

**PROPAGACIÓN Y MANEJO EN VIVERO DE LAS ESPECIES CUCHARO
(*Myrsine guianensis*), GUAYACAN AMARILLO (*Tabebuia chrysantha*) Y
AGUACATILLO (*Clethra sp*) EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN (CAUCA)**



Universidad
del Cauca

**MARGARITA MARCELA FLÓREZ SALCEDO
CLAUDIA YANETH DELGADO ORTEGA
GLORIA AMPARO FLÓREZ SALCEDO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA FORESTAL
POPAYAN
2011**

**PROPAGACIÓN Y MANEJO EN VIVERO DE LAS ESPECIES CUCARO
(*Myrsine guianensis*), GUAYACAN AMARILLO (*Tabebuia chrysantha*) Y
AGUACATILLO (*Clethra sp*) EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN (CAUCA)**

**MARGARITA MARCELA FLÓREZ SALCEDO
CLAUDIA JANNETH DELGADO ORTEGA
GLORIA AMPARO FLÓREZ SALCEDO**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar el título de
Ingeniería Forestal**

**Director:
M. S. c. ROMÁN OSPINA MONTEALEGRE**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011**

Nota de aceptación

Aprobado por los jurados en cumplimiento a los requisitos exigidos por la Universidad del Cauca para otra el título de Ingeniería Forestal.

Román Ospina Montealegre
Director

Juan Carlos Villalba
Jurado

Luz Miryam Palencia Pastor
Jurado

Popayán, 02 de septiembre **2011**

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y árbol semillero (F) de la especie Cucharo (<i>M. guianensis</i>)	29
Figura 2. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie Cucharo (<i>M. guianensis</i>)	30
Figura 3. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y fuente (F) de la especie guayacán amarillo (<i>T. chrysantha</i>)	32
Figura 4. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie guayacán amarillo (<i>T. chrysantha</i>)	33
Figura 5. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y árbol semillero (F) de la especie aguacatillo (<i>Clethra sp.</i>)	35
Figura 6. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie aguacatillo (<i>Clethra sp.</i>)	36

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Árboles semilleros utilizadas en las pruebas de laboratorio y experimentos en vivero, para tres especies forestales.	24
Cuadro 2. Niveles de los factores de variación de las especies <i>M. guianensis</i> y <i>Clethra sp.</i>	25
Cuadro 3. Niveles de los factores de variación de la especie <i>T. chrysantha</i> .	26
Cuadro 4. Diseño en bloques con arreglo en cuadrado latino <i>M. guianensis</i> , <i>Clethra sp</i> y <i>T. chrysantha</i> .	26
Cuadro 5. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie Cucharero (<i>M. guianensis</i>)	28
Cuadro 6. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Cucharero (<i>M. guianensis</i>)	28
Cuadro 7. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Cucharero (<i>M. guianensis</i>)	30
Cuadro 8. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie guayacán amarillo (<i>T. chrysantha</i>)	31
Cuadro 9. Factores de variación y variables de respuesta de la especie guayacán amarillo (<i>T. chrysantha</i>)	32
Cuadro 10. Factores de variación y variables de respuesta de la especie guayacán amarillo (<i>T. chrysantha</i>)	33
Cuadro 11. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie aguacatillo (<i>Clethra sp.</i>)	34
Cuadro 12 Factores de variación y variables de respuesta de la especie aguacatillo (<i>Clethra sp.</i>)	34
Cuadro 13. Factores de variación y variables de respuesta de la especie aguacatillo (<i>Clethra sp.</i>)	36

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Fotos en etapa de germinación de las tres especies en vivero.	50
Anexo B. Fotos etapa de repique y período bajo sombra.	51
Anexo C. Fotos de plántulas en etapa de crecimiento y árboles semilleros.	52
Anexo D. Planilla de registros en etapa de germinación para la especie <i>T. chrysantha</i> .	53
Anexo E Planilla de registros en etapa de germinación para la especies <i>M. guianensis</i> y <i>Clethra sp.</i>	54
Anexo F. Planilla de registros en etapa de crecimiento para las tres especies.	55
Anexo G. Planilla de registros análisis de laboratorio.	56

DEDICATORIAS

A Dios

Por habernos permitido culminar con éxito esta etapa importante de nuestras vidas y bendecirnos con su amor infinito.

A nuestros padres y familiares

Porque creyeron en nosotras y porque nos ayudaron a salir adelante, dándonos ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy podemos ver alcanzada nuestra meta, ya que siempre estuvieron impulsándonos en los momentos más difíciles de nuestra carrera.

A nuestros profesores

Por hacernos partícipes de sus conocimientos y formarnos como profesionales integrales.

A nuestros compañeros y amigos

Que nos apoyamos mutuamente y con los que compartimos momentos difíciles y muchas veces divertidos, en nuestra formación profesional

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hacemos extensivo nuestros más sinceros agradecimientos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad del Cauca por permitirnos llevar a cabo este estudio.

A nuestro director de tesis Ingeniero Román Ospina Montealegre, por su valiosa orientación, experiencia, conocimiento, paciencia, motivación, confianza, afecto y amistad, que ha sido fundamental en la formación como profesionales.

Al señor Fidel Flórez por su gran colaboración, dedicación, esfuerzo y apoyo en el trabajo de campo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIES	17
2.1.1 <i>Cucharo (Myrsine guianensis)</i>	17
2.1.2 <i>Guayacán Amarillo (Tabebuia chrysantha)</i>	17
2.1.3 <i>Aguacatillo (Clethra sp.)</i>	17
2.2 SEMILLAS	18
2.2.1 Árboles semilleros.	18
2.2.2 Almacenamiento de semillas.	18
2.2.3. Semillas recalcitrantes.	19
2.2.4 Semillas ortodoxas.	19
2.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS FORESTALES	19
2.3.1 Pureza.	19
2.3.2 Peso de la semilla.	20
2.3.3 Contenido de humedad.	20
2.3.4 Prueba indirecta de viabilidad.	20
2.4 PROPAGACION Y MANEJO DE ESPECIES FORESTALES EN VIVERO	21
2.4.1 Producción de plántulas	21
2.4.2 Manejo de semillas	21
2.5 GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS	21

2.5.1 Latencia y germinación de las semillas	22
2.5.2 Tratamientos pre-germinativos	22
2.6 DESEMPEÑO DE LAS PLANTAS	22
2.6.1 Calidad y vitalidad	22
2.6.2 Fertilizante.	22
2.6.2.1 Fosfato de Amonio Di básico (dap)	22
2.6.2.2 Compost.	23
3. METODOLOGIA	24
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	24
3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO	24
3.2 1 Selección de árboles semilleros	24
3.2.2 Evaluación de semillas en laboratorio.	25
3.3. EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE LAS TRES ESPECIES EN VIVERO	25
3.4 EVALUACIÓN DE DESARROLLO DE LAS TRES ESPECIES EN ETAPA DE CRECIMIENTO	26
3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
4. RESULTADOS	28
4.1 EVALUACIÓN DEL CUCHARO (<i>M. guianensis</i>)	28
4.1.1 Pruebas de laboratorio.	28
4.1.2 Germinación	28
4.1.3 Crecimiento	29
4.2 EVALUACIÓN DEL GUAYACÁN AMARILLO (<i>T. chrysantha</i>)	31
4.2.1 Pruebas de laboratorio.	31

4.2.2 Germinación.	31
4.2.3 Crecimiento.	32
4.3 EVALUACIÓN DEL AGUACATILLO (<i>Clethra sp.</i>)	34
4.3.1 Pruebas de laboratorio.	34
4.3.2 Germinación.	34
4.3.3 Crecimiento.	36
4.4 DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA	43
ANEXOS	

GLOSARIO

COMPOST: mezcla de partes vegetales cuya descomposición busca propiciar y a la que se suelen añadirse productos animales, minerales o de ambas clases. Se utiliza como fertilizante.

CONTENIDO DE HUMEDAD: en un cuerpo higroscópico, porcentaje de peso de agua, respecto de su peso seco.

CRECIMIENTO: aumento del diámetro, del área basal, de la altura, de un volumen, etc., de árboles individuales o de rodales de un bosque en el transcurso de un período dado.

ENSAYO DE GERMINACIÓN: prueba en la que se verifica el vigor de las semillas y su viabilidad generando las condiciones para que un número dado de ellas se desarrolle.

ESPECIE: unidad de clasificación taxonómica, en sí misma subdivisión del género. Se trata de un grupo de individuos similares que un carácter común distingue de otros conjuntos de individuos similares.

GERMINACIÓN: inicio o reactivación del crecimiento de una espora, semilla, yema u otra estructura similar.

PLANTULA: planta joven que se desarrolla a partir de una semilla germinada. En árboles, generalmente se aplica individuos que no han alcanzado el estado de brinzal.

PUREZA: el porcentaje en peso de semillas enteras y limpias, pertenecientes a la especie de interés, contenido en una muestra de semillas mezcladas con impureza.

SEMILLA: ovulo fertilizado inmaduro de un espermatofito.

SIEMBRA: esparcimiento o colocación de semillas sobre un terreno con el fin de establecer una plantación forestal. A veces se usa para aludir el acto de abrir un hoyo y colocar una plántula en él.

TRATAMIENTO: se refiere a los estímulos, condiciones o procedimientos experimentales cuyos efectos se desean comparar y que se le imponen al grupo experimental.

VIABILIDAD: el estado de la capacidad de germinación y crecimiento y desarrollo subsiguiente de la plántula.

VIVERO FORESTAL: terreno dedicado a la cría de plántulas, o pseudoestacas, o cualquier otro tipo de material de plantación para plantaciones forestales.

RESUMEN

Para determinar los requerimientos técnicos para la propagación y manejo en vivero de las especies cucharo (*Myrsine guianensis*) guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) y aguacatillo (*Clethra sp.*) bajo las condiciones propias de Popayán, se establecieron seis diseños experimentales, dos para cada especie, los factores de variación involucrados en los experimentos fueron los tratamientos pre-germinativos de las semillas, los sustratos y las fuentes semilleras utilizadas en la fase de germinación y fórmula de fertilización, tamaño de bolsa y fuente semillera para la etapa de crecimiento. Las variables de respuesta en la fase de germinación fueron el porcentaje de germinación, tiempo de emergencia, altura al repique, tiempo de crecimiento y vitalidad de las plántulas, mientras que en la etapa de crecimiento se evaluó el crecimiento en altura, el número de hojas y vitalidad de las plántulas. Se encontró que el sustrato tierra + arena favoreció la germinación de las semillas de *M. guianensis* y *Clethra sp.*, mientras que para *T. chrysantha* el mejor sustrato fue tierra. Además la mejor fórmula de fertilización fue Fosfato de Amonio Di Básico (dap), para las tres especies evaluadas.

