de dejar las muestras de turba de hormiga con el agar-agar durante 5 días se pudo evidenciar la presencia de formación radicular de micorriza como se muestra en la siguiente foto.



De igual forma se logró evidenciar la formación de las hifas del hongo micorrícico en la muestra de turba de hormiga esto gracias a la humedad que se produjo dentro de la bolsa logrando que las esporas germinaran y se desarrollaran.



## 11. CONCLUSIONES

Se evidencia la formación de micorrizas s.p., durante el estudio microbiológico llevado a cabo en el laboratorio de la universidad.

En el estudio realizado se concluyó que existe una relación positiva de la simbiosis que hay entre el hongo micorrícico y las raíces de la planta, formando una hifa colonizadora en forma de arbusto al exterior de la raíz. Mientras la planta le entrega azúcar al hongo, este último le proporciona los nutrientes y minerales a la planta.

Según las gráficas obtenidas por la toma de datos en zona de crecimiento se pudo concluir que la ceiba, el maíz tostado y el nogal cafetero tuvieron un excelente desarrollo con el sustrato del 75%, mientras que el raspayuco tuvo un buen desarrollo y crecimiento con el sustrato del 25%.

El estudio de biomasa ayudó a determinar que las plantas que utilizaron 25%, 50% y 75% de turba obtuvieron una buena captación de nutrientes con menor pérdida de humedad gracias a que la combinación de tierra con turba de hormiga dio como resultado un sustrato donde se obtiene una muy buena porosidad y aireación siendo unas propiedades muy importantes para el movimiento del agua y nutrientes, y para el intercambio de aire dentro y en toda la zona de la raíz. Con la aireación correcta en un sustrato, el oxígeno puede alcanzar todas las células de la raíz, donde se utiliza para respirar.

Luego, el dióxido de carbono se puede liberar en el espacio poroso y finalmente salir del sustrato mediante el proceso de difusión. Si la aireación de un sustrato no es adecuada, como ocurre con el sustrato de 0% turba (tierra) donde no existe una muy buena porosidad y drenaje, generando encharcamiento e insuficiencia de oxígeno para la respiración de las raíces. En el peor de los casos, la baja aireación puede ocasionar la mala salud de la planta, lo que aumenta la susceptibilidad de esta a los ataques de patógenos e insectos.

Lo que ocurre con el sustrato de 100% de turba es que tuvo un rendimiento en el crecimiento óptimo esto debido a que no suministra las propiedades que aporta la tierra provocando insuficiencia de estos minerales en la planta retardando su crecimiento y desarrollo.

Debido a los beneficios de la relación simbiótica de las plantas con los hongos micorrícicos, estos microorganismos están siendo contemplados como un instrumento de gran potencial para un manejo ecológico en la agricultura, que conduzca a un uso sostenible del suelo. Sin embargo,

es necesario tener en cuenta variables como las condiciones bioquímicas del suelo y la variación climática, que pueden influir en su grado de efectividad.

Las micorrizas pueden ser de gran ayuda mejorando la capacidad productiva de los suelos degradados, particularmente aquellos afectados por la sequía, la salinización, la erosión hídrica y eólica, donde estos microorganismos pueden estar ausentes. Los suelos ricos en fosfatos y nitratos muestran menos respuesta de la planta (fertilidad, productividad, crecimiento, grado de desarrollo...) con micorrizas.

Aparte de todo lo señalado, es muy importante el beneficio que aportan estos microorganismos en la resistencia de las plantas a enfermedades (que se pueden enmarcar dentro de estrés) y para evitar daños debido a la toxicidad de ciertos tipos de suelos (estrés ambiental / abiótico). Y es que, al estar mejor nutridas las plantas, promueve en éstas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su salud sin aplicación de agrotóxicos, con lo cual, el empleo de las micorrizas significa un ahorro de recursos químicos (pesticidas, fertilizantes, etc...) y una mejor protección del medio ambiente.

