

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CAOBA (*Swietenia macrophylla*), COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) Y AMARILLO (*Terminalia amazonia*) EN PLUGS DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE, S.A. SANTA CRUZ, DISTRITO DE SAN FÉLIX. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. PANAMÁ.**

**LUIS A. PITTÍ M.  
4-759-522.**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2015**

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CAOBA (*Swietenia macrophylla*), COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) Y AMARILLO (*Terminalia amazonia*) EN PLUGS DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE, S.A. SANTA CRUZ, DISTRITO DE SAN FÉLIX. PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. PANAMÁ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**APROBADO POR:**

**M.Sc. OVIDIO NOVOA**

\_\_\_\_\_  
**DIRECTOR**

**M.Sc. JOSÉ A. PINEDA**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**LIC. LILIANA L. ESCALANTE**

\_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, primero que todo, por darme la fortaleza y sabiduría para culminar con éxito mis estudios.

Al profesor Ovidio Novoa por siempre ayudarme y guiarme con una buena disposición durante todos los años de la carrera y finalmente en el proceso de tesis.

Al profesor Pineda por su tiempo y dedicación a este documento, su atención a los detalles y su gran conocimiento de softwares de análisis estadísticos hicieron este trabajo posible.

A la profesora Liliana, la profesora Colombia y a Yaderith por su preocupación y ayuda atenta y desinteresada cada vez que lo necesitaba en el laboratorio y en cualquier otro aspecto.

A mi tía Graciela y a mi primo Joel por siempre ayudarme con lo que sea que les pidiera, así fuese madrugar para viajar hasta Las Lajas a ayudarme con el ensayo.

A mis compañeros de la carrera con los que compartí durante cuatro años alegrías, tristezas, temores, desvelos y celebraciones, en especial a María y Marlenis que siempre estuvieron ahí para ayudarme incondicionalmente. Nada de esto hubiese sido igual sin ustedes.

A mis mejores amigos, aunque todos estén lejos, siempre tienen una palabra de aliento que me ayuda a seguir adelante y creer en mí mismo.

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Irma, siempre. La única que cree en mí más de lo que yo mismo lo hago. Para ella y por ella principalmente es todo el esfuerzo y sacrificio de estos cuatro años.

A mi abuela Mita, la mejor persona que conozco, por su cariño y paciencia.

Finalmente, a mi Papá y a mi hermana por su apoyo.

Pittí, L. 2015. Producción de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*) y amarillo (*Terminalia amazonia*) en plugs de turba. Vivero Forestal. Forest Finance, S.A. Santa Cruz, Corregimiento de San Félix. Provincia De Chiriquí. Panamá. Tesis de Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 68p.

## RESUMEN

Panamá está atravesando un periodo en el que las reforestaciones son muy necesarias. Se necesitan métodos precisos y efectivos que vayan de la mano de la tecnología para la realización de las mismas; es por esto que se realizó este estudio acerca de un novedoso sistema denominado plugs de turba para la producción de plántulas en viveros forestales. El estudio se realizó en el vivero forestal de la empresa Forest Finance S.A., ubicado en Santa Cruz, Distrito de San Félix, Provincia de Chiriquí, Panamá; con el propósito de determinar el porcentaje de germinación, viabilidad, mortalidad y el desarrollo hasta tamaño óptimo de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*) y amarillo (*Terminalia amazonia*) en dos tamaños de plug de turba. La metodología consistió en ubicar en un área dentro del vivero 32 bandejas con dos tamaños de plug de turba (7 y 10 cm), cada bandeja compuesta por 96 compartimentos en las que se plantaron 768 semillas de las especies caoba y cocobolo. Para la especie amarillo, se recolectaron plántulas del campo y de la cama germinadora del vivero y se repicaron en las bandejas. Se estuvo midiendo durante 60 días todos los parámetros en los que se encontró que los periodos óptimos de presencia en el vivero resultaron, para la especie caoba (*Swietenia macrophylla*), 25 días después de siembra; para la especie cocobolo (*Dalbergia retusa*), 46 días después de siembra y para la especie amarillo, más de 66 días después de siembra. Los porcentajes de germinación de la especie caoba fueron 22.22% en el plug de turba pequeño (7cm) y 20.40% en el plug de turba grande (10 cm); los de la especie cocobolo fueron 79.13% en el plug de turba pequeño (7 cm) y 77.08% en el plug de turba grande (115 cm). De las especies analizadas en este estudio, la más viable resultó ser el cocobolo (*Dalbergia retusa*). En cuanto a la mortalidad, la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) fue la que presentó un mayor porcentaje de mortalidad (26%) con respecto a las demás especies. No hubo diferencias significativas en los parámetros de germinación y de altura con respecto a los dos tamaños de plug de turba, sin embargo, si hubo diferencias en cuanto a mortalidad, ya que en la turba grande (10 cm) se presentó una mayor mortalidad de las especies.

**PALABRAS CLAVES:** Plug de turba, plántula, caoba, cocobolo, amarillo, germinación, viabilidad, mortalidad, tamaño óptimo, días después de siembra.

Pittí, L. 2015. Production of mahogany (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*) and amarillo (*Terminalia amazonia*) on peat moss plugs. Forest tree nursery. Forest Finance S.A. Santa Cruz, San Félix District, Chiriquí province, Panamá. Graduation Thesis for the bachelor's degree in Watershed and Environmental Management Engineering. Chiriquí, PA. Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama. 68 p.

### ABSTRACT

Panama is going through a period in which reforestations are necessary. It requires precise and effective methods that go hand in hand with technology to achieve this goal; That is the reason why this investigation about a new forest tree production system called peat moss plugs was made. This study was made in the forest tree nursery of the Forest Finance, S.A. company, situated in Santa Cruz, San Félix district, Chiriquí province, Panamá, with the purpose of calculating the germination and mortality rate, viability, and the development until optimal size of mahogany (*Swietenia macrophylla*), cocobolo (*Dalbergia retusa*) and amarillo (*Terminalia amazonia*) in two sizes of peat moss plugs (7 and 10 cm). The methodology consisted in locating a space inside the nursery in which 32 trays (that contained 96 plugs each) were positioned, then 768 seeds (of the species mahogany and cocobolo) were planted in them while the amarillo species seedlings were gathered in nearby plantations and the nursery's seed bed and then transplanted into the plugs. All the parameters were measured during a lapse of 60 days. As results, the mahogany species (*Swietenia macrophylla*) has a period of 25 days (after planted) until it reaches its optimal size. The cocobolo species (*Dalbergia retusa*) has a period of 66 days (after planted) until it reaches its optimal size and the amarillo species (*Terminalia amazonia*) takes more than 66 days to reach its optimal size. The germination rates of mahogany were 22.22 % in the 7 cm plug and 20.40% in the 10 cm plug. The rates for cocobolo were 79.13% in the 7 cm plug. And 77.08% in the 10 cm plug. The most viable seeds of this study were the ones belonging to the cocobolo species. The species with the highest mortality rate was amarillo (*Terminalia amazonia*) with a 26% rate. There were no significant differences between the two sizes of plugs in the germination or height parameters, however, there was a significant difference between the two plug sizes in the mortality rate, in which the 10 cm plug showed a higher mortality rate than the 7 cm plug.

**KEY WORDS:** Peat moss plug, seedling, mahogany, cocobolo, amarillo, germination, viability, mortality, optimal size, days after planting.

## ÍNDICE

	PÁGINA
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general:.....	5
1.3.2 Objetivos específicos:.....	5
1.4 Hipótesis.....	6
1.5 Alcances y limitaciones del estudio .....	7
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Viveros Forestales .....	8
2.1.1 Composición de un Vivero .....	8
2.2 Colecta de Semillas .....	9
2.3 Almacenamiento de Semillas.....	9
2.4 Tratamientos Pregerminativos .....	10
2.5 Repique de plántulas .....	10
2.6 Preparación del Sustrato.....	11
2.7 Sistema de Producción con Plugs de Turba .....	11
2.7.1 Ventajas y limitaciones del sistema .....	14

2.8 Transporte.....	16
2.9 Siembra .....	16
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1 Descripción del Área de Estudio .....	18
3.1.1 Localización .....	18
3.3 Metodología.....	19
3.3.1 Obtención de semillas y plántulas .....	19
3.3.2 Acomodo del ensayo en el vivero .....	20
3.3.3. Siembra y repique .....	21
3.3.4. Mediciones.....	23
3.3.5 Análisis foliar .....	24
3.3.6. Diseño experimental .....	24
3.4 Parámetros Evaluados .....	27
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Germinación:.....	28
4.1.1 Análisis de varianza: .....	29
4.2 Mortalidad .....	32
4.2.1 Análisis de la varianza .....	34
4.3 Viabilidad.....	37
4.4 Altura.....	39
4.4.1 Análisis De La Varianza.....	41
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>7. REFERENCIAS CITADAS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>PÁG.</b>
I	GENERALIDADES DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADO.....	13
II	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADOS.....	13
III	PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS PLUGS DE TURBA .....	13
IV	DESCRIPCIÓN DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADOS .....	14
V	PARTICULARIDADES DE ESPECIES UTILIZADAS.....	17
VI	FORMA GENERAL DE LA TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.....	26
VII	GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Y COCOBOLO ( <i>Dalbergia retusa</i> ) EN EL TIEMPO (Número de plantas). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015 .....	29
VIII	RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA VARIABLE GERMINACIÓN EN LAS ESPECIES CAOBA Y COCOBOLO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	29
IX	MORTALIDAD DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	33
X	RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE MORTALIDAD EN LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	33
XI	VIABILIDAD DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Y COCOBOLO ( <i>Dalbergia retusa</i> ). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	37
XII	CRECIMIENTO (EN MILÍMETROS) DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	39
XIII	RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES COCOBOLO Y CAOBA.....	40
XIV	RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CRECIMIENTO DE LA ESPECIE AMARILLO.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>PÁG.</b>
I	VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE, S.A. SANTA CRUZ, CHIRIQUÍ.....	18
II	ARREGLO DE BANDEJAS CON PLUGS DE TURBA EN EL VIVERO. FOREST FINANCE. 2015.....	20
III	PLÁNTULAS DE AMARILLO ( <i>Terminalia amazonia</i> ) ENCONTRADAS EN CAMPO.....	21
IV	REPIQUE DE PLÁNTULAS DE AMARILLO ( <i>Terminalia amazonia</i> ) EN LOS PLUGS DE TURBA DEL ENSAYO.....	22
V	SEMILLAS DE CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Y AMARILLO ( <i>Terminalia amazonia</i> ) EN LAS BANDEJAS DEL ENSAYO .....	22
VI	MEDICIÓN DE ALTURA DE PLÁNTULAS DE AMARILLO ( <i>Terminalia amazonia</i> ) CON EL INSTRUMENTO PIE DE REY .....	24
VII	GERMINACIÓN VERSUS TIEMPO DE LAS ESPECIES CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Y COCOBOLO ( <i>Dalbergia retusa</i> ) EN DOS TAMAÑOS DE PLUG DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	31
VIII	MORTALIDAD DE TODAS LAS ESPECIES VERSUS TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	35
IX	MORTALIDAD EN LAS BANDEJAS DE LA ESPECIE AMARILLO ( <i>terminalia amazonia</i> ) VERSUS TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	36
X	RELACIÓN ENTRE SEMILLAS SEMBRADAS, SEMILLAS GERMINADAS Y SEMILLAS MUERTAS DE TODAS LAS ESPECIES EN LOS DOS TAMAÑOS DE TURBA .....	38
XI	ALTURA TOTAL DE TODAS LAS ESPECIES VERSUS TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁG.</b>
I CUADRO DE TOMA DE DATOS DE ALTURA .....	48
II CUADRO DE TOMA DE DATOS DE GERMINACIÓN Y VIABILIDAD .....	49
III CUADRO DE GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES CAOBA ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Y COCOBOLO ( <i>Dalbergia retusa</i> ) EN EL TIEMPO (NÚMERO DE PLANTAS). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	50
IV MORTALIDAD DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	51
V CRECIMIENTO (EN MILÍMETROS) DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.....	52
VI RAÍCES .....	53
VII RESULTADOS DE ANÁLISIS FOLIAR. LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CHIRIQUÍ. 2015.....	54
VIII MARCO CONCEPTUAL .....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más delicadas e importantes en la producción de árboles es la de vivero, ya que en ésta se requieren de varios factores o condiciones para que el germoplasma germine. Estos factores están relacionados con la luz solar, la temperatura adecuada, la provisión de agua y el oxígeno y es en esta etapa en la que se produce la materia prima para el establecimiento de las plantaciones.