Palabras claves. Experimento, fertilizante, germinación, plántula, semilla, sustrato.

ABSTRACT

In order to determine the technical requirements for propagation and nursery management of species cucharo (*Myrsine guianensis*) guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) and aguacatillo (*Clethra sp.*) under the conditions of Popayán, six experimental designs, two for each species variation factors involved in the experiments were pre-treatments of seed germination, substrates and seed sources used in the germination phase and fertilizer formula, bag size and seed source for the growth stage. Response variables in the germination phase were the germination percentage, time of emergency, the ring height, time of growth and vitality of the seedlings, while in the growth stage was evaluated height growth, number of leaves and vitality of seedlings. We found that soil + sand substrate favored the germination of seeds of *M. guianensis* and *Clethra sp.*, while for *T. chrysantha* the best substrate was earth. Besides the best fertilizer formula was Di Basic Ammonium Phosphate (dap) for the three species.

Key Words. Experiment, fertilizer, germination, seedling, seed, substrate.

INTRODUCCIÓN

Los árboles están junto al ser humano desde el principio de la historia, proporcionan una amplia gama de productos, proveen sombra, humedecen el ambiente, oxigenan el aire, disminuyen la contaminación, reducen el ruido y muchos recursos más, son refugio de animales, producción de madera, que van desde la madera de construcción, hasta el uso como combustible, para la producción de alimentos (bayas, setas, etc.), forraje y otros productos forestales no maderables (GreenFacts, 2007). A partir de esto surge la necesidad de intensificar el conocimiento en especies nativas pertenecientes a nuestros bosques naturales y en especial las que habitan en la región, ya que estas cada día se degradan por diferentes circunstancias políticas, culturales y ambientales, y esto conlleva a este tipo de estudios. Además el número de especies que logran un paquete tecnológico detallado sobre su manejo, propagación y silvicultura, no superan las veinte, incluye principalmente especies introducidas que bien se sabe son de rápido crecimiento y alta productividad (Gómez, 2008).

Considerando las circunstancias en que se encuentran las especies propias de Popayán, el presente trabajo tuvo como propósito determinar los requerimientos técnicos para la propagación y manejo en vivero de las especies forestales Cucharó (*Myrsine guianensis*) Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) y Aguacatillo (*Clethra sp.*) bajo las condiciones locales para cumplir con lo anterior se planteó determinar los requerimientos en etapa de germinación para cada especie; establecer el desempeño durante el crecimiento evaluando la calidad, vitalidad y sanidad de las plántulas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DE LAS ESPECIES

2.1.1 Cucharó (*Myrsine guianensis*) Especie perteneciente a la familia Myrsinaceae, la altura máxima alcanzada es de 20m, con un diámetro a la altura del pecho máximo de 35cm (OPEPA, 2011). Se reporta en Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Entre 900 y 3200 msnm, se le conoce como cucharó, chagualo y espadero. El follaje es su principal característica como árbol llamativo y ornamental (Varón y Morales 2006). Las ramificaciones empiezan a 1 m del suelo, su copa es de forma ovalada con follaje espeso verde oscuro, las hojas son lisas de borde entero y nerviación poco marcada, flores de color crema, frutos verdosos de una sola semilla (Reina y Rodríguez, 1998; Latorre y Bachiller, 2007). Los frutos se colectan cuando se tornan de color morado oscuro y luego se extraen las semillas las cuales se deben sembrar en semilleros a 5 mm de profundidad, a 2 mm entre sí, en líneas separadas 10 cm (Latorre y Bachiller 2007). Los usos más frecuentes, son la elaboración de postes para cerca y vigas, además es una especie importante para restauraciones ecológicas (DAMA, 2011).

2.1.2 Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) Pertenece a la familia Bignoniaceae la cual contiene aproximadamente 650 especies en 110 géneros (Gentry *et al.*, 1980). Esta especie es conocida comúnmente en nuestro país como guayacán amarillo y chicalá, se establece fácilmente entre altitudes que van desde 0 a 2.000 m.s.n.m, puede llegar a medir aproximadamente entre 20 y 35 metros de altura, presenta inflorescencias agrupadas en panículas terminales abundantes (SEMICOL, 2008; Rodríguez, 1998; CATIE, 1997; Varón *et al.*, 2002; López, 2007). El diámetro normal alcanza los 60 cm, su tronco es recto, es un árbol caducifolio, con hojas compuestas, digitadas (Rodríguez, 1998; Varón *et al.*, 2002; Burnie *et al.*, 2006; López, 2007). Los frutos son cápsulas cilíndricas, angostas, 11-35 cm de largo y 0.6-2 cm de ancho, dehiscentes longitudinalmente, las semillas son aladas, aplanadas, de 1.5 a 2 cm de largo y 1 cm de ancho, de color gris plateado, esta especie es utilizada en el campo medicinal, tornería, construcción de casas muebles, carrocerías, pisos, para uso industrial, artesanías, ensambladuras y mangos, para herramientas y botes, además es una especie muy apreciada como ornamental, en sistemas silvopastoriles, como linderos, sombra y para la producción de miel (CATIE, 1997; López, 2007; SEMICOL, 2008).

2.1.3 Aguacatillo (*Clethra sp.*) La especie *Clethra sp.*, pertenece a la familia Clethraceae, es un árbol de aproximadamente 20 m de altura. Se establecen en zonas templadas, tropicales, hasta zonas frías (González, 1996). El género

presenta una distribución desde los 1.000 – 2400 msnm (Morales y Alfaro, 2006). Las hojas son simples alternas, con forma elíptica, glabra con borde entero, ápice foliar mucronado, con nervadura pinnada, exhibe inflorescencias en racimos terminales y numerosas flores blancas y los frutos son cápsulas, con tres a cuatro semillas ovaladas, el periodo de floración se presenta en los meses de, enero, marzo y octubre, y los frutos casi todo el año, a parte, los usos más frecuentes que tienen las especies del genero *Clethra*, son la elaboración de postes para cerca y leña, las raíces se utilizan para hacer artesanías es muy apreciada como fuente de leña (Zamora, 2005).

2.2 SEMILLAS

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas; esta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica (Vázquez et al., 1997).

2.2.1 Árboles semilleros. Consiste en seleccionar y marcar fenotipos sobresalientes, ya sea en plantaciones o en bosque natural y coleccionar semilla para el establecimiento. Puesto que en estas condiciones el grado de heredabilidad es bajo, las ganancias genéticas también lo son, sobre todo si se selecciona en bosques naturales donde existe un componente de variación ambiental fuerte. Desde el punto de vista práctico, una limitante de los árboles semilleros como fuente de semilla, es el alto costo y la baja eficiencia de recolección, ya que normalmente se localiza a grandes distancias unos de otros. Este tipo de fuente presenta problemas de índole genético, relacionados con la baja heredabilidad y falta de control sobre el progenitor masculino (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.2.2 Almacenamiento de semillas. El almacenamiento de semillas es una manera importante de mantener vivo, por largos períodos de tiempo, el germoplasma de plantas superiores, pero no todas las semillas son almacenadas con éxito, algunas permanecen vivas por tiempo indefinido, quizá varios siglos, cuando se almacenan en el ambiente más apropiado para interrumpir su deterioro natural, en tanto que otras sufren un deterioro rápido por causas endógenas, ajenas a las condiciones externas; estas diferencias se deben al hecho de que las semillas son liberadas al medio con diferentes niveles de humedad, composición química y tasa metabólica, lo cual afecta su longevidad potencial, esto dependiendo de la semilla, ya sea recalcitrantes u ortodoxas. (Vázquez et al., 1997).

2.2.3 Semillas recalcitrantes. Se caracterizan por su sensibilidad a la deshidratación y una rápida pérdida de viabilidad posterior a la diseminación, lo que implica limitaciones graves para el almacenamiento de la semilla con fines de propagación de árboles (Magnitskiy *et al.*, 2007). Algunos ejemplos de este tipo de semillas son quercus, araucarias, shorea, hopea, drybalanops, podocarpus, carapa (CATIE, 1996). Otras especies pertenecientes a este grupo de semillas son: Ginko biloba, quercus cerris, aresculus, hippocastanum y cycas revoluta (Herrera *et al.*, 2006).

2.2.4 Semillas ortodoxas. Estas semillas pueden ser desecadas hasta contenidos de humedad muy bajos sin sufrir daños, al menos hasta un nivel de humedad constante que se mantenga en equilibrio con una humedad ambiental relativa de 10% (a este valor las semillas con almidón tienen un contenido de humedad cercano a 5%, en tanto que las semillas grasas tienen valores de 2 a 3%), sus longevidades aumentan cuando disminuye el contenido de humedad y con la temperatura durante el almacenamiento (Vázquez *et al.*, 1997). Algunos ejemplos de este tipo de semillas son: abies, picea, fagus, casuarina (CATIE, 1996). pinus pinea, vicia faba, avena sativa (Herrera *et al.*, 2006).

2.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS FORESTALES

Se entiende por calidad de semillas a una serie de cualidades que deben presentar, en general las semillas que poseen alta calidad presentan un alto grado de pureza, bajo contenido de humedad, alta sanidad, alta viabilidad, alto vigor y buena apariencia. El nivel de calidad se establece mediante pruebas en laboratorio.

2.3.1 Pureza. Es el primer ensayo que se realiza a nivel de laboratorio, esta prueba se aplica porque las muestras de semillas forestales pueden contener impurezas tales como malezas, semillas de otras especies, estructuras desprendidas de la semilla, partículas de hojas y ramitas como también otros materiales diferentes a la semilla; además, el tipo y cantidad de impurezas ofrece información importante sobre la calidad de la semilla e influye en el número de semillas/ kg y por lo tanto el rendimiento de las plantas y la densidad apropiada de siembra (ISTA, 1993).