Este análisis conjunto permite concluir con elevada seguridad técnica que los tratamientos pregerminativos en frío y caliente aplicados durante la investigación son los mejores y más adecuados para acelerar la germinación de las semillas, mejorar la calidad de las plantas maximizando la inversión económica y afianzar los procesos llevados a cabo en el vivero para poder cumplir las metas propuestas por la organización.

Se obtuvieron buenos resultados ya que más del 50% de las semillas sembradas germinaron gracias a que se identificaron y se escogieron ejemplares de árboles en muy buen estado fitosanitario, además se realizaron tratamientos pregerminativos a las semillas que como se muestran en las gráficas aceleran el proceso de germinación que normalmente durarían más de 15 días.

De igual forma el mejor comportamiento de germinación lo presentó el raspayuco, independiente del % de turba que se le diera a cada tratamiento, caso contrario se observó en el nogal cafetero que presentó una latencia y comenzó germinación a partir del día 13 a 14, para llegar a un 58% de germinación. el nogal no sirve para germinarla en estos sustratos.

En la etapa de germinación no hubo mucha incidencia de la micorriza con las plántulas porque se encontraban en crecimiento y desarrollo, lo cual no había una raíz muy bien formada de la cual los hongos micorrícicos pudieran adherirse, caso contrario ocurrió en la etapa de crecimiento en zona de tubete, ya que la plántula contaba con un buen desarrollo radicular el cual los hongos aprovecharon y hicieron formación de hifas empezando el proceso de trabajo conjunto.

El maíz, raspayuco y ceiba presentaron un crecimiento aceptable para trasplante a tubete con el tratamiento de 0% de turba ya que superan los 6 cms, con el tratamiento del 25% y 100% de turba, el maíz y el raspayuco presentan en ambos ensayos un desarrollo óptimo superando los 6,0 cms recomendados para su trasplante, con el tratamiento del 50% de turba el maíz, raspayuco y ceiba presentan los mejores resultados de crecimiento superando los 6,2 cms ideal para trasplante y el último tratamiento aceptable igualmente con un 75% de turba facilita al maíz, raspayuco y

ceiba su condición de trasplante al estar cercano a los 6 cms. Mientras que ninguno de los 5 tratamientos garantiza un desarrollo en crecimiento para el Nogal Cafetero.

En las gráficas de germinación la especie Nogal Cafetero tubo una germinación lenta (13 – 14 días), esto se atribuye a que durante el beneficio (selección) de la semilla se evidenciaron muchas de ellas con problemas de insectos o plagas disminuyendo la cantidad de semillas en buena calidad.

En las gráficas de crecimiento en germinación el nogal cafetero no obtuvo el crecimiento estipulado para el ensayo (6 – 8 cm) siendo no mayores de 3 cm, esto podría deberse a que esta especie en específico es de muy lento crecimiento y su desarrollo radical consiste en una sola raíz principal y muy pocas raíces secundarias en desarrollo, lo cual necesitaría el doble del tiempo para llegar a la altura ideal para trasplante.

## **12. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, son más eficientes el uso de los sustratos con 25% y 75% de turba para las especies trabajados por gremio ecológico, ya que aprovecharan al máximo los nutrientes que este les aporta acelerando su proceso de desarrollo en la planta maximizando los gastos, logrando que el proceso de obtención de material vegetal sea más confiable y acelerado, para poder cumplir con los objetivos que ha propuesto la empresa.

Es recomendable que las especies a trabajar en estos sustratos (25% y 75%), se les aplique riego en menor cantidad puesto que es un compuesto en el cual se aprovecha al máximo sus nutrientes

alcanzando una menor pérdida de humedad, ya que el exceso de agua conllevará a la proliferación de hongos maléficós y plagas, tornándose muy desfavorable para el individuo tanto en su crecimiento y desarrollo.

Para la aplicación de insecticidas se deben aplicar solamente cuando el individuo presente un alto grado de ataque por plagas o enfermedades, ya que una de las funciones principales de la micorriza es promover el desarrollo de microflora benéfica en la rizósfera, e incrementar la resistencia mecánica de los tejidos radicales elevando la defensa sistémica gracias a la prevalencia de los genes más resistentes.