En el vivero se debe poder garantizar que el material germoplasmático a utilizar sea de la más alta calidad, es por esto que todas las operaciones que se realicen en él tienen que ser precisas y eficaces. El vivero forestal debe ser manejado como un sistema de producción, donde el objetivo final es obtener plántones, vigorosos y de alta calidad, garantía de una adaptación adecuada en el campo.

Se investigó una alternativa relativamente nueva en Panamá para la producción de especies forestales en vivero, los plugs de turba. Son un excelente recipiente para el confinamiento de plántulas, las cuales son trasplantadas directamente al campo, sin necesidad de retirar el contenedor; evitando así el daño de raíces y proveyendo una formación radicular natural, impidiendo el retraso de la planta luego de la siembra, o lo que se conoce como *estrés de trasplante*.

Esta investigación se realizó en el vivero forestal de la empresa Forest Finance S.A. ubicado en el poblado de Santa Cruz, distrito de San Félix, provincia de Chiriquí. Se evaluaron varios parámetros como el porcentaje de

germinación, porcentaje de viabilidad, y el desarrollo hasta tamaño óptimo de tres especies forestales autóctonas: Cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y amarillo (*Terminalia amazonia*).

## 1.1 Antecedentes

Los pioneros en la creación y venta de la turba como un método de conservación de las raíces de las plantas al momento de trasplante fue la compañía JIFFY, la cual inició su manufactura de productos de uso agrícola en Oslo, Noruega, a principios de los años 50's. Su objetivo primordial era atender las necesidades de la industria agrícola tanto de Europa como en Norte América.

El primer producto elaborado fue un pote (envase biodegradable de turba), que permitía, por su composición, que las raíces de las plantas penetraran la pared del pote. Posteriormente, a inicios de los años 70's, JIFFY desarrolló los comprimidos (pellets) a base de almidón de papa, turba musgosa y pulpa de madera que se denominaron JIFFY-7 y JIFFY-9, cuyo principio fundamental se basa en suministrar un medio para el desarrollo radicular, además de servir de contenedor para la plántula.

En cuanto a la utilización de esta técnica en Panamá, no se cuentan con registros que detallen desde que año se ha estado usando en el istmo; sin embargo, hay evidencias como tesis de grado y artículos de prensa que sustentan que las pastillas JIFFY se han utilizado por empresas forestales como Prime Forestry Panamá S.A. (2004), para plantaciones de teca y la empresa Desarrollo Agrícola Tierra Adentro para sembrar guandú (*Cajanus cajan*) (2014).

## 1.2 Justificación

Como se ha planteado anteriormente, Panamá está atravesando un periodo en el que las reforestaciones son muy populares y más que necesarias. Se necesitan métodos precisos y efectivos para la realización de las mismas al igual que material o semillas de la mejor calidad, trabajar de la mano de la tecnología y sobre todo tener la información y los conocimientos necesarios para poder alcanzar una meta.

Es necesario realizar este estudio, ya que no se cuenta con información viable y disponible acerca de la utilización de plugs de turba versus periodo de germinación-crecimiento de una especie forestal en particular. Hay que tener la certeza de conocer el periodo de emergencia en el tiempo para así utilizar estos plugs y planificar el proceso dentro del vivero, de una o varias especies forestales en particular.

Los resultados que se obtengan de esta investigación permitirán optimizar el uso de las siguientes especies: Cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y amarillo (*Terminalia amazonia*) con la inserción de un sistema novedoso de producción forestal: plugs de turba, para los futuros proyectos de reforestación en donde se solicita el servicio del vivero, así como las zonas a reforestar por la empresa Forest Finance S.A. en la República de Panamá.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general:

- Determinar la velocidad de emergencia y crecimiento del germoplasma forestal de las especies cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y amarillo (*Terminalia amazonia*), con el sistema de producción silvícola conocido como plugs de turba. Vivero Forestal. Forest Finance S.A. Santa Cruz, Distrito de San Félix, Provincia de Chiriquí, Panamá.

### 1.3.2 Objetivos específicos:

- Definir el periodo óptimo de presencia en vivero en función del tiempo (días, semanas, meses) de cada una de las especies forestales nativas mencionadas en el sistema de producción conocido como plugs de turba.
- Determinar el porcentaje de germinación (%), viabilidad (%), mortalidad (%) y desarrollo hasta tamaño óptimo de las especies forestales mencionadas en plugs de turba.
- Comparar los parámetros a evaluar de las plántulas (germinación, viabilidad, mortalidad y desarrollo) en dos tipos de plugs de turba de diferentes dimensiones.

#### **1.4 Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La velocidad de emergencia y crecimiento en función del tiempo es igual para las tres especies forestales utilizadas.

H<sub>1</sub>: La velocidad de emergencia y crecimiento en función del tiempo es diferente para cada una de las tres especies forestales utilizadas.

### **1.5 Alcances y limitaciones del estudio**

Esta investigación tendrá como alcance la obtención de datos confiables de germinación, crecimiento, viabilidad y mortalidad de las tres especies forestales nativas: cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y amarillo (*Terminalia amazonia*), plantadas y repicadas en plugs de turba. La información lograda en este proceso da a conocer el periodo de tiempo efectivo específico para cada especie forestal analizada, en términos de emergencia y crecimiento dentro del vivero forestal. Este detalle permite desarrollar la estrategia de producción de cada especie dentro del vivero, en términos del tiempo.

Esta investigación se limita solamente a la etapa de vivero, no involucra ningún tipo de información extra de las subsiguientes fases del proceso productivo.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Viveros Forestales**

Son instalaciones relativamente pequeñas, cuyo objetivo específico es la producción de plántulas en óptimas condiciones de sanidad para asegurar futuras plantaciones productivas y de alto rendimiento. Pueden ser transitorios o temporales y fijos o permanentes según su intencionalidad se clasifican en:

- VIVERO FORESTAL: En donde se producen plántulas para reforestación.
- VIVERO ORNAMENTAL: En donde se producen plántulas para jardinería.
- VIVERO DE INVESTIGACIÓN: En donde se da la adaptación de especies y se enseña.

(Manrique; López; Triana, 1998)

#### **2.1.1 Composición de un Vivero**

Un vivero se compone de:

- Depósitos de sustratos.
- Cobertizo, en donde se realiza el embolsado.
- Umbráculo, que es el sitio de reposo de plántulas embolsadas donde se adaptan a condiciones de exposición al sol.
- Eras de germinación o camas semilleras.
- Depósito de agua.
- Eras de crecimiento.
- Calles o caminos para el recorrido dentro del vivero.

- Cuarto de herramientas.

(Manrique; López; Triana, 1998)

## **2.2 Colecta de Semillas**

Hay especies que producen gran cantidad de frutos y semillas todos los años y se pueden coleccionar con poco esfuerzo. Sin embargo, existen otras especies que fructifican de manera irregular de un año a otro, o que producen pocos frutos por cada árbol, lo cual implica un mayor esfuerzo de colecta (Román, *et al*, 2012).

Asimismo, Román, *et al*, (2012) afirma que es muy importante realizar un seguimiento preciso de los árboles que se desean coleccionar, en especial durante la estación seca, en el caso de semillas dispersadas por el viento, conviene coleccionar los frutos en el árbol antes de que éstos abran y liberen a las semillas. En el caso de especies que son muy apetecidas por la fauna, es importante coleccionar los frutos antes de que las semillas sean dañadas o llevadas a otra parte.

## **2.3 Almacenamiento de Semillas**

No siempre la colecta de las semillas coincide con el momento ideal para su siembra en el vivero, por lo que es necesario almacenar las semillas por periodos de tiempo diversos. Existen algunas semillas llamadas “ortodoxas” que se pueden mantener viables (meses) cuando son almacenadas en bolsas de papel dentro de una habitación fresca y ventilada (aprox. 20°C en Panamá) (Román, *et al*, 2012).

No obstante, Román, *et al*, (2012) asegura que la viabilidad de este tipo de semillas puede mantenerse por periodos más prolongados (años) cuando son

refrigeradas a bajas temperaturas (0-5°C) y se aplica un fungicida para evitar la proliferación de hongos de pudrición. Sin embargo, existen otras especies cuyas semillas son llamadas “recalcitrantes” que no toleran el almacenamiento durante largos períodos dado que no sobreviven si se secan más allá de un contenido de humedad relativamente alto (20-50%). Para estas últimas conviene sembrar las semillas lo más pronto posible después de ser colectadas

#### **2.4 Tratamientos Pregerminativos**

Consiste en la aplicación de cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mayor cantidad. Los tratamientos pregerminativos más comunes y usuales son los mecánicos (ej. lijar parte de las semillas con una lima o hacerles un pequeño corte o agujero) y los de maceración (ej. remojo en agua fría, choque térmico). No obstante, existen especies cuyas semillas “dormantes” no germinan hasta pasar por un largo periodo de latencia que puede durar incluso años sin encontrarse tratamiento alguno que logre acortar dicho periodo (Román, *et al*, 2012).

#### **2.5 Repique de plántulas**

La recolección de plántulas de regeneración natural en el bosque o del germinador para su posterior repique en el vivero, puede ser una alternativa viable para lograr la reproducción de algunas especies cuyas semillas son difíciles de coleccionar o germinar. Una vez recolectadas las plántulas, se llevan al vivero y se trasplantan lo antes posible para garantizar una buena adaptación y maximizar su sobrevivencia (Román, *et al*, 2012).

De un buen repique depende en gran parte la forma y calidad del sistema radical. La mayoría de las especies se repican cuando aparecen sus primeras hojas. Una plántula bien repicada es aquella que está recta, sus raíces están erectas y enterradas y los tallos y las hojas quedan afuera (Rojas, 2006).

Rojas (2006) también recomienda que es mejor efectuar el repique en las mañanas, al finalizar la tarde o en días nublados y que no se deben colocar más de 200 plántulas en un plato con agua y tierra. Al terminar el repique, se deben colocar a la sombra para evitar pérdida de plántulas por desecación y se le debe aplicar un riego adecuado. Se debe proceder a repicar cuando las plántulas presenten el tamaño de un fósforo; algunas especies deben tener más de cinco centímetros de altura.

## **2.6 Preparación del Sustrato**

Esta actividad debe iniciarse un mes antes de la siembra. Para obtener buenos resultados se necesita que el sustrato mantenga constante su volumen, seco o mojado, pues resulta inconveniente que se contraiga demasiado al secarse. Debe retener la suficiente humedad para no tener que regarlo con demasiada frecuencia y ser lo suficientemente poroso para que escurra el agua excesiva, permitiendo una aireación adecuada. Asimismo, debe estar libre de semillas de malezas, nemátodos y diversos patógenos que puedan afectar el proceso de germinación (Román, *et al*, 2012).