El método para determinar la pureza consiste en dividir la muestra de trabajo entre la semilla pura, otra semilla y materia inerte, se calcula el porcentaje por peso de cada parte, la muestra debe ser por lo menos con 2500 semillas, la cantidad de semilla pura se refiere a la especie en consideración, adicionalmente a semilla

madura y no dañadas incluye semillas pequeñas, marchitas, inmaduras y germinadas, teniendo en cuenta que se puede identificar como semilla de la especie en consideración (ISTA, 1993).

El porcentaje de semilla pura se calcula mediante el cociente entre el peso de la fracción de semilla pura y el peso total de la muestra. Como se señala en la ecuación 1

$$\text{Pureza\%} = \frac{\text{Peso de la fracción de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

2.3.2 Peso de la semilla. Su objetivo es determinar el peso de 1000 semillas. Esto permite el cálculo del número de semilla por kg, lo cual es una información muy importante en las operaciones del vivero y para determinar el rendimiento de las plantas, además, el peso de la semilla esta positivamente relacionado con la calidad de semilla (CATIE, 1999).

2.3.3 Contenido de humedad. El contenido de humedad y la temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de la semilla, el contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla, existen dos métodos principales para medir la humedad de las semillas, los métodos directos que consiste en eliminar el agua y cuantificar su cantidad, incluyen secado al horno, destilación, extracción, y el método indirecto que incluye medidas de conductividad e higrometría, finalmente para evitar cambios en el contenido de humedad, la muestra se debe mantener en un recipiente a prueba de humedad y la exposición al aire del laboratorio se debe reducir al mínimo (CATIE, 1999).

2.3.4 Prueba indirecta de viabilidad. El objetivo de esta prueba es hacer un estimado de la viabilidad de las muestras de semillas en general y las que muestran latencia en particular, uno de los métodos aplicados es prueba de tetrazolium el cual indica áreas vivas y muertas del embrión y del endospermo mediante tinción; el producto químico 2, 3, 5 – trifenil tetrazolium chloride reacciona al ion de hidrogeno para formar trifenilformazan rojo; los iones hidrogeno se producen solamente en áreas de la semilla donde las enzimas de hidrogenasa están activas, tiñéndose de rojo, además, no se debe permitir que la luz llegue a la prueba puesto que la solución no es estable ante la iluminación (CATIE, 1999).

2.4 PROPAGACION Y MANEJO DE ESPECIES FORESTALES EN VIVERO

2.4.1 Producción de plántulas. La producción de plántulas en vivero ha sido dividida en dos tipos, la primera es el cultivo a raíz desnuda, es decir en camas de crecimiento (camellones) y la segunda en envases de crecimiento (utilizando recipientes de gran variedad de materiales y dimensiones); se pueden iniciar por medio de la siembra directa de las semillas u obteniendo las plántulas por medio de almácigos (semilleros), para posteriormente trasplantarlas (Alonso *et al.*, 1997).

2.4.2 Manejo de semillas. Las semillas deben recolectarse cuando los frutos están maduros, algunas pueden juntarse directamente del suelo, pero no se tiene la seguridad de que pertenezcan al árbol elegido, a diferencia de otros es necesario juntar los frutos del árbol, antes de que se abran y se dispersen todas las semillas, seguido se deben separar las semillas y ponerse a secar a la sombra antes de almacenarlas, algunas semillas no deben permanecer largo tiempo almacenadas ya que después no germinan (pierden la viabilidad); antes de sembrar, ciertas semillas necesitan un tratamiento para despertar, algunos de los tratamientos más usados en vivero son remojo en agua tibia dejándola enfriar y sacándolas a las 8 o 12 horas; lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro, todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine, la siembra en almácigos se usa cuando la semilla es muy chica, o de mala calidad (mal conservada, vieja, etc.), porque no se sabe bien cuántas van a germinar, después de que las plantitas tienen cierta altura, hay que trasplantarlas a las bolsas (Navall, 1994).

2.5 GERMINACIÓN Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS

La anatomía de una semilla, consiste esencialmente en una pequeña planta encapsulada dentro de una cubierta más o menos resistente y provista de los alimentos orgánicos necesarios para comenzar a crecer, generalmente son almidones o grasas y proteínas, la gran mayoría de las semillas contienen muy poca agua, así que necesitan un medio externo húmedo para hidratarse y aumentar su volumen antes de que se inicie la germinación, este proceso se inicia cuando el agua penetra al interior de las células embrionarias que entonces aumentan de volumen y algunas veces se alargan, perdiendo su forma isodiamétrica para adquirir una forma cilíndrica o prismática; el crecimiento en longitud que esto ocasiona en el embrión, hace que la raíz, posteriormente el tallo y en ocasiones las hojas embrionarias salgan de la semilla, o de lo que de ella queda, terminando así la germinación e iniciándose el crecimiento de la nueva planta ocupando el suelo y el aire (Vázquez, 1997).

2.5.1 Latencia y germinación de las semillas. El estado de dormición, latencia o letargo es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para su germinación (Varela, 2011).

2.5.2 Tratamientos pre-germinativos. Son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas que no son capaces de germinar, sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (Donoso, 1993; Arnold, 1996). El tratamiento pre-germinativo depende de la dureza de la testa y de latencia de las semillas, de acuerdo a lo anterior estos son algunos tratamientos más conocidos, remojo de las semillas en agua a temperatura ambiente, semillas sumergidas en agua caliente, y luego remojadas en agua a temperatura ambiente (26°C); escarificación de las semillas con papel de lija y escarificación con ácido sulfúrico (Sánchez *et al.*, 2006; Sañudo *et al.*, 2009).

2.6 DESEMPEÑO DE LAS PLANTAS

Comportamiento (altura, porcentaje vitalidad y estado fitosanitario) de las plantas en vivero o en el sitio de establecimiento durante un periodo evaluado.

2.6.1 Calidad y vitalidad. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar al ataque de depredadores y enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad, gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo; así las plantas tendrán mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo (Vázquez *et al.*, 1997).

2.6.2 Fertilizante. Los fertilizantes son materiales de tipo orgánico e inorgánico que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo (Ramírez, 2006). El requerimiento nutricional de las especies está definido por la especie y difiere entre variedades de una misma especie, de acuerdo a su nivel de producción, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y fertilidad de los suelos, características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural (Chávez *et al.*, 2002)

2.6.2.1 Fosfato de Amonio Di Básico (dap). 18-46-0 es el fertilizante complejo con más alto contenido de nutrientes por unidad de peso, con disponibilidad

conjunta de nitrógeno y fósforo en una sola aplicación, con un elevado contenido de nutrientes es adecuado para aplicaciones directas, la efectividad del dap puede variar bajo las condiciones particulares de cada suelo de cultivo, se aprecia un efecto positivo del amonio sobre el aprovechamiento del fósforo, es un fertilizante muy apropiado como fuente de nitrógeno y fósforo en suelos bien abastecidos con potasio (Fertico, 2011).

2.6.2.2 Compost. Se entiende como tal, al producto resultante de la transformación biológica, mediante microorganismos, del material orgánico procedente de distintas fuentes tales como estiércol, residuos de cultivos, hojarasca de bosques y material leñoso, componentes orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos (restos de la preparación de comidas, papeles, cartones, residuos de podas y jardín, flores muertas, entre otros) y lodos provenientes de plantas depuradoras de aguas residuales (Del Val, 1997). Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico, este uso adecuado del compost, contribuye a formar y a estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos y mejorando su manejabilidad (Álvarez, 1998).

3. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la ciudad de Popayán, Departamento del Cauca, los experimentos fueron desarrollados en el vivero forestal los Robles ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, cuenta con una temperatura promedio de 14°C y su altitud media es de 1805 m sobre el nivel del mar. Las semillas para los ensayos fueron colectadas en las zonas periurbanas de Popayán (veredas la Rejoja y Clarete), y dentro de la misma ciudad.

3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO

La investigación se llevó a cabo en cuatro momentos, iniciando con la valoración de las semillas en laboratorio, seguido de las pruebas de germinación, evaluación del crecimiento y finalmente el análisis de los resultados.

3.2.1 Selección de árboles semilleros. Para la selección de árboles semilleros se hizo un recorrido en la ciudad y la periferia buscando árboles que estuvieran en etapa de producción de semillas. Se registraron variables dasométricas tales como altura total y diámetro a la altura del pecho (dap). El estado fitosanitario se estratifico en, 1 (sano), 2 (enfermo) En el cuadro 1 se relacionan los árboles semilleros que fueron utilizadas en los experimentos y pruebas de laboratorio.

Cuadro 1. Arboles semilleros utilizadas en las pruebas de laboratorio y experimentos en vivero, para tres especies forestales.

Especies	Árbol semillero	Altura Total (m)	COORDENADAS		Estado Fitosanitario	DAP (cm)			DAP Total (cm)	# de tallos
			N	W		1	2	3		
<i>M. guianensis</i>	1	5	2°32'19,8"	76°36'27,6"	1	29,5	21,7	34,7	28,63	3
	2	10	2°32'27,8"	76°36'27,6"	1	85			85	1
	3	9	2°30'45,3"	76°32'30,5"	2	80			80	1
<i>Clethra sp.</i>	1	7	2°30'53,1"	76°32'38,2"	1	56			56	1
	2	5	2°30'16,8"	76°32'06,8"	1	49,5			49,5	1
	3	5	2°30'11,2"	76°32'03,0"	1	43			43	1
<i>T. Crysantha</i>	1	15	2°28'16,5"	76°35'17,8"	1	1,8	1,76		1,78	2
	2	8	2°27'3,9"	76°36'59"	1	88			88	1
	3	10	2°27'05,4"	76°36'55,3"	2	99			99	1

3.2.2 Evaluación de semillas en laboratorio. Una vez colectadas las semillas de las tres especies fueron llevadas al laboratorio de semillas de la Facultad De Ciencias Agropecuarias De La Universidad Del Cauca, donde fueron previamente valoradas con base a la norma ISTA, determinando su pureza, peso, contenido de humedad y viabilidad, para hacer las pruebas se seleccionaron 2500 semillas, en la prueba de pureza se clasificó la muestra de trabajo entre semilla pura y material inerte; para determinar el cálculo del número de semillas por kg se escogieron 1000 semillas de la muestra total, y se pesaron en la balanza analítica 8 repeticiones al azar de 100 semillas, para comprobar el contenido de humedad de las tres especies se escogieron al azar algunas semillas de la muestra total, las semillas de *M. guianensis* y *Clethra sp.* se trituraron (2 gr), las muestras de las tres especies, se pesaron antes y después de llevarlas a la cámara de secado, en la prueba de viabilidad se seleccionaron 100 semillas de la muestra total las semillas de *M. guianensis* y *Clethra sp.* se escarificaron manualmente, posteriormente se dejaron en una caja de Petri por 24 horas en una solución de tetrazolium.