Para futuras investigaciones se debería realizar estudios con individuos que no sean forestales, un ejemplo de ello sería con plantas agrícolas como las hortalizas que son especies de rápido crecimiento y así estudiar el comportamiento de la micorriza con su desarrollo, el cual podría ser muy beneficioso para las personas que trabajan con estos cultivos.

De acuerdo a los resultados mostrados en las gráficas de germinación se recomienda hacer tratamientos pregerminativos con lapsos de tiempos más amplios (24 horas a 72 horas), esto con el fin de ablandar la testa de la semilla para que el embrión la pueda romper más fácilmente acelerando su proceso de germinación.

De igual forma los resultados obtenidos en las gráficas de crecimiento en germinador muestra que la especie Nogal Cafetero tiene un lento crecimiento, para lo cual se deben manejar diferentes porcentajes de sustratos, diferentes a los estipulados en la investigación y así lograr un buen beneficio micorriza - planta agilizando la producción de este material y poder sacarlo al medio natural de forma más rápida.





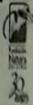
## 12.3 Formato de análisis de calidad de semilla

ANÁLISIS CALIDAD DE SEMILLA						Fecha de Vigencia: 25 de Enero de 2016 Código: FO-RE-18 Versión 02	
Nombre común				Procedencia		Lote	
Nombre científico				Recolector		Fecha de ingreso	
Familia				Peso (gr)		Fecha de análisis	
Pag 1 de 3							
<b>PRUEBA DE PUREZA</b>							
Componentes	Repetición A			Repetición B			
	Peso (gr)	%	Peso (gr)	%			
Semilla pura							
Semilla inerte							
SUMA							
Diferencia entre A-B							
% Promedio							
<b>PRUEBA DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Aplica		No aplica					
Replicas	Peso inicial	Peso final	CH (%)	Diferencia	Promedio		
1							
2							
<b>OBSERVACIONES Y/O CONCLUSIONES</b>							
PRUEBA	FECHA DE ANÁLISIS	CRITERIO	RESULTADO	CONCLUSION			
				CONFORME	NO CONFORME		
PUREZA							
SEMILLAS VIABLES							
<b>RESULTADOS DETERMINACIÓN DEL PESO</b>							
No. Semillas Puras+Impurezas/Kg							
No. Semillas Puras/Kg							
OBSERVACIONES							
ENTREGA DE MUESTRA				ELABORÓ Y APROBÓ			
ING. RESIDENTE DE VIVERO							
						<b>PRUEBA DETERMINACIÓN DEL PESO</b> Repetición X 1 2 3 4 5 6 7 8 Promedio	
						CV Peso 1000 semillas	
						<b>PRUEBA DE CORTE</b> REPETICIÓN      Número de semillas VIABLES      VANAS 1 2 PROMEDIO	
						PRUEBA No. _____ CRITERIO    CONFORME <input type="checkbox"/> NO CONFORME <input type="checkbox"/>	

## 12.4 Formato prueba de germinación

ANÁLISIS CALIDAD DE SEMILLA						Fecha de Vigencia: 25 de Enero de 2016 Código: FO-RE-18 Versión 02																										
Nombre común				Procedencia		Lote																										
Nombre científico				Recolector		Fecha de ingreso																										
Familia				Peso (gr)		Fecha de análisis																										
Pag 2 de 3																																
<b>PRUEBA DE GERMINACIÓN</b>																																
TRATAMIENTO PREGERMINATIVO																																
No. Semillas sembradas		Fecha inicio de prueba		Fecha inicio germinación																												
		Fecha fin prueba		Fecha fin germinación																												
Muestra	Días/Plantulas emergidas																														Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
I																																
II																																
III																																
IV																																
TOTAL																																
<b>RESULTADOS</b>																																
Muestra	% Germinación							DIFERENCIA		PROMEDIO		PRUEBA No.																				
I																																
II																																
III																																
IV																																
TOTAL																																
OBSERVACIONES:								CRITERIO																								
								CONFORME    NO CONFORME																								
ENTREGA DE MUESTRA				ELABORÓ Y APROBÓ:				ING. RESIDENTE VIVERO																								