## **2.7 Sistema de Producción con Plugs de Turba**

El sistema de germinación y propagación cuenta con experiencia de enraizado exitosos con una variedad de especies en todos los climas y ambientes. Es una alternativa de producción menos dispendiosa, contribuye

a que los reforestadores se integren a un mercado dinámico y competitivo. (Trujillo 2002).

Afirma también Trujillo (2002) que la diversidad de estos productos permite su aplicación en casi todas las especies. Los plugs son unidades de turba comprimida en una malla (compostable) que luego de ser humedecidos se expanden verticalmente absorbiendo siete veces su peso en agua. Se presentan en varios tamaños entre 18 y 50 mm de diámetro que se expanden hasta alcanzar entre 45 y 150 mm de altura. Pueden ser empacados a granel o en láminas de plástico reciclado que facilitan el manejo. Luego del enraizamiento de la plántula en el plug, esta se trasplanta directamente a campo sin retirar la malla.

Los plugs utilizan un medio o sustrato inocuo de turba conocido como Peat-Moss de la variedad *Sphagnum*, cuya presentación es estéril y en algunos casos tiene mezclados micro-elementos, un pH de 4.8 (aproximadamente) y conductividad ajustados. Esto ayuda en la prevención de malezas y enfermedades de las raíces y a su vez estimula considerablemente el desarrollo radicular en la etapa de vivero (Trujillo, 2002; Jiffy, s.f.).

Los mismos son fabricados a partir de turba con un porcentaje de fibra de madera para permitirle longevidad a la forma del recipiente durante su manejo en el vivero. Es un excelente recipiente para el confinamiento de plántulas, las cuales son trasplantadas directamente a campo sin necesidad de retirar el contenedor. Se evita así el daño de raíces, proveyendo una formación radicular lateral natural y evitando el retraso de la planta luego de la siembra (Stress de trasplante) (Jiffy, s.f.).

**CUADRO I GENERALIDADES DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADOS**

Composición	Canadian sphagnum peat moss aglomerante
% N total	0.5 – 1.5
% Fe soluble en ácido	0.02 – 0.08
% de materia orgánica	91 – 97
% de cenizas	3 – 9
Relación C/N	Aprox. 50

Fuente: Plant – Tech S.A.S., s.f

**CUADRO II PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADOS**

% de humedad	60
% porosidad total	24.7
% porosidad de aireación	8.4
% porosidad de retención de humedad	19.4

Fuente: Plant – Tech S.A.S. s.f.

**CUADRO III PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS PLUGS DE TURBA**

pH	5.1 – 6.0
Conductividad eléctrica	0.2 – 0.6 ds/m
N – NO <sub>3</sub>	0 - 15 mg/L
N – NH <sub>4</sub>	0 - 15 mg/L
P	0 - 6 mg/L
K	2 – 20 mg/L
Ca	2 – 50 mg/L
Mg	1 – 30 mg/L
S	2 – 50 mg/L
Mn	0.01 – 0.15 mg/L
Fe	0.01 – 2.0 mg/L
Cu	0.01 – 0.1 mg/L
B	0.01 – 0.1 mg/L
Zn	0.005 – 0.5 mg/L
Mo	< 0.08 mg/L
Al	0.1 – 2.0 mg/L
Na	1 – 15 mg/L
Capacidad de intercambio catiónico	100 – 130 meq/100g

Fuente: Plant –Tech S.A.S. s.f.

#### CUADRO IV DESCRIPCIÓN DE LOS PLUGS DE TURBA UTILIZADOS

Referencias	Dimensiones	Aplicaciones	Unidades por caja
 <p>PT 75</p>	<p>Diámetro: 4.0 cm</p> <p>Altura: 7.0 cm</p>	<p>Enraizamiento de rosas, café, cítricos, forestales, mucuna, frutales.</p>	<p>390</p>
 <p>PT 115</p>	<p>Diámetro: 4.0 cm</p> <p>Altura: 10.0 cm</p>	<p>Cítricos, forestales, frutales, Vid, café.</p>	<p>260</p>

Fuente: Plant –Tech S.A.S. s.f.

#### 2.7.1 Ventajas y limitaciones del sistema

Con respecto a los costos de producción, el precio unitario es superior al de los demás sistemas, sin embargo, es necesario realizar evaluaciones comparando la reducción general de costos con este sistema, en comparación con el sistema tradicional. Es por esto que se pone en perspectiva las ventajas y las desventajas que presenta este sistema de producción, las mismas se detallan a continuación.

#### Ventajas

- Eliminación de pasos en el proceso: mezcla y esterilización de substrato, llenado de bolsas o contenedores, etc.
- Dimensiones variadas.
- Sirve para muchas especies.

- Material higroscópico.
- Pueden absorber agua hasta 7 veces su peso.
- Requiere poca mano de obra.
- Fácil almacenamiento.
- Pueden almacenarse hasta por dos años.
- Menor tiempo en la etapa de vivero.
- Fácil manipulación.
- Optimización del espacio en vivero y medio de transporte al sitio de plantación.
- Disminución de la pérdida por daño en la raíz y/o estrés de la plántula.
- Mayor eficiencia en la plantación.

Estos beneficios reducen los márgenes de error, controlando mejor la profundidad de la siembra y evitando daños inadvertidos a la plántula. Una planta o un árbol enraizado con este sistema optimiza el aprovechamiento del espacio y la densidad por banca es mayor (Trujillo, 2002).

### **Limitaciones**

- Poca experiencia local.
- Requiere de un sistema de bandejas adicionales.
- Escasez de información con respecto a la utilización de este sistema.
- Precio unitario mayor en comparación a otros sistemas (Trujillo, 2002; Rojas, 2006).

## **2.8 Transporte**

Se recomienda transportar el material al campo en vehículos con manteado. El material debe ir en cajas preferiblemente. Se sugiere viajar siempre a velocidades reducidas, dependiendo del tipo de camino (asfalto, tierra y demás) (Rojas, 2006).

Sugiere Rojas (2006) también, que todo material debe empacarse en cantidades pequeñas que faciliten su identificación, control de calidad y número; el sistema de empaque determina en gran parte la sobrevivencia en la plantación.

## **2.9 Siembra**

Las semillas deben sembrarse a una profundidad de más o menos el doble del tamaño de la semilla. Cuando se trate de semillas con alto poder germinativo la siembra puede realizarse directamente en los plugs de turba, colocando de 2 a 3 semillas en cada contenedor para asegurar la presencia de plántulas en todo el sistema. (Román, *et al*, 2012).

## CUADRO V PARTICULARIDADES DE ESPECIES UTILIZADAS

Especie	Época de colecta de semilla	Tratamiento pregerminativo	Germinación de la semilla en vivero
<i>Dalbergia retusa</i>	Florece y fructifica de noviembre a mayo	Sin tratamiento pregerminativo.	Muy rápido. Las plántulas pueden alcanzar 25-30 cm de altura en un tiempo de 2-3 meses. Requieren luz durante su desarrollo inicial.
<i>Terminalia amazonia</i>	Florece y fructifica de febrero a junio.	Sin tratamiento pregerminativo.	Lento. El tiempo de adaptación de las plántulas en el vivero, hasta que alcancen 25-30 cm de altura, es de 12 meses.
<i>Swietenia macrophylla</i>	Florece y fructifica de septiembre a marzo.	Se recomienda cortar el ala de la semilla. Sin tratamiento pregerminativo.	Muy rápido. Las plántulas pueden alcanzar 25-30 cm de altura en un tiempo de 3 meses.

Fuente: Román, et al, 2012.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del Área de Estudio

##### 3.1.1 Localización

El presente estudio se realizó en el vivero forestal de la empresa FOREST FINANCE, S.A., ubicado en el corregimiento de Santa Cruz, Distrito de San Félix, provincia de Chiriquí, República de Panamá. El mismo se encuentra a una altitud de 797 metros sobre el nivel del mar y las coordenadas geográficas del sitio se encuentran entre los ocho grados 40 minutos 60 segundos latitud norte y 82 grados 45 minutos latitud oeste (figura 1).

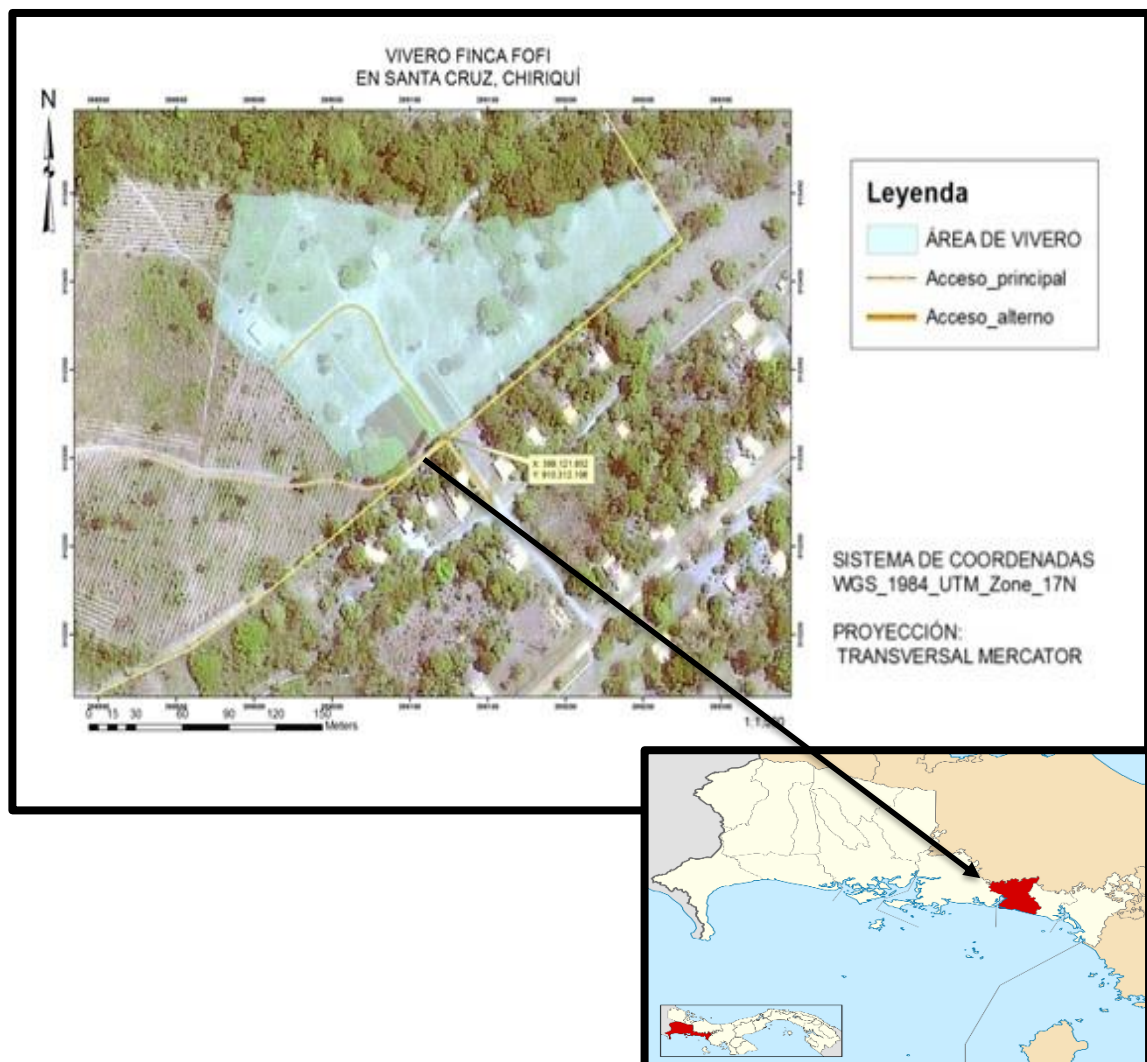


FIGURA I. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE, S.A. SANTA CRUZ, CHIRIQUÍ.