3.3 EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE LAS TRES ESPECIES EN VIVERO

La evaluación de los requerimientos para la germinación de las semillas de las tres especies así como la evaluación de los arboles semilleros en vivero, se hizo mediante el montaje de tres experimentos (uno por cada especie). Para el estudio de las especies *M. guianensis* y *Clethra sp.*, se implementaron diseños en bloques al azar con arreglo en cuadrado latino, con tres factores de variación consistentes en tratamiento pre-germinativo (T); sustrato (S) y árbol semillero (F) (Cuadro 2). Para *T. chrysantha* se implementó un diseño en bloques al azar, en el cual los bloques correspondieron a los sustratos (S) y los tratamientos fueron los árboles semilleros (F) (Cuadro 3). Las variables de respuesta en todos los casos fueron el porcentaje de germinación, tiempo de emergencia, altura al repique, tiempo de crecimiento y vitalidad (1: sano, 2: enfermo y 3: muerto), esta variable se registró una vez cada quince días.

Cuadro 2. Niveles de los factores de variación de las especies Cucharó (*M. guianensis*) y Aguacatillo (*Clethra sp.*).

FACTORES DE VARIACION	<i>M. guianensis</i>			<i>Clethra sp.</i>		
	NIVELES			NIVELES		
Tratamientos pre-germinativos (T)	Testigo	Hipoclorito	Inmersión en agua a 100 °C	Testigo	Hipoclorito	Inmersión en agua durante 48 horas
Sustrato (S)	Tierra + arena	Arena	Tierra	Tierra + arena	Arena	Tierra
Árbol semillera (F)	Vía a Totoró	Finca la Rejoya I	Finca la Rejoya II	Vía a Totoról	Vía a Totoró II	Vía a Totoró III

Cuadro 3. Niveles de los factores de variación de la especie *T. chrysantha*.

<i>T. chrysantha</i>			
FACTORES DE VARIACION	NIVELES		
Sustrato (S)	Tierra + arena	Arena	Tierra
Árbol semillero (F)	Árbol I	Árbol II	Árbol III

Los tratamientos pre-germinativos elegidos para las especies *M. guianensis* y *Clethra sp.*, se escogieron por recomendación del director de tesis y fueron inmersión en hipoclorito al 3% por 60 minutos, choque térmico (inmersión en agua primero a 100 °C, y luego a 3°C, cada una en un tiempo de 20 minutos y se realizó una inmersión final en agua a temperatura ambiente por 24 horas) y testigo; para *Clethra sp.*, inmersión en agua a temperatura ambiente por 48 horas, inmersión en hipoclorito al 3% por 60 min y testigo.

3.4 EVALUACION DEL DESARROLLO DE LAS TRES ESPECIES EN ETAPA DE CRECIMIENTO

Para la etapa de crecimiento y desarrollo en el vivero los Robles de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, se implementaron tres experimentos (uno para cada especie) el diseño aplicado fue en bloques con arreglo en cuadrado latino; los factores de variación considerados fueron árbol semillero (Fs), el tamaño del contenedor (bolsa plástica) (B) y formula de fertilización (Ff); las variables de respuesta fueron la vitalidad, la altura y el número de hojas (Cuadro 4). Para seleccionar las plántulas en esta etapa, se tuvo en cuenta que las plantas tuvieran una altura igual o mayor a 2 cm. Luego del repique las plántulas se dejaron por dos semanas bajo sombra, con el fin de que las especies se adaptaran al medio. El sustrato utilizado fue el mismo para los tres experimentos (tierra70% + aserrín 30%).

Cuadro 4. Diseño en bloques con arreglo en cuadrado latino para las especies *M. guianensis*, *Clethra sp* y *T. chrysantha*.

Ff1 – B1 – Fs1	Ff2 – B2 – Fs2	Ff3 – B3 – Fs3
Ff2 – B2 – Fs2	Ff3 – B3 – Fs3	Ff1 – B1 – Fs1
Ff3 – B3 – Fs3	Ff1 – B1 – Fs1	Ff2 – B2 – Fs2

Los tamaños de bolsa utilizados fueron, grande (30*21 cm), mediana (21*14 cm), y pequeña (4x12 pul), las fórmulas de fertilización fueron Fosfato de Amonio Di Básico (dap) (2 gr), (50 gr) de manto de hojarasca de roble (procedente del bosque de robledal, ubicado en la vía Totoró) y testigo.

En cada unidad muestral se ubicaron 60 plántulas. Para las tres especies, el registro de la altura se tomó una vez por semana durante un período de 2 meses, el número de hojas se registró 2 veces por mes, al igual que la vitalidad la cual fue evaluada y clasificada de acuerdo a su apariencia (1 bueno, 2 regular, 3 muerto). El material experimental de las especies *M. guianensis* y *Clethra sp.* estuvo bajo sombra artificial (poli-sombra al 48%), la especie *T. chrysantha* se dejó a plena exposición. Las tres especies fueron regadas frecuentemente durante este periodo.

3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con los datos registrados durante la investigación se elaboraron bases de datos en Excel, gráficos y tablas, las estadísticas descriptivas y las pruebas como análisis de varianza se realizaron en el programa estadístico SPSS, se elaboraron curvas de crecimiento para las tres especies bajo diferentes tratamientos.

4. RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DEL CUCHARO (*M. guianensis*)

4.1.1 Pruebas de laboratorio. Los resultados obtenidos, para los tres árboles evaluados indican que las semillas presentan un alto contenido de pureza, lo que sugiere un buen rendimiento de las plantas en vivero. La prueba de peso de 1000 semillas mostró que el árbol semillero 1 presento menor calidad. En la prueba de contenido de humedad los valores obtenidos mostraron que las semillas son recalcitrantes. Finalmente en la prueba de viabilidad con tetrazolium se encontró que en las tres muestras de semillas un gran porcentaje de radículas y cotiledones se tiñeron de color morado, es decir que las muestras fueron viables, (ver cuadro 5)

Cuadro 5. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie Cucharó (*M. guianensis*)

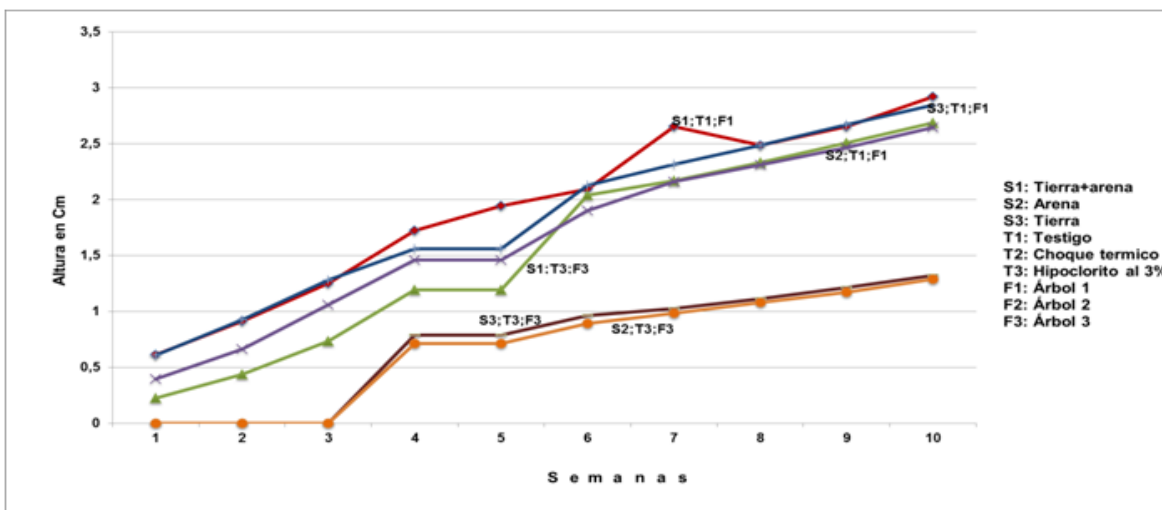
Árbol semillero	PUREZA %	PESO DE 1000 SEMILLAS (gr)	C.HUMEDAD %	VIABILIDAD %
Finca la rejoya I	77,30	1,30	19,28	80
Finca la rejoya II	83,30	2,10	25,82	60
Vía a Totoró	69,90	2,20	23,20	80

4.1.2 Germinación. El mayor porcentaje de germinación obtenido fue del 80.90% con un tiempo de emergencia de 41.97 días, el tiempo al repique de las plántulas fue de 103 días, alcanzando una altura promedio de 2.92 cm en la cama de germinación y presentando una altura promedio al repique de 2.98 cm, siendo el menor tiempo y la mayor altura alcanzada en el sustrato tierra + arena, tratamiento pre-germinativo testigo y la árbol semillero 1. En el cuadro 6 y la figura 1 se muestran los resultados de germinación.