## 12.5 Formato crecimiento de plántulas en germinador

	<b>ANÁLISIS CALIDAD DE SEMILLA</b>	Fecha de Vigencia: 25 de Enero de 2016 Código: FO-PE-18 Versión 02															
Nombre común	Procedencia	Lote															
Nombre científico	Recolector	Fecha de ingreso															
Familia	Peso (gr)	Fecha de análisis															
<b>CRECIMIENTO DE PLANTULAS EN GERMINADOR</b>																	
Muestra	No. Plantula	SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4			
		Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)	Fecha Germ.	Fecha Lectura	Altura (cm)	Diametro (mm)
I	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
II	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
III	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
IV	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
OBSERVACIONES																	

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Guzmán, Lasso, H.J., Perdomo, Useche, Y. L. (2017). Abundancia y Diversidad de Hongos formadores de micorrizas arbusculares (hfma) asociadas a la vegetación circundante en un área de minería del municipio de santa-isabel, Tolima, 12.

<http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2694/1/T%200701%20470%20CD6142.pdf>

Díaz, D., Torres, P., Sánchez, F., García, G y Carrillo, C. (2016). Primeras tesis doctorales sobre micorrizas. *Revista Eubacteria*, 39.

[https://www.um.es/eubacteria/Primeras\\_Tesis\\_Doctorales\\_sobre\\_Micorrizas.pdf](https://www.um.es/eubacteria/Primeras_Tesis_Doctorales_sobre_Micorrizas.pdf)

CONtextogadero. (2019). ¿Qué son las micorrizas y cómo ayudan a las plantas?

<https://www.contextogadero.com/agricultura/que-son-las-micorrizas-y-como-ayudan-las-plantas>

AGRICULTORERS (Red de Especialistas en Agricultura). (2017). ¿Qué son las micorrizas?

<https://agriculturers.com/que-son-las-micorrizas/>

Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., Tucto, A. (2014). Recolección de Semillas de Especies Forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú, 15 – 17.

[http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/347/1/Oliva\\_doctec\\_2014c.pdf](http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/347/1/Oliva_doctec_2014c.pdf)

Rodríguez, S., Vergara, Tenorio, M, C., Ramos, Prado, J, M., y Sainz, Campillo, C. (2002).

Germinación y Manejo de Especies Forestales Tropicales, 13.

<https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>

Rodríguez, Laguna, R. (2010). Manual de Prácticas de Viveros Forestales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro, Pachuca Hgo. México, 26.

[https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI\\_IntGenAmb/Rodri\\_Laguna/2.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf)

Cedeño, L. (2019). Germinador, almácigo, cantero o semillero: utilidad, preparación y descontaminación, Universidad de los Andes, Venezuela, 1.

[https://www.researchgate.net/publication/337911845\\_GERMINADOR\\_ALMACIGO\\_CANTERO\\_O\\_O\\_SEMILLERO\\_UTILIDAD\\_PREPARACION\\_Y\\_DESCONTAMINACIONANEXOS](https://www.researchgate.net/publication/337911845_GERMINADOR_ALMACIGO_CANTERO_O_O_SEMILLERO_UTILIDAD_PREPARACION_Y_DESCONTAMINACIONANEXOS)

Monroi, M. (n.f). Manual para la Propagación del Cafeto, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico, 8. [https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual\\_propag\\_cafe\\_2.pdf](https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf)

Pita, Villamil, J, M., Pérez, García, F. (n.f) Germinación de Semillas, Dpto. Biología Vegetal, E.U. Ingeniería Técnica Agrícola, Madrid, 2.

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf)

Barrientos, Llanos, H., Castillo, Gutiérrez, C, R., García, Cárdenas, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero, Maestrante de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía – UMSA, La Paz-Bolivia.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182015000100010](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182015000100010)