### 3.3 Metodología

Las especies que se utilizaron en esta investigación fueron: cocobolo (*Dalbergia retusa*), amarillo (*Terminalia amazonia*) y caoba (*Swietenia macrophylla*).

#### 3.3.1 Obtención de semillas y plántulas

Se utilizaron semillas para la germinación de las especies cocobolo y caoba, mientras que para la especie amarillo se utilizó el repique (trasplante de las plántulas germinadas en plantaciones de la especie).

Las semillas de la especie cocobolo fueron recolectadas en finca El Espejo en el mes de abril de 2015; las semillas de la especie caoba fueron recolectadas en finca Pampanillo también en el mes de abril de 2015 (aproximadamente).

En cuanto a la especie amarillo, el material utilizado fue obtenido de 3 lugares distintos: finca Catival, finca Los Ríos y de la cama germinadora en el vivero forestal de la empresa. el 11 de mayo de 2015. Cabe resaltar que todas las fincas mencionadas anteriormente pertenecen a la empresa Forest Finance, S.A.

### 3.3.2 Acomodo del ensayo en el vivero

El día 9 de mayo de 2015 se asignó un espacio dentro del vivero y se facilitaron cajas con bandejas y con la turba de los dos tamaños (7 y 10 cm), las cuales fueron acomodadas según el modelo estadístico previsto. El modelo constaba de 32 bandejas, cada bandeja compuesta por 96 compartimentos en los que se colocó la turba (Figura II).



**FIGURA II ARREGLO DE BANDEJAS CON PLUGS DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE S.A. 2015.**

### 3.3.3. Siembra y repique

Se plantaron las semillas de las especies cocobolo y caoba en las bandejas correspondientes, 768 semillas de cada especie específicamente. Mientras que, para la especie amarillo, se buscó las plántulas en campo y ese mismo día se repicaron en las bandejas.

Se plantaron las semillas y se repicó en las bandejas en un periodo total de 2 días para efectos de uniformidad en el ensayo.

Es importante señalar que no se le realizó ningún tratamiento pregerminativo a las semillas que se utilizaron en el ensayo debido a que la literatura consultada indicó que no era necesario para ninguna de las especies.



**FIGURA III** PLÁNTULAS DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*) ENCONTRADAS EN CAMPO. FOREST FINANCE. 2015



**FIGURA IV** REPIQUE DE PLÁNTULAS DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*) EN LOS PLUGS DE TURBA DEL ENSAYO. FOREST FINANCE. 2015.



**FIGURA V** SEMILLAS DE CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y AMARILLO (*Terminalia amazonia*) EN LAS BANDEJAS DEL ENSAYO. FOREST FINANCE. 2015.

### 3.3.4. Mediciones

Luego de una semana de haber plantado y repicado las especies en el ensayo, se procedió a tomar la primera medición de la germinación para las tres especies sembradas y de altura para la especie que se repicó. Luego se procedió a medir cada semana hasta completar un periodo de dos meses aproximadamente.

Para la germinación se estuvo observando, contando y anotando semana a semana todas las bandejas, el formulario para la toma de estos datos se encuentra en los anexos (anexo II).

Después de la tercera semana, se empezó a visualizar y a anotar los plantones que por una u otra razón se marchitaban y morían. De esta forma fue cuantificada la mortalidad en el ensayo.

El cálculo de la viabilidad de las semillas de las especies caoba y cocobolo utilizadas en el vivero se realizó tomando los promedios totales de germinación de ambas especies con ambos tamaños de turba y luego se procedió a utilizar la siguiente fórmula:

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

Para el parámetro de altura, se acordó muestrear un 25% (24 plantas de cada bandeja) y se tomó la medida con el instrumento llamado pie de rey. Al igual que la germinación, esta medida fue tomada semana a semana y el formulario se encuentra en los anexos (anexo I).



**FIGURA VI MEDICIÓN DE ALTURA DE PLÁNTULAS DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*) CON EL INSTRUMENTO PIE DE REY. FOREST FINANCE. 2015**

### **3.3.5 Análisis foliar**

El análisis foliar se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Para esto se tomaron 5 plantas de cada bandeja y se trituraron para posteriormente poderle analizar el porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio y micro nutrientes.

### **3.3.6. Diseño experimental**

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en donde hubo  $y=4$  repeticiones o bloques y  $t=8$  tratamientos factoriales. Los factores utilizados fueron los siguientes:

a. Tipo de especie a utilizar (a tres niveles)

A1= caoba (*Swietenia macrophylla*).

A2= cocobolo (*Dalbergia retusa*).

A3= amarillo (*terminalia amazonia*).

b. Tamaño de los plugs de turba

B1= pequeño.

B2= grande.

El modelo estadístico o modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + E_j + T_k + (E \times T)_{jk} + E_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$ : observación efectuada en la especie  $j^{\text{th}}$ , con el tamaño  $k^{\text{th}}$ , en la repetición o bloque  $i^{\text{th}}$ .

$\mu$ : media poblacional estimada por la media general del estudio.

$B_i$ : efecto del bloque o repetición  $i^{\text{th}}$ .

$E_j$ : efecto de la especie  $j^{\text{th}}$ .

$T_k$ : efecto del tamaño  $k^{\text{th}}$ .

$(E \times T)_{jk}$ : efecto de la interacción Especie x Tamaño

$E_{ijk}$ : error experimental

Donde  $i=1,2,\dots,3$

$j=1,2,\dots,3$

$k=1,\dots,2$

Bajo el supuesto de la normalidad de los términos de error

$$E_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2 e)$$

Las variables de respuesta fueron las siguientes:

1. Germinación
2. Desarrollo en el tiempo
3. Viabilidad

La unidad experimental fue una bandeja que cuenta con 96 compartimientos para colocar los plugs de turba.

#### **CUADRO VI FORMA GENERAL DE LA TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.**

Fuente de variación	Grado de libertad
Bloques	$r-1=3$
Especies	$e-1=2$
Tamaños	$t-1= 1$
ExT	$(e-1)(t-1)= 2$
Error experimental	Por diferencia= 21
Total	$(rte)-1=29$

Se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Fisher (LSD Fisher) al 5% de probabilidad para comparar medias para efectos principales (*main effects*) y la matriz de valores “p” (p - valores) para dilucidar la naturaleza de la interacción. Los análisis estadísticos fueron agilizados a través del sistema de análisis estadísticos InfoStat, disponible en el laboratorio de informática de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

### **3.4 Parámetros Evaluados**

- Porcentaje de germinación.
- Tiempo de emergencia.
- Porcentaje de viabilidad.
- Mortalidad.
- Desarrollo óptimo de las tres especies en vivero.
- Comparación de los parámetros entre los dos tamaños de plugs de turba.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Germinación:

En cuanto al proceso de germinación, se analizó la actividad de las especies cocobolo (*Dalbergia retusa*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), mostrando ambas el siguiente comportamiento:

La especie cocobolo inició el proceso de germinación al quinto dds (día después de siembra). La especie caoba inició el proceso de germinación a los 25 dds.

En cuanto a la cantidad de semillas germinadas, se presentó una gran diferencia entre especies. La especie cocobolo (*Dalbergia retusa*) presentó una mayor cantidad de semillas germinadas con un promedio de 81 semillas con el plug de turba pequeño y 80 con el plug de turba grande en contraste con la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) que presentó en promedio 31 semillas germinadas con el plug de turba pequeño y 28 semillas con el plug de turba grande.

En cuanto a la velocidad de germinación, en la figura VII se puede apreciar que hay una gran diferencia entre especies; ya que a los cinco días después del día de siembra la especie cocobolo presentaba un promedio de 75 semillas germinadas en el plug de turba grande y 73 en el plug de turba pequeña en contraste con la especie caoba que a los cinco días después de siembra no presentaba ni una sola semilla germinada en ninguno de los dos tamaños de plug de turba.

**CUADRO VII GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) EN EL TIEMPO (Número de plantas). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	Días después de siembra (dds)									Promedio
	9	14	18	22	25	29	32	46	64	
CAOBA -1	0	5,50	18	25,50	25,75	30,67	30	30,25	29,25	24,36
CAOBA -2	0	4,25	14,50	23,25	24,50	27,25	28,00	27,25	27,25	22,03
COCOBOLO -1	72,75	80,50	78,25	-	77,50	-	74,50	74,25	74	75,96
COCOBOLO-2	75,00	80,25	76,50	-	76,75	-	74,25	74	61,25	74

En donde:

Especie – 1: tamaño de turba pequeño (7 cm).

Especie – 2: tamaño de turba grande (10 cm).

- No hubo datos ese día.

**CUADRO VIII RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA VARIABLE GERMINACIÓN EN LAS ESPECIES CAOBA Y COCOBOLO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

F.V.	Fechas								
	21/05/2015	26/05/2015	30/05/2015	03/06/2015	06/06/2015	10/06/2015	13/06/2015	27/06/2015	15/07/2015
	Valores de P $\geq$ 0,05 del análisis de varianza								
Modelo	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,8155	< 0,0001	0,7135	< 0,0001	< 0,0001	0,0046
Bloque	0,4829	0,4218	0,5052	0,7463	0,9982	0,6809	0,9606	0,962	0,332
Turba	0,5333	0,6548	0,2949	0,6756	0,7496	5352	0,6925	0,5633	0,2783
Especie	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	SD	< 0,0001	SD	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
Turba x especie	0,5333	0,7649	0,7194	SD	0,9362	SD	0,758	0,6239	0,4222