Cuadro 6. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Cucharó (*M. guianensis*)

No	Sustrato	Tratamiento	Árbol semillero	% Germinacion	Tiempo de emergencia (días)	Tiempo al repique (días)	Altura al repique (cm)	Velocidad de crecimiento (días)	Vitalidad
1	Tierra+arena	1	1	80,90	41,97	103	2,98	2,31	1,37
2	Tierra+arena	2	2	0	0	0	0	0	0
3	Tierra+arena	3	3	35,32	46,58	103,37	0,63	2,46	1,17
4	Arena	1	1	60,70	48,42	104	0,63	2,25	1,33
5	Arena	2	2	0	0	0	0	0	0
6	Arena	3	3	15,35	36,65	104,80	2	1,29	1,33
7	Tierra	1	1	80,90	42,80	105,70	2,83	2,24	1,33
8	Tierra	2	2	10	5,82	106	0,73	0,35	1,3
9	Tierra	3	3	13,32	36,65	106	2,05	1,32	1,27

Figura 1. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y árbol semillero (F) de la especie Cucharero (*M. guianensis*)



Se encontró que la altura en las primeras semanas presento diferencias significativas en el sustrato (1) tierra + arena, tratamiento (1) testigo y en el árbol semillero 1. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para el tiempo de emergencia los resultados mostraron diferencias significativas de 0,007, entre los tres tratamientos y los tres árboles semilleros, mientras que los sustratos tierra + arena y de arena, mostraron una diferencia significancia de 0,01 durante el periodo evaluado. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Con respecto a la velocidad de crecimiento los resultados mostraron diferencias significativas de 0,004 entre los tratamientos y entre los árboles semilleros, mientras que solo se presentó diferencias significativas de 0,02 en el sustrato tierra + arena, para el periodo evaluado. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Finalmente se encontró que las variables tiempo de repique y altura de repique se comportaron igual presentando diferencias significativas de 0,00 entre los diferentes sustratos, los tratamientos y los árboles semilleros. Además se encontró que la vitalidad presento diferencias significativas en el sustrato tierra, en el tratamiento con choque térmico y en el árbol semillero 2, durante el periodo evaluado. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

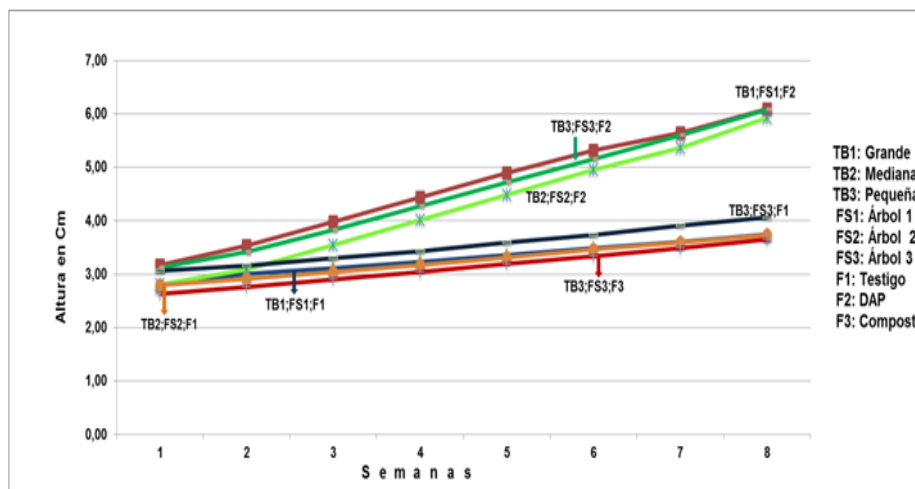
4.1.3 Crecimiento. El mayor promedio en altura fue de 6,10 cm, con un promedio de número de hojas de 8,13, siendo el mejor fertilizante dap, el árbol semillero 1 y

la bolsa grande. Las plántulas con mejor vitalidad se presentaron en el árbol 1 y fertilizante dap, por ser un fertilizante con elevado contenido de nutrientes, las plántulas presentaron una apariencia vigorosa, reflejada en el color verdoso de las hojas y el acelerado crecimiento, ver cuadro 7 y figura 2.

Cuadro 7. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Cucharó (*M. guianensis*)

Bolsa	Árbol semillero	Fertilizante	#Hojas 1	#Hojas 3	#Hojas 5	#Hojas 7	Vitalidad 1	Vitalidad 3	Vitalidad 5	Vitalidad 7
Grande	1	Compostaje	2,63	3,37	3,98	4,92	1,23	1,40	1,67	1,67
Grande	1	dap	3,02	5,03	6,68	8,13	1,47	1,52	1,05	1,07
Grande	1	Testigo	2,52	3,08	3,68	4,58	1,42	1,52	1,55	1,58
Mediana	2	Compostaje	2,88	3,50	4,20	5,15	1,37	1,43	1,75	1,72
Mediana	2	dap	2,78	4,67	6,32	7,70	1,52	1,12	1,05	1,10
Mediana	2	Testigo	2,38	2,83	3,47	4,48	1,47	1,52	1,67	1,62
Pequeña	3	Compostaje	2,58	3,08	3,76	4,73	1,47	1,55	1,57	1,58
Pequeña	3	dap	3,10	5,23	6,73	8,03	1,57	1,48	1,12	1,10
Pequeña	3	Testigo	2,82	3,37	4,17	5,12	1,42	1,53	1,60	1,58

Figura 2. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie Cucharó (*M. guianensis*)



Se encontró que la variable altura en las primeras tres semanas presentó diferencias significativas de 0,006 entre los niveles sugeridos para los tres factores evaluados (árbol semillero, tamaño de bolsa y fertilizante) y para las interacciones de los mismos. Con un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Además, se encontró diferencias significativas de 0,000 en las últimas cuatro semanas para los factores de variación, tamaño de bolsa y fórmula de fertilización, finalmente los resultados mostraron diferencias significativas de 0,001 en el árbol semillero 2 en las primeras semanas. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para la variable número de hojas se presentó diferencias significativas de 0,045 entre los niveles sugeridos para los tres factores evaluados (árbol semillero, tamaño de bolsa y fertilizante) y para las interacciones de los mismos, en las primeras semanas. Con un nivel de significancia $\alpha=0.05$. También se encontró diferencias significativas en el tamaño de bolsa mediana para todas las semanas, y de igual forma para el factor de variación fertilizante dap, además se encontró que en el factor árbol semillero no hubo ninguna diferencia, asimismo en la variable vitalidad no se encontró diferencia entre los tamaños de bolsa, y los árboles semilleros, finalmente se encontró diferencias únicamente en el fertilizante dap, en todas las semanas. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

4.2 EVALUACIÓN DEL GUAYACÁN AMARILLO (*T. chrysantha*)

4.2.1 Pruebas de laboratorio. Los resultados obtenidos, para los tres árboles evaluados indican que las semillas presentan un alto contenido de pureza. Lo que sugiere un buen rendimiento de las plantas en vivero. La prueba de peso de 1000 semillas mostró que el árbol semillero 1 es el que presenta la menor calidad, además en la prueba de contenido de humedad los valores obtenidos mostraron que las semillas son recalcitrantes. Finalmente en la prueba de viabilidad con tetrazolium se encontró que los tres segmentos de semillas pertenecientes a los árboles semilleros presentaron tinción en un gran porcentaje de la radícula y el cotiledón, es decir que las muestras fueron viables, ver cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie Guayacán amarillo (*T. chrysantha*)

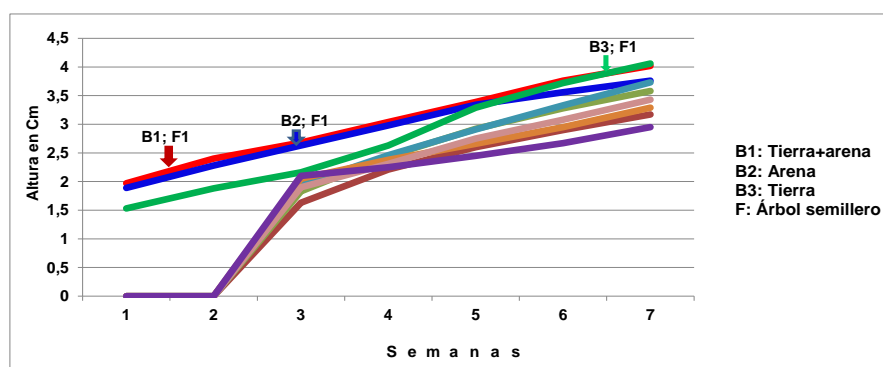
Árbol semillero	PUREZA %	PESO DE 1000 SEMILLAS (gr)	C.HUMEDAD %	VIABILIDAD %
Árbol I	95,81	21,81	53,5	55
Árbol II	64,06	0,02	26,09	50
Árbol III	63	0,02	27,21	75

4.2.2 Germinación. El mayor porcentaje de germinación se presentó en el sustrato tierra y el árbol semillero 3 con un porcentaje de 70%, el mejor promedio en tiempo de emergencia fue 20.5 días, el tiempo al repique de las plántulas fue de 102 días, alcanzando una altura promedio de 4.62 cm, siendo el menor tiempo y la mayor altura la alcanzada en el sustrato tierra + arena. La mayor velocidad de crecimiento se dio en el árbol semillero 3 y en el sustrato arena + tierra, finalmente las plántulas con mejor vitalidad fueron las de el árbol semillero 1 con un promedio de 1.2. En el cuadro 9 y la figura 3 se muestran los resultados de germinación.

Cuadro 9. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Guayacán amarillo (*T. chrysantha*.)