Nota: \*\* altamente significativo a  $\leq$  0.01%

\* significativo a 0.05

No significativo > 0.05

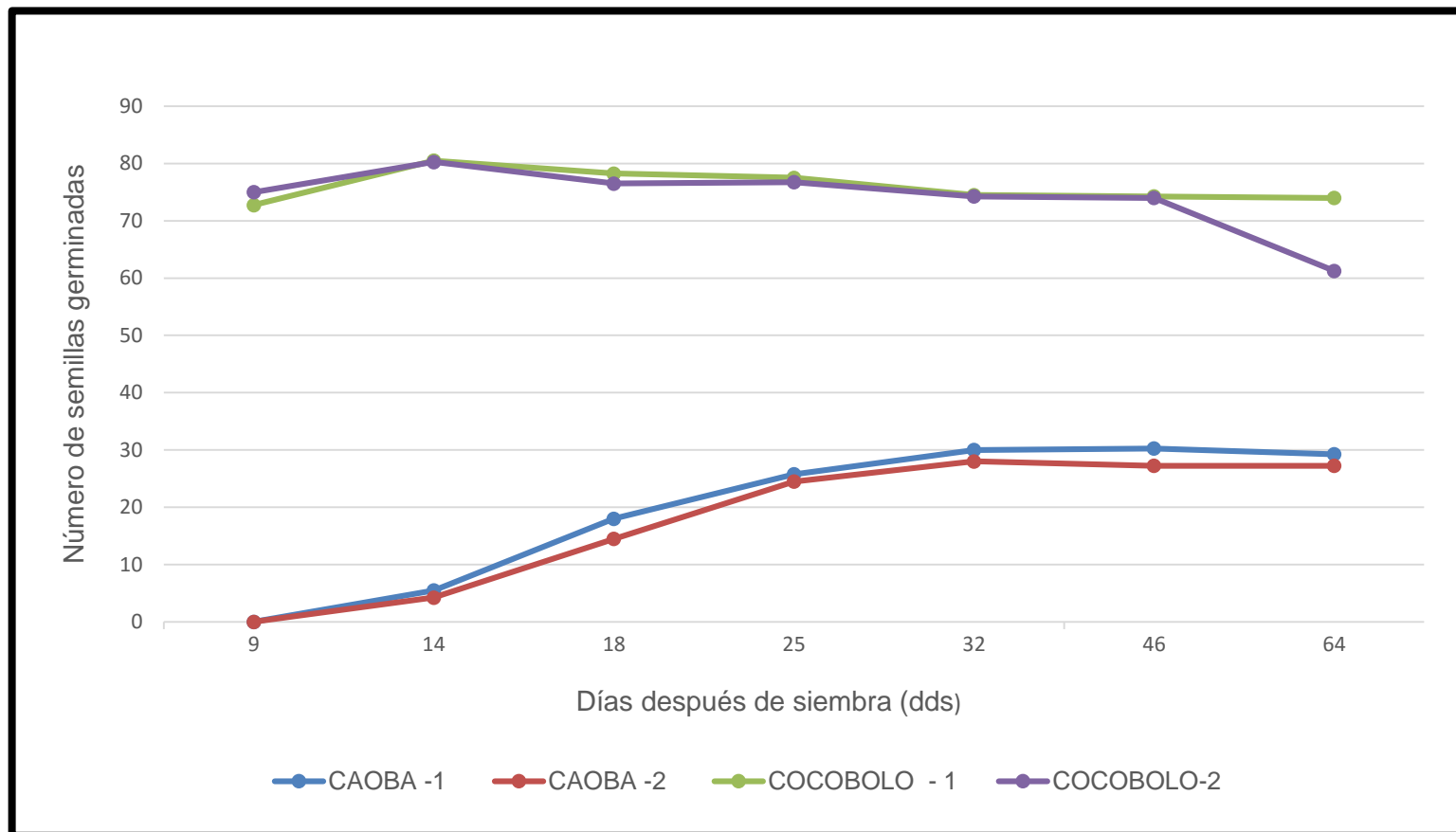
SD: sin datos en ese día

#### 4.1.1 Análisis de varianza:

En cuanto al porcentaje de germinación de las especies caoba y cocobolo mostrados en el cuadro VII, su análisis estadístico nos muestra que, debido a que los valores de P son < 0.0001 en todas las semanas, hay una diferencia altamente significativa en el parámetro especie, lo que indica que cada una de las especies muestran un intervalo diferente en cuanto a días de

germinación y número de individuos germinados en un periodo determinado de tiempo.

Lo parámetros de bloque, tamaño de turba e interacción de tamaño de turba con las especies no presentaron diferencias significativas.



**FIGURA VII GERMINACIÓN VERSUS TIEMPO DE LAS ESPECIES CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) EN DOS TAMAÑOS DE PLUG DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

## 4.2 Mortalidad

Para el parámetro de mortalidad se tomaron en cuenta las especies cocobolo, caoba y amarillo. Y las mismas presentaron comportamientos descritos a continuación:

Las especies cocobolo y caoba, no presentaron un gran porcentaje de mortalidad a lo largo de la duración del ensayo. La especie amarillo fue la que presentó mayor mortalidad desde el momento en que fueron repicadas a los plugs de turba (figura IX).

Como la especie amarillo presentó una mortalidad superior a las otras dos especies, con hasta 43 plántulas muertas por bandeja (cuadro IX), se procedió a realizar un análisis particular a las bandejas de esta especie y se encontró que las tres bandejas que presentan una mortalidad mayor (de 20 plántulas muertas por bandeja en adelante) fueron todas con el tamaño de turba más grande. Se encontró también que las bandejas de esta especie que presentaron menor porcentaje de mortalidad fueron las de la turba más pequeña, en especial las bandejas en que se repicó el material de la cama germinadora del vivero. Es importante mencionar la diferencia entre los plántones repicados de campo, que tenían una altura promedio de 70 mm (7 cm) y una raíz pivotante relativamente larga, versus los plántones repicados de la cama germinadora del vivero, que tenían una altura promedio de 23 mm (2.3 cm) y una raíz pequeña, lo que concuerda con lo que afirma Rojas (2006), que para tener un repique exitoso con poco porcentaje de mortalidad, se debe repicar cuando las plántulas presenten el tamaño de un fósforo

(menos de 5 cm) y si la raíz está muy larga se debe podar con tijeras finas, lo cual no se realizó en este caso.

**CUADRO IX MORTALIDAD DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	Días después de siembra (dds)								promedio
	9	14	18	25	32	46	55	64	
CAOBA -1	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,75
CAOBA -2	4,50	4,75	4	0	3,50	3,75	17	6,67	5,52
COCOBOLO - 1	0	0,50	0,50	0	0	2	0	1,75	0,59
COCOBOLO -2	0,25	0	0,75	0	1	1	0	1,25	0,53
AMARILLO -1	3,75	4,25	5	4,50	4,50	5,75	5,75	6	4,94
AMARILLO -2	19	25,00	25,75	27	24,75	25,50	26,50	26	24,94

En donde:

Especie – 1: tamaño de turba pequeño (7 cm).

Especie – 2: tamaño de turba grande (10 cm).

**CUADRO X RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE MORTALIDAD EN LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

	Fechas							
	21/05/2015	26/05/2015	30/05/2015	06/06/2015	13/06/2015	27/06/2015	06/07/2015	15/07/2015
	Valores de P $\geq$ 0,05 del análisis de varianza							
Modelo	0,013	0,007	0,0021	0,0165	0,0106	0,0018	0,0207	0,0015
Bloque	0,2801	0,2925	0,2813	0,2542	0,2664	0,1865	0,1429	0,1991
especie	0,0076	0,005	0,0011	0,01	0,0072	0,001	0,0248	0,0009
turba	0,0229	0,0119	0,0101	0,0176	0,0098	0,006	0,0036	0,0067
Turba x especie	0,0876	0,0464	0,0224	0,0544	0,0639	0,0244	0,2827	0,0196