No	Bloque	Árbol semillero	% Germinación	Tiempo de emergencia (días)	Tiempo al repique (días)	Altura al repique (cm)	Velocidad de crecimiento (días)	Vitalidad
1	Arena+tierra	1	16,0%	19,8	102	4,62	2,05	1,2
2	Arena+tierra	2	44,0%	19,3	103	4,47	1,87	1,4
3	Arena+tierra	3	47,0%	20,4	104	4,89	2,24	1,4
4	Arena	1	34,0%	20,4	102	3,95	1,54	1,6
5	Arena	2	64,0%	20,5	103	4,46	1,79	1,6
6	Arena	3	69,0%	20,5	104	4,16	1,53	1,5
7	Tierra	1	16,0%	20,1	102	4,23	1,75	1,1
8	Tierra	2	45,0%	20	103	4,04	1,24	1,4
9	Tierra	3	70,0%	20	104	3,72	0,85	1,4

Figura 3. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y árbol semillero (F) de la especie Guayacán amarillo (*T. chrysantha*)



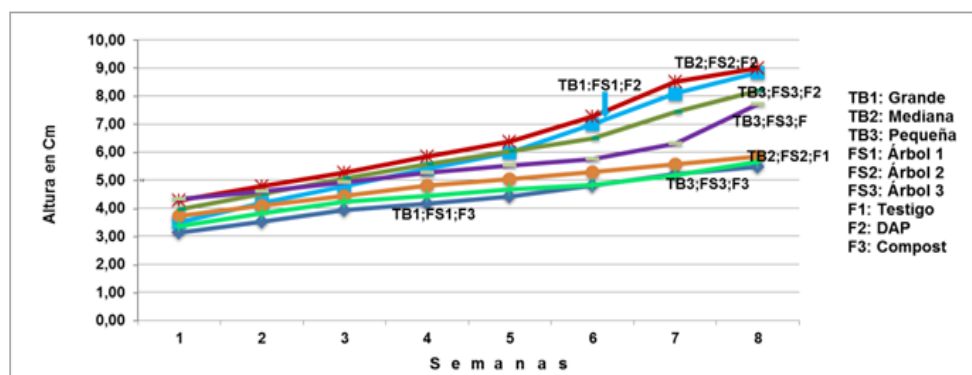
Se encontró que la variable altura en el transcurso del ensayo presentó diferencias significativas de 0,022 en el árbol semillero 1, así mismo en las dos primeras semanas se encontró diferencias en el bloque tierra. También se obtuvo que para las variables vitalidad y tiempo de emergencia no se presentó diferencia alguna en los bloques ni en los árboles semilleros. Con respecto a la altura de repique no se encontró diferencias en el bloque y el árbol semillero 1 presentó diferencias, además se encontró diferencias significativas de 0,01 en la variable velocidad de crecimiento en todos los bloques, y no se encontró diferencia alguna en los árboles durante el periodo evaluado. Con un nivel de significancia $\alpha=0,05$

4.2.3 Crecimiento. El mejor promedio en altura fue 8.98 cm, con un promedio de número de hojas de 14.73, siendo el mejor fertilizante dap, el árbol semillero 2 y la bolsa mediana. Las plántulas con mejor vitalidad se presentaron en el árbol semillero 1 y fertilizante dap, por ser un fertilizante con elevado contenido de nutrientes, con disponibilidad conjunta de nitrógeno y fósforo en una sola aplicación, ver cuadro 10 y figura 4.

Cuadro 10. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Guayacán amarillo (*T. chrysantha*.)

Bolsa	Árbol	Fertilizante	# Hojas 1	# Hojas 3	# Hojas 5	# Hojas 7	Vitalidad 1	Vitalidad 3	Vitalidad 5	Vitalidad 7
Grande	1	Compostaje	3,73	4,40	5,80	7,53	1,12	1,32	1,70	1,92
Grande	1	dap	4,63	7,00	9,92	13,92	1,08	1,12	1,02	1,00
Grande	1	Testigo	3,88	4,98	6,50	7,93	1,18	1,27	1,60	1,92
Mediana	2	Compostaje	4,45	5,77	7,20	8,73	1,25	1,35	1,68	1,17
Mediana	2	dap	4,57	6,93	10,15	14,73	1,07	1,13	1,13	1,12
Mediana	2	Testigo	3,86	5,27	6,92	8,41	1,22	1,30	1,88	1,93
Pequeña	3	Compostaje	4,45	5,87	7,46	8,90	1,22	1,38	1,83	1,88
Pequeña	3	dap	4,28	6,90	9,59	14,28	1,05	1,08	1,08	1,08
Pequeña	3	Testigo	3,37	3,37	5,83	7,20	8,07	1,13	1,33	1,93

Figura 4. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie Guayacán amarillo (*T. chrysantha*.)



Se encontró que la variable altura en las primeras semanas presentó diferencias significativas de 0,011 para tamaño de bolsa, el fertilizante compostaje y el árbol semillero 1, además se encontró que para el número de hojas en las primeras semanas hubo diferencias significativas en el tamaño de bolsa pequeña, también en la fórmula de fertilización se encontró diferencias significativas en las semanas evaluadas, además no se encontró diferencia alguna en los árboles semilleros en las últimas semanas. Para la variable vitalidad no se presentó diferencias en el tamaño de bolsa durante el ensayo ni en el árbol semillero, en el transcurso de las primeras semanas, finalmente se presentó diferencias significativas de 0,008 en la fórmula de fertilización dap. Con un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

4.3 EVALUACIÓN DEL AGUACATILLO (*Clethra sp.*)

4.3.1 Pruebas de laboratorio. Los resultados obtenidos, para los tres árboles evaluados indican que las semillas presentan un alto contenido de pureza, Lo que sugiere un buen rendimiento de las plantas en vivero. La prueba de peso de 1000 semillas mostró que el árbol semillero 1 es el que presenta la menor calidad, en la prueba de contenido de humedad los valores obtenidos mostraron que las semillas son recalcitrantes. Finalmente en la prueba de viabilidad con tetrazolium se presentó un gran porcentaje de tinción en las radículas y cotiledones, es decir que las muestras fueron viables, ver cuadro 11.

Cuadro 11. Resultados de pruebas de laboratorio de la especie Aguacatillo (*Clethra sp.*)

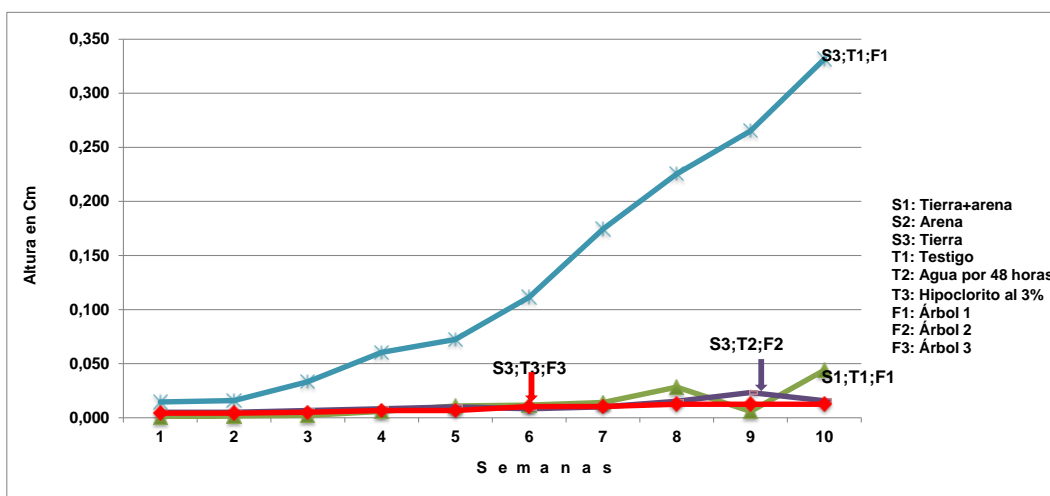
Árbol semillero	PUREZA %	PESO DE 800 SEMILLAS (gr)	C. HUMEDAD %	VIABILIDAD %
Árbol I	65.50	3,51	20.82	78
Árbol II	60.90	2,55	18.33	70
Árbol III	63.30	2,32	25.52	75

4.3.2 Germinación. El mayor porcentaje de germinación se presentó en el sustrato tierra y el árbol semillero 1 con un porcentaje de 52%, el mejor promedio en tiempo de emergencia fue 95,37, el tiempo al repique de las plántulas fue de 67,5 días, alcanzando una altura promedio de 0,33 cm, siendo el menor tiempo y la mayor altura la alcanzada en el sustrato tierra. La mayor velocidad de crecimiento se dio en el árbol semillero y tratamiento 1, finalmente las plántulas con mejor vitalidad fueron las del árbol semillero, sustrato y tratamiento 3 con un promedio de 0.23 (los ceros significa que en esas unidades muestrales no germino ni una semilla). En el cuadro 12 y la figura 5 se muestran los resultados de germinación.

Cuadro 12. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Aguacatillo (*Clethra sp.*)

Sustrato	Tratamiento	Árbol semillero	% Germinacion	Tiempo de emergencia (días)	Tiempo al repique (días)	Altura al repique (cm)	Velocidad de crecimiento (cm)	Vitalidad
Tierra+arena	1	1	22	42,82	135	0,05	0,04	0,87
Tierra+arena	2	2	0	0	0	0	0	0
Tierra+arena	3	3	0	0	0	0	0	0
Arena	1	1	0	0	0	0	0	0
Arena	2	2	0	0	0	0	0	0
Arena	3	3	0	0	0	0	0	0
Tierra	1	1	52	95,37	135	0,33	0,32	1,2
Tierra	2	2	9	56,28	67,5	0,03	0,01	0,33
Tierra	3	3	7	17,37	67,5	0,01	0,01	0,23

Figura 5. Comportamiento de la altura con relación al sustrato (S), tratamiento (T) y árbol semillero (F) de la especie Aguacatillo (*Clethra sp*)



Se encontró que la variable altura durante el periodo evaluado presento diferencias significativas en el sustrato tierra, además se obtuvo diferencias en el tratamiento testigo y en el árbol semillero 1 en las seis últimas semanas. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para el tiempo de emergencia los resultados mostraron diferencias significativas de 0,004 entre los tres tratamientos y las tres f. semilleras, mientras que el sustrato que presento significancia de 0,01 fue tierra, durante el periodo evaluado. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Con respecto a la velocidad de crecimiento y altura de repique los resultados mostraron diferencia de 0,005 en el tratamiento testigo y el árbol semillero 1, mientras que el sustrato tierra se comportó diferente respecto a los otros. Finalmente en las variables tiempo de repique y velocidad de crecimiento se encontró diferencias significativas de 0,001 en los diferentes sustratos, además los resultados mostraron diferencias en el tratamiento testigo y el árbol semillero 1. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

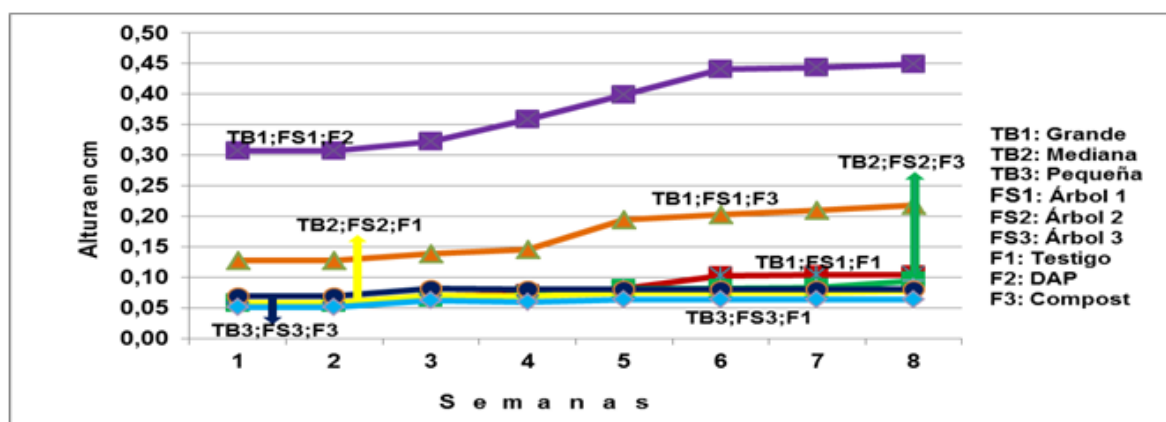
Finalmente se encontró que la variable vitalidad presento diferencias significativas de 0,000 en los diferentes sustratos, también se encontró diferencias en el tratamiento testigo y el árbol semillero 1 durante el periodo de ensayo. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

4.3.3 Crecimiento. El mayor promedio en altura fue de 0.45 cm, con un promedio de número de hojas de 0.36, siendo el mejor fertilizante dap, el árbol semillero 1 y la bolsa grande. Las plántulas con mejor vitalidad se presentaron en el árbol semillero 1 y fertilizante dap por ser un fertilizante con elevado contenido de nutrientes, con disponibilidad conjunta de nitrógeno y fósforo en una sola aplicación, ver cuadro 12 y figura 6.

Cuadro 13. Factores de variación y variables de respuesta de la especie Aguacatillo (*Clethra sp.*)

Bolsa	Árbol semillero	Fertilizante	#Hojas 1	#Hojas 3	#Hojas 5	#Hojas 7	Vitalidad 1	Vitalidad 3	Vitalidad 5	Vitalidad 7
Grande	1	Compostaje	0,13	0,13	0,14	0,15	0,19	0,20	0,21	0,22
Grande	1	dap	0,31	0,31	0,32	0,36	0,40	0,44	0,44	0,45
Grande	1	Testigo	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,10	0,10
Mediana	2	Compostaje	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09
Mediana	2	dap	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
Mediana	2	Testigo	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
Pequeña	3	Compostaje	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08
Pequeña	3	dap	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Pequeña	3	Testigo	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Figura 6. Comportamiento de la altura con relación al tamaño de bolsa, árbol semillero y fórmula de fertilización de la especie Aguacatillo (*Clethra sp.*)



Se encontró que la variable altura durante el período de ensayo no presentó diferencias significativas para el factor de variación tamaño de bolsa. Además, se encontró diferencias significativas en el fertilizante compostaje, y en el árbol semillero testigo. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Para el número de hojas no se encontró diferencia alguna en el factor tamaño de bolsa, también se encontró diferencias significativas de 0,01 en el fertilizante compostaje y el árbol semillero 1. Con respecto a la vitalidad los resultados no mostraron diferencias en el tamaño de bolsa, también se presentó que el

fertilizante compostaje y el árbol semillero 2 se comportaron diferente respecto a los otros niveles. Con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

4.4 DISCUSIÓN

La selección de los árboles semilleros se hizo teniendo en cuenta principalmente el periodo de fructificación en que se encontraban, teniendo poco en cuenta las características fenotípicas de árboles óptimos, que recomienda la literatura según Smith (1986), citado por Fredericksen (2003), aparte de las consideraciones específicas para cada especie, la selección de los árboles más aptos de la población de cualquier especie es un aspecto importante en la planificación para conservar árboles semilleros e indica que éstos deberán ser altos y tener copa grande y densa, a fin de maximizar la dispersión y producción de semillas. Los árboles semilleros no deberán ser árboles débiles o estar inclinados, de modo que su producción se prolongue por varios años.

A pesar de que la germinación de *Myrsine guianensis* fue más rápida y efectiva sin la aplicación de tratamientos pre germinativos (32 días y 80.9% respectivamente), este tiempo se puede reducir, pero, para ello se hace necesario aplicar un tratamiento mecánico o químico que permita eliminar la capa exterior que impide que este proceso sea rápido y efectivo tal como el tratamiento de escarificación mecánica (semillas colocadas en un tambor forrado con lija No. 80, movimientos rotativos durante un tiempo de 20 min.) citado por Garay *et al.*, 2010 siendo uno de los más exitosos en cuanto a la velocidad de germinación iniciando los primeros 14 días del ensayo con valores superiores al 70%. Este es uno de los principales elementos a tener en cuenta en la propagación de especies forestales para acelerar el proceso de germinación, principalmente en aquellas semillas que presentan testa dura y una sustancia mucilagosa, dentro de las cuales se clasifica esta especie.

En la especie *Clethra sp.* la germinación fue más rápida y efectiva sin la aplicación de tratamientos pre germinativos (95 días y 52% respectivamente).

Para la especie *Tabebuia chrysantha* no se empleó ningún tratamiento pre-germinativo, ya que esta pertenece a las especies cuyas semillas son dispersadas por el viento y su germinación ocurre inmediatamente después de la dispersión, tan pronto comienzan las lluvias, así se ratifica en lo expuesto por García y Azócar (2004). La mayor viabilidad fue de 75%, viéndose reflejado en la etapa de germinación con un mínimo tiempo de 19 días y un mayor porcentaje de 70.

Respecto a los resultados obtenidos en el contenido de humedad las semillas de las tres especies se clasifican como recalcitrantes, ya que este tipo de semillas no toleran la desecación, y usualmente mueren si su contenido de humedad baja de 25 - 30 %, según Cardona (2006)

Por otro lado el tiempo de germinación fue mejor en el sustrato tierra + arena, para la especie *Myrsine guianensis*, porque el sustrato facilita el enraizamiento y el buen drenaje, siendo un factor importante para el desarrollo de la semilla, a pesar de que el sustrato carece de humedad, además, se obtuvo los mayores porcentajes de germinación en el sustrato tierra para las especies *Clethra sp.* y *Tabebuia chrysantha* con porcentajes de 52% y 70% respectivamente, esto se dio probablemente por la retención de humedad que le proporcionan a las semillas, aunque el sustrato ideal para la producción de plántulas en vivero sería un suelo franco, es decir un suelo suelto, ni muy arcilloso, ni muy arenoso, en donde las raíces puedan desarrollarse con facilidad (Darwin, 2005).

El porcentaje de germinación fue bajo o nulo en algunas de las unidades muestrales, posiblemente a la presencia de depredadores y malas hiervas (arvenses), que pudieron afectar su ritmo de crecimiento, al competir con ellas por agua, luz y nutrientes, citado por Vázquez, 1997.

En la etapa de trasplante de las tres especies, algunas plántulas murieron a causa de un inadecuado manejo, ya que durante el proceso las raíces fueron expuestas al sol del mediodía y al viento, siendo una desventaja en la obtención de material, para la etapa de crecimiento, lo aconsejable por Navall, 1994 es realizar este proceso en horas de la tarde para que las plántulas se recuperen en la noche.

En la etapa de crecimiento durante los dos meses, las mayores alturas se dieron en el tamaño de bolsa grande (1), fórmula de fertilización dap (2), para la especie *Myrsine guianensis*, mientras que para *Tabebuia chrysantha* y *Clethra sp.* los resultados mostraron una mayor altura en el tamaño de bolsa mediana (2) y fertilizante dap, los elementos que contiene dicho fertilizante hacen parte de los requerimientos esenciales de las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, llamados macronutrientes y, en menor cantidad, los micronutrientes: zinc, hierro, cloro, boro, cobre, manganeso y molibdeno. Además, el 95% del peso seco de las plantas está compuesto por carbono, oxígeno e hidrógeno, considerados como elementos que abundan en la naturaleza en forma de bióxido de carbono y agua (Quinteros, 2010). Respecto al sustrato tierra + aserrín utilizado en esta etapa según Hartmann y Kester (1998) citado por Reyes *et al.*, 2005 recomiendan usar aserrín de pino mezclado con tierra y añadir nitrógeno en cantidad suficiente para favorecer su descomposición, ya que este

proceso es más lento, además, es necesario que el sustrato cuente con microorganismos que mantengan la fertilidad del suelo, degraden la materia orgánica y aceleren el crecimiento de la planta como lo hacen las rizobacterias (Hernández y Escalona, 2003).

CONCLUSIONES

No fue fácil la escogencia de las fuentes deseables, ya que estas especies no han tenido un manejo adecuado ni un seguimiento, lo que hace imposible conocer aspectos relacionados con su genética.

La especie *Tabebuia chrysantha* presento mayor porcentaje de pureza y alto contenido de humedad con respecto a la dos especies evaluadas.

La especie con el menor tiempo de germinación fue *Tabebuia chrysantha* con un tiempo mínimo de 18 días.

El vivero Los Robles proporciono las condiciones adecuadas de luz necesarias para especies heliófilas, como las evaluadas en este estudio.

Las plántulas en vivero no presentaron ningún tipo de enfermedad, ni plagas que afectaran la vitalidad y crecimiento de las mismas, el riego se efectuó de forma constante en temporada seca y con menos intensidad en época de alta pluviosidad.

Los porcentajes y tiempos de germinación en algunas unidades muestrales de las especies *Myrsine guianensis* y *Tabebuia chrysantha* no fueron los más óptimos debido a que las semillas se almacenaron aproximadamente por un mes, lo cual influyo en la perdida de viabilidad, siendo semillas recalcitrantes.

Las plántulas de las tres especies que mejor se desempeñaron en la etapa de crecimiento fueron las que se les aplico Fosfato de Amonio Di básico (dap).

Este tipo de estudio se hace importante para la investigación de especies nativas, porque no hay suficiente información y son estudios novedosos, cabe decir que son pioneros, la teoría que se encuentra sobre este tema hace referencia a especies más comerciales.

Al tratarse de especies poco estudiadas en el país y aún menos en nuestra región, no fue tan fácil escoger arboles semilleros ya que se seleccionaron inclinándose

más por la época de fructificación y teniendo poco en cuenta las características de un árbol con óptimas condiciones como lo dice la literatura.

Los datos registrados durante el estudio fueron sistematizados con el aplicativo Green DSS, arrojando resultados homogéneos, no correspondientes a la realidad del estudio.