Nota: \*\* altamente significativo a  $\leq$  0.01%

\* significativo a 0.05

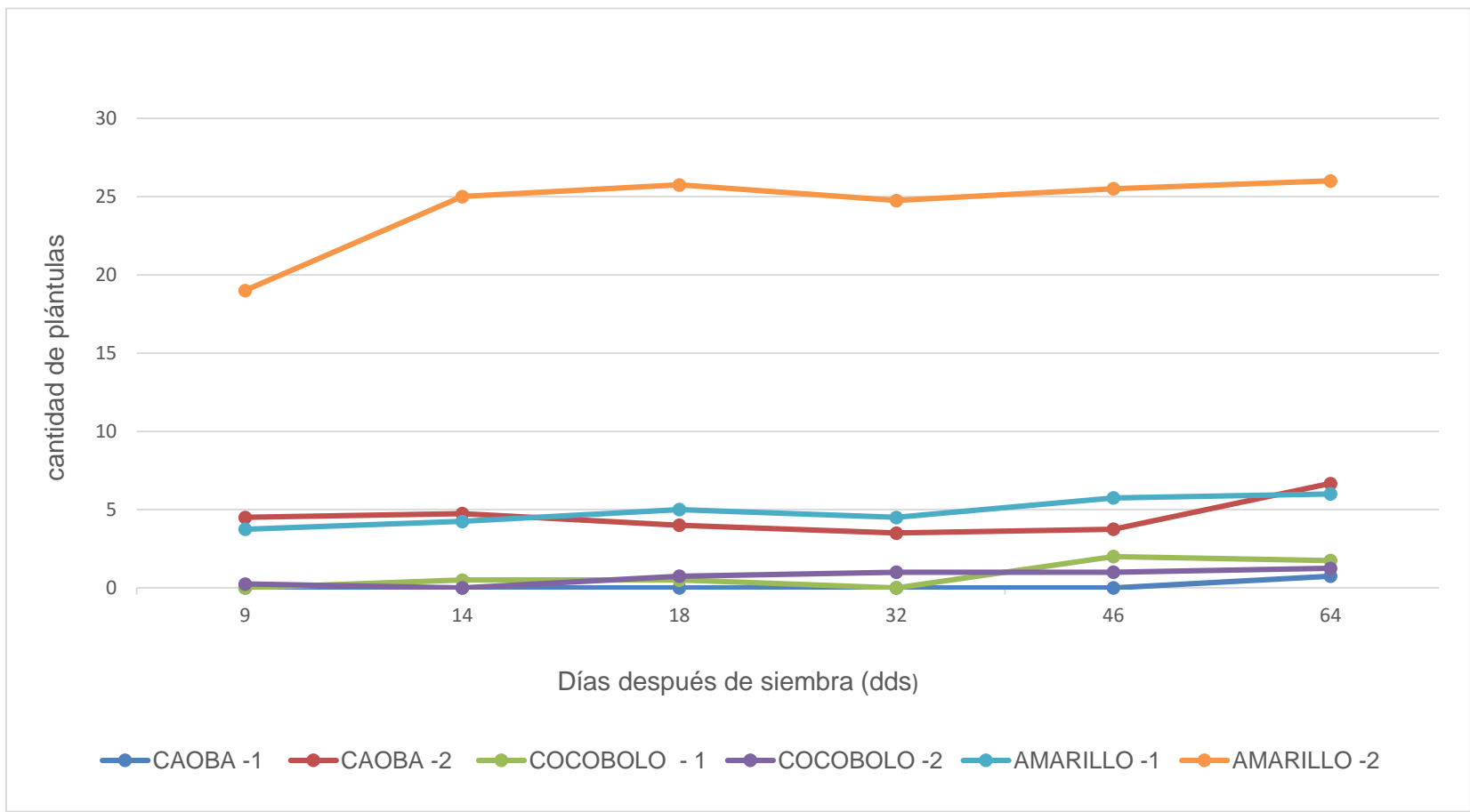
No significativo > 0.05

#### **4.2.1 Análisis de la varianza**

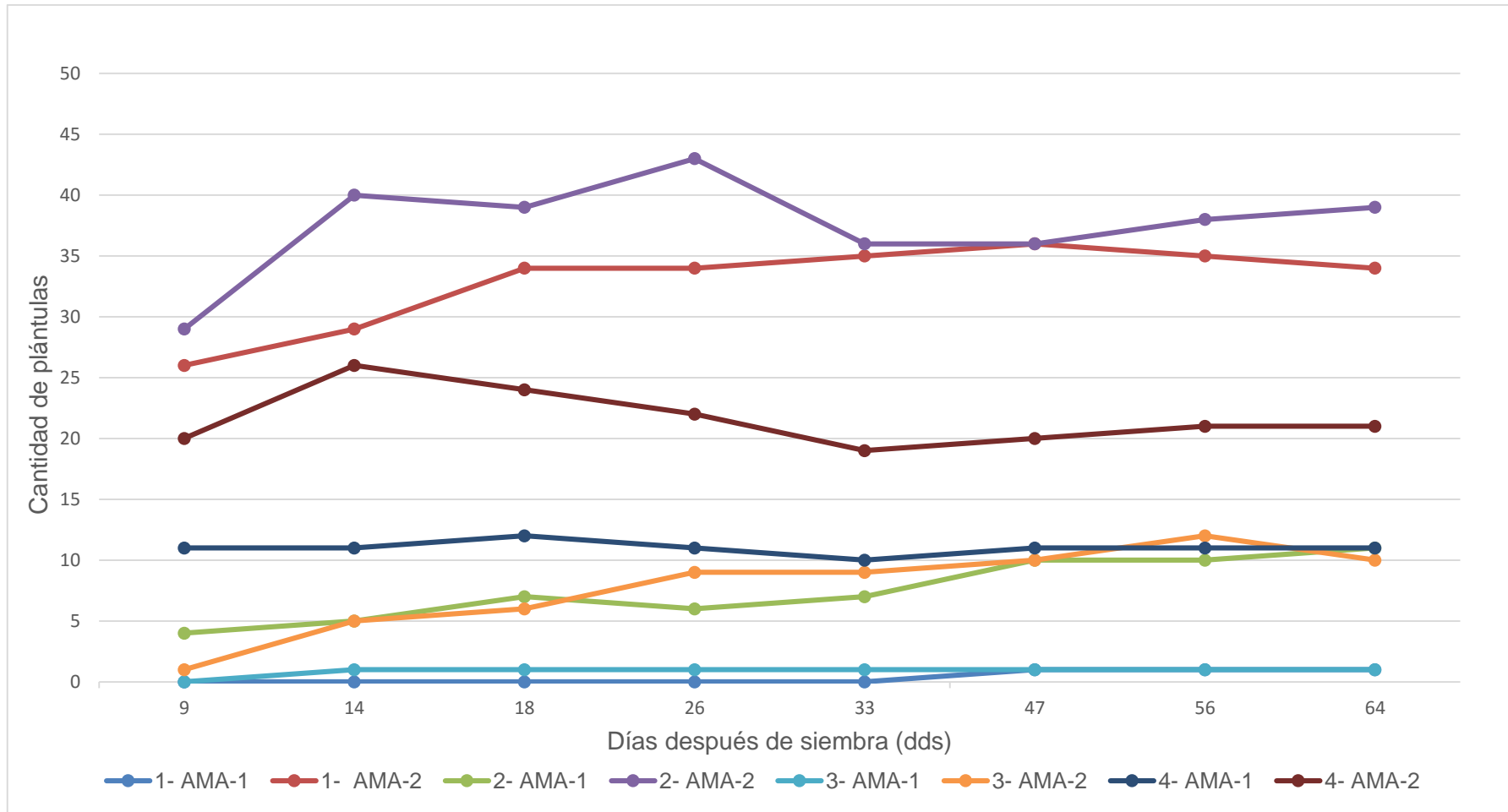
El análisis estadístico del cuadro X indica que hay diferencias significativas en dos parámetros evaluados: la especie y el tamaño de turba, lo que significa que, en la mortalidad, las especies presentan diferencias entre ellas en cuanto a la cantidad de plántulas muertas en un periodo determinado de tiempo.

En este parámetro sí se mostró que el tamaño de la turba influyó en la mortalidad de las plántulas del ensayo.

Los demás parámetros como el bloque y la interacción de la turba con las especies no mostraron una diferencia significativa.



**FIGURA VIII MORTALIDAD DE TODAS LAS ESPECIES VERSUS TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**



**FIGURA IX MORTALIDAD EN LAS BANDEJAS DE LA ESPECIE AMARILLO (*Terminalia amazonia*) VERSUS TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

### 4.3 Viabilidad

Los resultados de viabilidad fueron dados con base a porcentajes como se puede observar en el cuadro XI.

**CUADRO XI VIABILIDAD DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y COCOBOLO (*Dalbergia retusa*). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

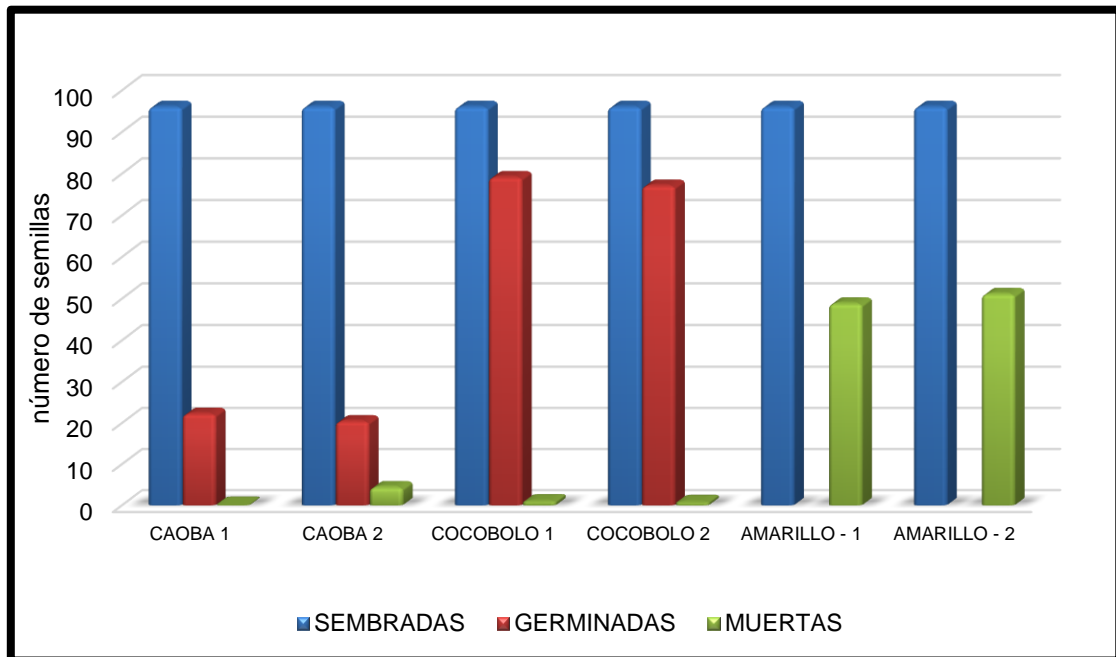
Especies	Sembradas	germinadas(n)	Germinadas(%)	muertas(n)	muertas(%)
Caoba – 1	96	24,36	22,22	0,75	0,10
Caoba – 2	96	22,03	20,4	5,52	4,37
Cocobolo - 1	96	75,96	79,13	0,59	0,99
Cocobolo - 2	96	74	77,08	0,53	0,78

Se puede apreciar en la figura X que la semilla que resultó más viable en todo el ensayo fue la de cocobolo (*Dalbergia retusa*) con un porcentaje de germinación de 77 y 79 por ciento. Tuvo un bajo porcentaje de mortalidad, lo cual no varía mucho con lo que afirma Salazar (2000) que dice que el porcentaje de germinación de esta especie es del 85 al 90 por ciento.

Las semillas de la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) presentaron un porcentaje de germinación realmente bajo (del 20 al 22 por ciento de germinación), lo cual difiere totalmente con PROSEFOR (1997) que afirma que el porcentaje de germinación de esta especie es del 80 al 95 por ciento siempre y cuando se encuentren bien almacenada en bolsas de papel a temperatura ambiente. A pesar de esto, el porcentaje de mortalidad también fue bajo.

En cuanto a la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) no se le calculó la viabilidad de semilla ya que fueron repicadas en el ensayo, se puede ver también en la figura X que la mortalidad es muy significativa para ambos

tamaños de plug de turba, prácticamente se muere un poco más de la mitad de las plántulas que son repicadas.



**FIGURA X RELACIÓN ENTRE SEMILLAS SEMBRADAS, SEMILLAS GERMINADAS Y SEMILLAS MUERTAS DE TODAS LAS ESPECIES EN LOS DOS TAMAÑOS DE TURBA. FOREST FINANCE. 2015.**

#### 4.4 Altura

En el parámetro de altura, se midió el crecimiento de los plántones de todos los bloques del ensayo semana a semana con el pie de rey.

Se decidió que el análisis estadístico del parámetro de altura o crecimiento fuese dividido en dos partes: el crecimiento de las especies cocobolo y caoba juntas y el crecimiento de la especie amarillo por separado.

La razón por la cual se decidió dividir el análisis de esta manera es debido a que mientras que las especies cocobolo (*Dalbergia retusa*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) germinaron en los plugs de turba, la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) fue repicada, por ende, los plántones de esta última especie venían con una altura al momento de ser trasladadas a los plugs de turba del ensayo.

**CUADRO XII CRECIMIENTO (EN MILÍMETROS) DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	Días después de siembra (dds)								
	1	9	14	18	25	32	46	55	64
CAOBA - 1	0	0	41,435	51,006	108,605	149,198	157,139	-	164,710
CAOBA - 2	0	0	0	45,781	106,958	144,495	151,911	-	157,922
COCOBOLO - 1	0	56,629	79,514	81,405	83,755	90,732	99,180	-	101,731
COCOBOLO - 2	0	56,835	81,152	82,194	84,075	96,050	100,108	-	100,912
AMARILLO - 1	58,528	70,436	74,445	76,674	77,702	95,643	90,280	94,066	94,393
AMARILLO - 2	58,034	63,854	67,951	69,301	71,801	83,131	82,202	84,406	85,534

En donde:

Especie – 1: tamaño de turba pequeño (7 cm).

Especie – 2: tamaño de turba grande (10 cm).

En cuanto a la velocidad de crecimiento, se muestra que existen diferencias significativas entre especies; a los 7 dds ya la especie cocobolo había germinado y tenía una altura aproximada de 56 milímetros en ambos tamaños de plug de turba, a los 14 dds superó en altura a la especie amarillo que llevaba una ventaja en altura (58 milímetros) al momento de iniciar las mediciones, sin embargo, la especie cocobolo disminuyó su crecimiento considerablemente de este punto en adelante. A los 14 dds empezó a germinar la especie caoba y ya a los 25 dds había superado por un amplio margen su crecimiento con respecto a las especies amarillo y cocobolo, esta tendencia se mantuvo de esta manera hasta finalizar el ensayo (figura XI).

**CUADRO XIII RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES COCOBOLO Y CAOBA. FOREST FINANCE. 2015.**

	Fechas								
	13/05/ 2015	21/05/ 2015	26/05/ 2015	30/05/ 2015	06/06/ 2015	13/06/ 2015	27/06/ 2015	06/07/ 2015	15/07/ 2015
	Valores de P $\geq$ 0,05 del análisis de varianza								
Modelo	SD	< 0,0001	< 0,0001	0,0004	0,0453	0,0083	< 0,0001	SD	< 0,0001
Bloque	SD	0,4478	0,4487	0,2441	0,8085	0,0606	0,3985	SD	0,4329
Turba	SD	0,9448	0,4735	0,5729	0,9038	0,8332	0,6177	SD	0,3628
Especie	SD	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0016	0,0007	< 0,0001	SD	< 0,0001
Turba x especie	SD	0,9448	0,3303	0,4482	0,8579	0,4764	0,4782	SD	0,4711

Nota: \*\* altamente significativo a  $\leq$  0.01%

\* significativo a 0.05

No significativo > 0.05

SD: Sin datos en ese día

#### 4.4.1 Análisis De La Varianza

Con respecto al crecimiento de las especies cocobolo y caoba, el análisis estadístico mostró que hay una diferencia altamente significativa, lo que indica que estas especies tuvieron una velocidad de crecimiento en el tiempo y una altura totalmente distintas entre sí. Los otros factores de variación del modelo (bloque, tamaño de turba y la interacción) no influyeron en la variable analizada.

**CUADRO XIV RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CRECIMIENTO DE LA ESPECIE AMARILLO. FOREST FINANCE. 2015.**

	Fechas								
	13/05/ 2015	21/05/ 2015	26/05/ 2015	30/05/ 2015	06/06/ 2015	13/06/ 2015	27/06/ 2015	06/07/ 2015	15/07/ 2015
	Valores de P ≥ 0,05 del análisis de varianza								
mod elo	0,0005	0,0089	0,0104	0,0083	0,0178	0,5997	0,0245	0,0163	0,0102
bloq ue	0,0003	0,0064	0,0076	0,0063	0,0127	0,7605	0,0187	0,0133	0,0081
turb a	0,7443	0,1541	0,1185	0,2272	0,2344	0,4236	0,1269	0,0549	0,0455

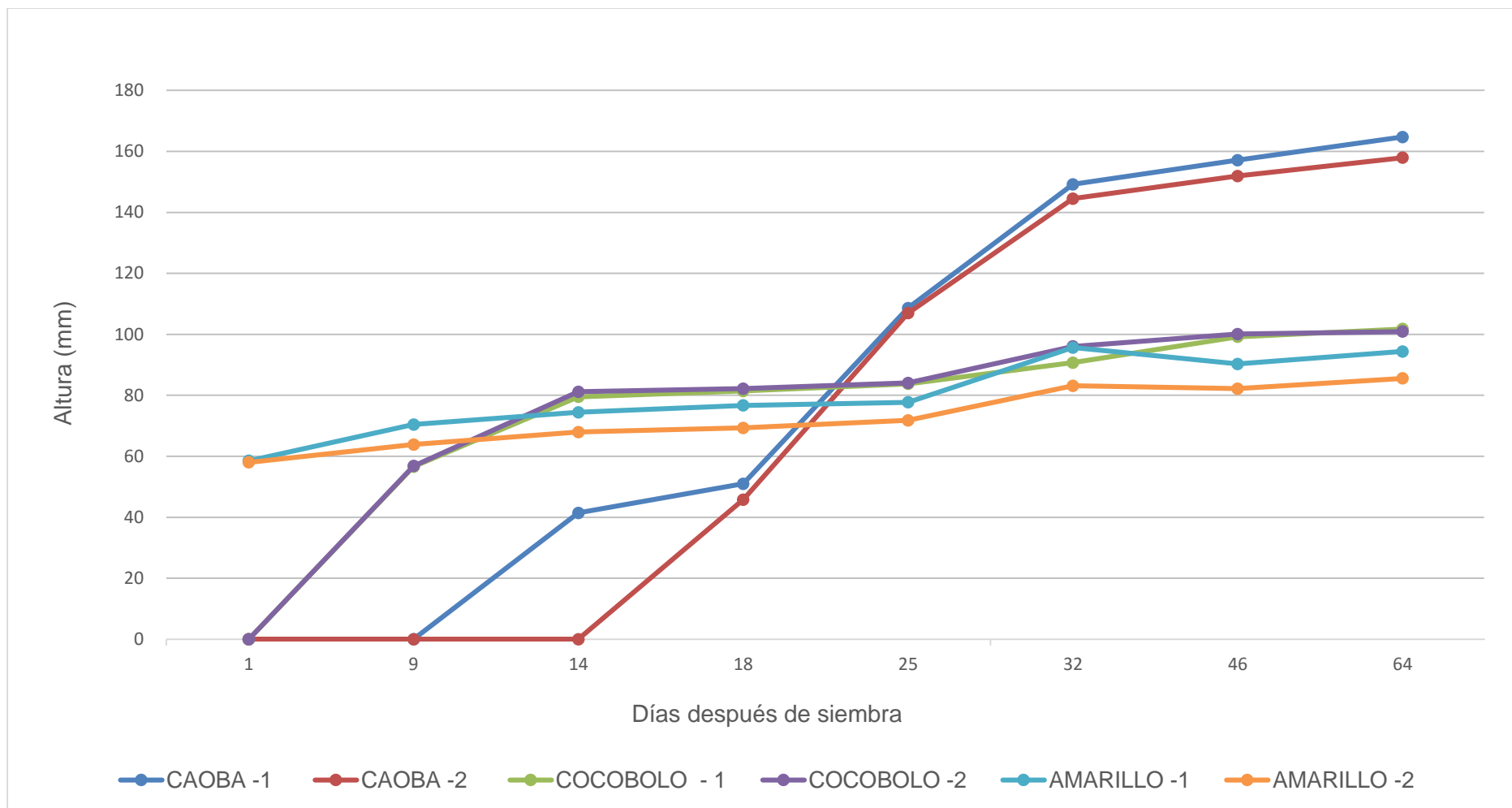
Nota: \*\* altamente significativo a  $\leq 0.01\%$

\* significativo a 0.05

No significativo > 0.05

#### Análisis de la varianza

En el caso de la especie amarillo (*Terminalia amazonia*), el análisis estadístico mostró que el efecto de bloque si influyó en su crecimiento. No así el tamaño de turba, tal como se muestra en el cuadro XIV.



**FIGURA XI ALTURA TOTAL DE TODAS LAS ESPECIES VERSUS TIEMPO.  
VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

## 5. CONCLUSIONES

- El periodo óptimo de presencia en vivero de las especies analizadas se estimó al momento en que los plantones alcanzaron un mínimo de 10 centímetros de altura. La literatura señala que los plantones, para ser trasplantados, deben alcanzar una altura de 10 a 15 centímetros mínimo.
- La especie caoba (*Swietenia macrophylla*) tiene un periodo óptimo en vivero de 25 días después de siembra, aproximadamente.
- La especie cocobolo (*Dalbergia retusa*) tiene un periodo óptimo en vivero de 46 días después de siembra.
- La especie amarillo (*Terminalia amazonia*), no alcanzó el mínimo de altura (10 centímetros) mientras duró el ensayo, sin embargo, a los 66 días después de siembra, que fue el último día en que se tomó mediciones, los plantones se encontraban en los 9 centímetros.
- El porcentaje de germinación de la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) fue de 22.22 por ciento en el plug de turba pequeño (7 cm) y 20.40 por ciento en el plug de turba grande (10 cm).
- El porcentaje de germinación de la especie cocobolo (*Dalbergia retusa*) fue de 79.13 por ciento en el plug de turba pequeño (7 cm) y 77.08 por ciento en el plug de turba grande (115 cm).
- De las especies analizadas en esta investigación, la semilla más viable fue la de la especie cocobolo (*Dalbergia retusa*) ya que tuvo un alto porcentaje de germinación.
- No hubo diferencias significativas en la variable germinación y altura de plántula con respecto a los dos tamaños de plug de turba, sin

embargo, si hubo diferencias en función al tamaño de turba. Fue más alto el porcentaje de mortalidad en el plug de turba grande (10 cm).

- No se cumple la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que la velocidad de emergencia y crecimiento en función del tiempo es diferente para cada una de las tres especies forestales utilizadas.

## 6. RECOMENDACIONES

- Para que el repique de la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) sea exitoso y tenga poca mortalidad, se recomienda utilizar plántulas con altura menores de cinco centímetros y tengan raíces rectas y poca longitud.
- Almacenar de una manera más adecuada las semillas que se piensan utilizar en el vivero. La literatura recomienda almacenar a una temperatura adecuada y sin humedad para preservar su viabilidad.
- Continuar con esta investigación en la etapa de plantación; para conocer la adaptabilidad de cada especie con este sistema de producción.

## 7. REFERENCIAS CITADAS

Jiffy, s f. Sistema de Propagación forestal: La solución natural. E & E Promotora. San José, Costa Rica. 14 p.

Juárez, M. 2002. El vivero forestal. San Martín, El Salvador. Consultado 5 ene. 2015. Disponible en <http://biblioteca.catie.ac.cr:5050/repositorioforestal/bitstream/123456789/6372/1/EL%20VIVERO%20FORESTAL.pdf>

Pérez Cardona, J. Ficha técnica, Producto: plug de turba. Plant - tech S.A.S.

Rojas Rodríguez, F. 2006. Viveros Forestales. San José, C.R. EUNED. 248 p.

Román, F; De Liones R; Sautu A; Deago J; Hall J. 2012. Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neotrópico. Cali, CO. Consultado 10 ene. 2015. Disponible en [http://ctfs.arnarb.harvard.edu/Public/pdfs/guia\\_propagacion\\_120\\_sps.pdf](http://ctfs.arnarb.harvard.edu/Public/pdfs/guia_propagacion_120_sps.pdf)

Trujillo, E. 2002. Guía de reforestación. Bogotá, CO.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1,997. *Swietenia macrophylla* King. Costa Rica, Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR), Nota técnica sobre manejo de semillas forestales No. 21. 2 p.

Salazar, R.; Soihet C.; Méndez J. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 204 p.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

# ANEXOS

**ANEXO I**  
Cuadro de toma de datos de altura

FOREST FINANCE PANAMA, S.A.  
VIVERO FORESTAL

Parámetro a medir: \_\_\_\_\_Crecimiento\_\_\_\_\_ Bloque: \_\_\_\_\_

Fecha/hora: \_\_\_\_\_ Bandeja: \_\_\_\_\_

Anotador: \_\_\_\_\_ Sistema: \_\_\_\_\_


FOREST FINANCE PANAMA, S.A.  
VIVERO FORESTAL

Parámetro a medir: \_\_\_\_\_Crecimiento\_\_\_\_\_ Bloque: \_\_\_\_\_

Fecha/hora: \_\_\_\_\_ Bandeja: \_\_\_\_\_

Anotador: \_\_\_\_\_ Sistema: \_\_\_\_\_


FOREST FINANCE PANAMA, S.A.  
VIVERO FORESTAL

Parámetro a medir: \_\_\_\_\_Crecimiento\_\_\_\_\_ Bloque: \_\_\_\_\_

Fecha/hora: \_\_\_\_\_ Bandeja: \_\_\_\_\_

Anotador: \_\_\_\_\_ Sistema: \_\_\_\_\_




## ANEXO III

**CUADRO DE GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) EN EL TIEMPO (Número de plantas). VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	21-5-2015	26-5-2015	30-5-2015	3-6-2015	6-6-2015	10-6-2015	13-6-2015	27/6/2015	15-7-2015
1- CAO-1	0	2	23	30	30	32	33	33	30
1- CAO-2	0	1	10	14	16	24	22	22	22
1- CO-1	72	84	80	.	79	.	73	74	72
1- CO-2	71	77	78	.	81	.	74	73	24
2- CAO-1	0	7	15	21	23	.	27	29	29
2- CAO-2	0	5	18	24	23	26	27	24	25
2- CO-1	75	81	83	.	78	.	77	76	77
2- CO-2	81	85	81	.	79	.	79	77	75
3- CAO-1	0	4	15	25	23	30	29	28	29
3- CAO-2	0	3	10	23	24	24	25	24	23
3- CO-1	70	77	74	.	78	.	75	75	75
3- CO-2	80	82	78	.	79	.	78	78	78
4- CAO-1	0	9	19	26	27	30	31	31	29
4- CAO-2	0	8	20	32	35	35	38	39	39
4- CO-1	74	80	76	.	75	.	73	72	72
4- CO-2	68	77	69	.	68	.	66	68	68

**En donde:**

1: Bloque (1;2;3;4)

2: Bandeja

3: Especie (co = cocobolo; cao = caoba)

4: Tamaño de plug de turba (1 = pequeño; 2 = grande)

. = no hubo medición ese día

## ANEXO IV

**MORTALIDAD DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	21-5-2015	26-5-2015	30-5-2015	6-6-2015	13-6-2015	27-6-2015	6-7-2015	15-7-2015
1- CAO-1	0	0	0	0	0	0	0	3
1- CAO-2	18	19	16	.	14	12	17	17
1- CO-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1- CO-2	1	.	1	.	.	.	.	2
1- AMA-1	0	0	0	0	0	1	1	1
1- AMA-2	26	29	34	34	35	36	35	34
2- CAO-1	0	0	0	0	0	0	0	0
2- CAO-2	0	0	0	0	0	1	.	1
2- CO-1	0	1	1	.	.	6	.	5
2- CO-2	0	0	1	.	2	2	.	2
2- AMA-1	4	5	7	6	7	10	10	11
2- AMA-2	29	40	39	43	36	36	38	39
3- CAO-1	0	0	0	0	0	0	0	0
3- CAO-2	0	0	0	0	0	1	.	2
3- CO-1	0	0	0	0	0	0	0	0
3- CO-2	0	0	0	0	0	0	0	0
3- AMA-1	0	1	1	1	1	1	1	1
3- AMA-2	1	5	6	9	9	10	12	10
4- CAO-1	0	0	0	0	0	0	0	0
4- CAO-2	0	0	0	0	0	1	.	.
4- CO-1	0	1	1	.	.	2	.	2
4- CO-2	0	0	1	.	.	.	.	1
4- AMA-1	11	11	12	11	10	11	11	11
4- AMA-2	20	26	24	22	19	20	21	21

**En donde:**

1: Bloque (1;2;3;4)

2: Bandeja

3: Especie (co = cocobolo; cao = caoba; ama = amarillo)

4: Tamaño de plug de turba (1 = pequeño; 2 = grande)

. = no hubo medición ese día.

**ANEXO V**  
**CRECIMIENTO (EN MILÍMETROS) DE LAS ESPECIES CAOBA, COCOBOLO Y AMARILLO EN EL TIEMPO. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015.**

Sistema	13-5-2015	21-5-2015	26-5-2015	30-5-2015	6-6-2015	13-6-2015	27-6-2015	6/7/2015	15-7-2015
1- CAO-1	0,000	0,000	0,000	37,521	120,298	147,500	152,864	.	160,000
1- CAO-2	0,000	0,000	0,000	46,109	107,331	130,632	134,714	.	144,450
1- CO-1	0,000	55,666	66,856	71,564	73,278	89,547	93,704	.	95,875
1- CO-2	0,000	62,277	77,944	81,015	82,574	98,875	101,801	.	101,980
1- AMA-1	69,090	86,258	87,198	89,391	90,113	102,491	102,734	103,235	103,956
1- AMA-2	65,290	70,540	72,291	.	73,833	80,161	84,135	84,168	87,145
2- CAO-1	0,000	0,000	0,000	65,178	107,895	153,043	165,318	.	170,591
2- CAO-2	0,000	0,000	0,000	52,901	111,113	138,000	149,727	.	151,818
2- CO-1	0,000	56,744	85,497	86,884	93,828	.	105,146	.	111,628
2- CO-2	0,000	49,980	78,538	79,033	79,396	.	95,515	.	96,177
2- AMA-1	69,904	83,317	83,436	85,524	87,217	.	98,720	105,784	106,007
2- AMA-2	72,872	77,216	79,140	84,216	88,706	.	98,063	98,275	98,808
3- CAO-1	0,000	0,000	0,000	44,305	95,833	144,792	156,375	.	164,625
3- CAO-2	0,000	0,000	0,000	38,420	89,569	143,174	155,727	.	163,238
3- CO-1	0,000	57,737	88,195	88,801	89,064	.	104,010	.	104,111
3- CO-2	0,000	60,723	87,336	87,810	91,723	.	106,708	.	107,187
3- AMA-1	23,531	33,690	44,830	45,370	45,731	.	65,656	69,760	70,078
3- AMA-2	23,090	34,848	43,948	44,051	44,712	.	57,191	63,626	63,958
4- CAO-1	0,000	0,000	41,435	57,022	110,395	151,458	154,000	.	163,625
4- CAO-2	0,000	0,000	0,000	45,694	119,819	166,174	167,476	.	172,182
4- CO-1	0,000	56,368	77,508	78,372	78,852	91,916	93,860	.	95,311
4- CO-2	0,000	54,360	80,790	80,919	82,609	93,225	96,409	.	98,305
4- AMA-1	71,589	78,478	82,318	86,409	87,750	88,794	94,010	97,484	97,532
4- AMA-2	70,883	72,813	76,427	79,637	79,954	86,100	89,420	91,555	92,225

**En donde:**

**1: Bloque (1;2;3;4)**

**2: Bandeja**

**3: Especie (co = cocobolo; cao = caoba; ama = amarillo)**

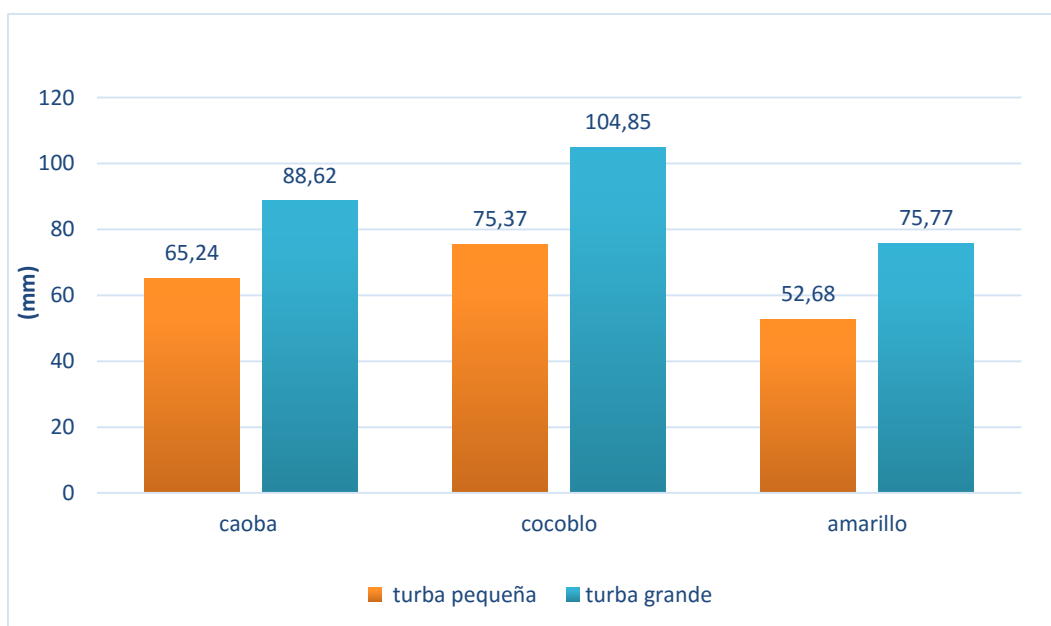
**4: Tamaño de plug de turba (1 = pequeño; 2 = grande)**

**. = no hubo medición ese día**

## ANEXO VI

### RAÍCES

Se puede observar que, en cuanto a longitud de raíz de las especies del ensayo, el tamaño del plug de turba es directamente proporcional con el tamaño de la raíz.



**LONGITUD DE RAÍCES DE TODAS LAS ESPECIES EN DOS TAMAÑOS DE PLUG DE TURBA. VIVERO FORESTAL. FOREST FINANCE. SANTA CRUZ. 2015**

## ANEXO VII

### ANÁLISIS FOLIAR DE LAS ESPECIES CAOBA (*Swietenia macrophylla*), COCOBOLO (*Dalbergia retusa*) Y AMARILLO (*Terminalia amazonia*). FOREST FINANCE S.A. SAN FÉLIX. CHIRIQUÍ. 2015.

DESCRIPCIÓN	MATERIA SECA	MATERIA ORGÁNICA	CENIZAS	HUMEDAD	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
	%							mg/L=mg/Kg=ppm						
COCOBOLO	92,83	90,19	2,63	7,17	1,08	0,12	0,49	2,47	641,64	1174,36	2,71	0,00	34,82	464,07
AMARILLO	92,71	88,76	3,96	7,29	2,03	0,21	0,49	37,76	900,38	2146,44	0,35	0,00	3,00	468,75
CAOBA	90,75	87,98	2,77	9,25	1,18	0,19	0,34	2,85	581,28	1261,46	3,41	0,00	17,88	942,47

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas, FCA. 2015.

Los resultados del análisis foliar mostraron que la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) presenta cantidades mayores en siete de los parámetros medidos con respecto a las otras dos especies. En la mayoría de los mismos se presentan diferencias significativas.

## ANEXO VIII

### **Marco conceptual**

**Vivero forestal:** Lugar en donde se producen plántulas con el fin de reforestación y tiene como función obtener plántulas de calidad, es decir, que tengan un tamaño adecuado y se encuentren libres de plagas y enfermedades.

**Plug de turba:** Producto desarrollado a base de turbas importadas más un aglomerante natural que conserva su forma con el fin de brindarle al cultivador una solución en el proceso de producción de plántulas sin tener la necesidad de removerlas de su medio de crecimiento, haciendo posible el trasplante directo a campo sin la necesidad de retirar bolsas o bandejas, así las plántulas no sufrirán estrés y tendrán un mejor arranque en el cultivo.

**Estrés de trasplante:** si se presentan condiciones meteorológicas inestables, la falta de un periodo de adaptación, si la temperatura del suelo muy elevada y/o cuando el sistema radicular no está muy desarrollado es posible que los trasplantes se vean afectados. Los síntomas son marchitez pronunciada, hojas y tallos secos, y en casos más graves, el colapso completo de la planta e incluso la muerte.

**Tratamientos pregerminativos:** Consiste en la aplicación de cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mayor cantidad.

**Semillero:** Son zonas en que se producen siembras de especies muy delicadas o de semilla muy pequeña, en las que se espera la germinación para posteriormente trasplantar las plántulas obtenidas al plantel. Se incluyen frecuentemente en el invernadero y se montan sobre cajoneras o similares, aunque también se instalan sobre el suelo con protectores laterales y cubiertas transparentes.

**Germinación:** es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una planta. Este proceso 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: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales.

**Viabilidad:** La viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables.

**Repique o colecta de plántulas de regeneración natural:** La recolección de plántulas de regeneración natural en el bosque, para su posterior repique en el vivero, puede ser una alternativa viable para lograr la reproducción de algunas especies cuyas semillas son difíciles de colectar o germinar. Una vez recolectadas las plántulas, se llevan al vivero y se trasplantan lo antes posible para garantizar una buena adaptación y maximizar su sobrevivencia.

**Germoplasma forestal:** parte o segmento de la vegetación forestal, capaz de originar un nuevo individuo mediante la reproducción sexual a través de semillas o asexual que incluye estacas, estaquillas, yemas, hijuelos, esquejes, bulbos, meristemos, entre otros.

**Pie de Rey:** Es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros.

**Análisis foliar:** Determina la cantidad de nutrientes que la planta ha absorbido y supone la mejor manera de conocer las carencias de los cultivos. Aunque la apariencia de un cultivo sea buena, es posible que alguno de los nutrientes no se encuentre en cantidad suficiente, y no se lleve a cabo un desarrollo satisfactorio.

**Diseño experimental:** Es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.