Este tipo de estudio es el inicio y un aporte que servirá como base para ampliar y complementar posteriores investigaciones sobre especies nativas en nuestra región.

El presente estudio aporta conocimiento al sector interesado en uso de especies multipropósito como lo son las empleadas en este estudio.

RECOMENDACIONES

Las semillas de las tres especies deben ser sembradas después de ser cosechadas en el menor tiempo posible, así se evitara pérdida de su viabilidad y se obtendrá un mayor porcentaje de germinación en un periodo corto.

Las semillas de las tres especies evaluadas deben ser sembradas superficialmente, de modo que no queden expuestas al aire o al destape por riego.

Con el fin de garantizar el suficiente crecimiento y desarrollo en la cama de germinación, el repique se debe realizar al cabo de 3 a 4 meses, además durante este proceso las plántulas no se deben exponer al sol, posteriormente se deben dejar bajo sombra por un tiempo de 2 semanas.

Aplicar durante la etapa de crecimiento un fertilizante que contenga macro elementos que le proporcionen un óptimo desarrollo y vitalidad, como lo es el Fosfato de Amonio Di básico (dap).

Utilizar en la fase de germinación un sustrato permeable, que retenga humedad, donde la raíz se pueda desarrollar con facilidad, preferiblemente que sea franco. Y en la etapa de crecimiento se recomienda utilizar un sustrato que contenga microorganismos que mantengan la fertilidad del suelo, degraden la materia orgánica y aceleren el crecimiento de la planta como lo hacen las rizobacterias.

Es importante tener en cuenta este tipo de estudios como aporte e inicio para futuras investigaciones de especies nativas en la meseta de Popayán.

El aplicativo Green DSS tiene falencias en el momento del ingreso de la información ya que no es muy claro, además debería tener una herramienta que permita analizar las especies de forma individual y comparativa.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA R. M. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson. 2001. Ficha técnica. [En línea]. <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Tabebuia%20chrysantha.pdf>

ALONSO, Antonio., CABAÑAS, Gerardo., DE LA FUENTE, Juan., FLORES, Jorge; Ciencia para Todos. Primera edición, 1997, México, D.F. [En línea] http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_2.htm

ÁLVAREZ, J. Manual de Compostaje para la Agricultura Ecológica. Consejería De La Agricultura Y Pesca. 1998 [En línea]. http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/boletin_compostajecompleto.pdf

BURNIE, Geoff & FORRESTER, Sue; Botánica Guía Ilustrada más de 10000 especies de la A a la Z y como cultivarlas. Edición en español. 2006. p. 369

CARDONA, J. Glosario multilingüe de terminología forestal. Colombia marzo 2006

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE. 1997. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nichol. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. No. 23. CATIE, Costa Rica. 2 p. [En línea]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0008s/a0008s23.pdf>

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE, Unidad 3 Recolección y Manejo de Semillas Forestales 1996, Turrialba Costa Rica [En línea] http://books.google.com/books?id=GuANAQAIAAJ&pg=PA146&dq=quercus,+aracarias,+shorea&hl=es&ei=JGDNTcefKIHTgQfdl4W3DA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE/PROYECTO DE SEMILLAS FORESTALES PROSEFOR. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Turrialba. 1999 [En línea].

http://books.google.com.co/books?id=z9UOAQAAIAAJ&pg=PA8&lpg=PA8&dq=ista+semillas+PUREZA&source=bl&ots=XMb_taA-Td&sig=vXQM3_Clh3LC-laEctVFTkV8VWs&hl=es&ei=ULLCTZfGAdHTgQf6_MD6AQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CEYQ6AEwBw#v=onepage&q=ista%20semillas%20PUREZA&f=false

CHÁVEZ, N; BERZOZA, M; CUETO, J; Requerimientos nutricionales y programación de la fertirrigación en hortalizas, Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 9 de Octubre del 2002. [En línea]
<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia09.pdf>

DALZELL, H. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Suelos de la FAO, N° 56. 1991. [En línea].
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Compost.htm>

DAMA. Departamento técnico administrativo del medio ambiente. Fichas técnicas por especie. 2011 [En línea]
<http://www.dama.gov.co/dama/libreria/php/decide.php?patron=03.1305020113&numm=40>

DEL VAL, A. El Libro del Reciclaje. Madrid 1997. [En línea]
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Compost.htm>

DARWIN. Documento del Taller de Manejo de Viveros y Especies Nativas Del Bosque Seco. Guayaquil 2005. [En línea].
http://www.darwinnet.org/docs/manual_viveros_bs.pdf

FERTICO S.A. de C.V. México 2011. [En línea].
<http://www.fertico.com.mx/productos-2011/dap>

FREDERICKSEN, T. Consideraciones para Árboles Semilleros en Bosques Tropicales bajo Manejo en Bolivia. Bolivia 2003. [En línea]
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACW362.pdf

GARAY, Andrea., GUIDO, Anaclara., PIÑEIRO, Verónica., ZARUCKI, Matías. Evaluación de tratamientos pre-germinativos en especies de matorral costero Marzo 2010 [En línea]
<http://cauba.fcien.edu.uy/pdf/Informe-final-CSIC.pdf>

GENTRY, Alwyn. Organización para la Flora Neotrópica. Bignoniaceae - Parte I (*Crescentieae* y *Tourettieae*). Florida. Neotrop. Monogr. 25 (1): 45. *Tabebuia chrysantha* (Árbol Trompeta de Oro). 1980 [En línea].
http://zipcodezoo.com/Plants/T/Tabebuia_chrysantha/

GÓMEZ, W. Fenología, Propagación De Semillas Nativas Forestales Y Establecimiento De Viveros Educativos Y Comerciales Dentro Del Área Del Corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque. Ing. Forestal - U. industrial de Santander “Corredor De Conservación De Robles, Una Estrategia Para La Conservación Y Manejo Forestal En Colombia” Bogotá D.C., Diciembre de 2008. [En línea].
www.natura.org.co/index.php?option=com_docman&task=doc...

GREENFACTS, 2007. Consenso Científico sobre los Recursos Forestales. [En línea].
<http://www.greenfacts.org/es/recursos-forestales/index.htm#6>

HERNÁNDEZ, Luis & ESCALONA, Miguel. Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR. 2003. [En línea].
<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol16num1/articulos/microorganismos/micro.htm>

HERRERA, Jorge., ALIZAGA, Ramiro., GUEVARA, Eric., JIMÉNEZ, Victor. Germinación y Crecimiento de la Planta. Vol. 4. 2006. [En línea]
http://books.google.com.co/books?id=ohoEQYJFq0QC&pg=PA16&dq=semillas+re+calcitrantes+y+ortodoxas&hl=es&ei=p0rNTY6FOsPn0QHfYofzmDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CEUQ6AEwBA#v=onepage&q=semillas%20re+calcitrantes%20y%20ortodoxas&f=false

IBUGANA. Boletín del instituto de botánica. Universidad de Guadalajara, Volumen 13. 2005. [En línea] [http://ibugana.cucba.udg.mx/pdf/ibugana_13\(1\).pdf](http://ibugana.cucba.udg.mx/pdf/ibugana_13(1).pdf)
INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES INRENA. Manual divulgativo de las especies forestales de la Reserva de Biosfera del Noroeste. Tumbes - Perú. 2002. Ficha técnica. [En línea]. http://www.darwinnet.org/e_mes_1.htm

ISTA. International Seed Testing Association. Análisis de semillas 1993. [En línea]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0011S/a0011s03.pdf>

LÓPEZ, R., NAVARRO, J., MONTERO, M., AMAYA, K., RODRÍGUEZ, M. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson. Ficha técnica. Elaborada lunes, 28 mayo 2007. Actualizada miércoles, 13 junio 2007. [En línea]. <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=395&method=displayAAT>

MAGNITSKIY, Stanislav & PLAZA, Guido. Semillas Recalcitrantes. Fisiología De Semillas Recalcitrantes De Árboles Tropicales. Physiology of recalcitrant seeds of tropical trees. Colombia 2007. [En línea]. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/viewFile/14409/15242>

MORALES, Francisco & ALFARO, Evelio. *Clethraformosa* (Clethraceae), una nueva especie de Costa Rica, Anales del Jardín Botánico de Madrid Vol. 63(1): 35-39, Enero-Junio 2006. Madrid España. [En línea]. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/556/55663105.pdf>

MORALES, León & VARON, Teresita. Árboles Ornamentales en el Valle de Aburra, elementos de manejo. Medellín Colombia. Antioquia, Colombia D.C. 2006. Primera edición. 63 p.

NAVALL, M. Ingeniero Forestal. Proyecto Forestal Regional Módulo Santiago del Estero. El Vivero Forestal Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental. Agropecuaria Santiago del Estero, 1994 [En línea]. <http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.pdf>

NUÑEZ, Carlos & AZÓCAR, Aura. Ecología de la regeneración de árboles de la sabana
REGENERATION ECOLOGY OF SAVANNA TREES. Venezuela 2004 [En línea]. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/25571/1/articulo1.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y EL ALIMENTO. FAO Documento de trabajo sobre recursos genéticos forestales:

Estado de la diversidad genética de los árboles y bosques en El Salvador. [En línea]. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/j1720s/j1720s00.pdf>

ORGANIZACIÓN PARA LA EDUCACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL OPEPA, 2011 [En línea]. www.opepa.org/

POULSEN, K. M. Análisis De Semillas. 2010. [En línea]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0011S/a0011s03.pdf>

QUINTEROS, M. Importancia de la nutrición forestal. 2010. [En línea] <http://abctv.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=527283>

RAMÍREZ, F. Conceptos Sobre Fertilidad De Suelo Y Fertilizantes. 2006 [En línea]. http://www.agrobanco.com.pe/CONCEPTOS_DE_FERTILIDAD_DE_SUELO_Y_FERTILIZANTES.pdf

REINA, G & RODRÍGUEZ, A. Ecología, descripción, distribución, alometría, usos y notas complementarias de 200 Sps vegetales del sur Occidente Colombiano. 1998. Ministerio del Medio Ambiente – Universidad del Valle – Corpociencias. Cali, Colombia. p. 98-106.

REYES, J., ALDRETE, A., CETINA, V., LÓPEZ, J. Producción de plántulas de *Pinus pseudostrobus* var. *Apulcensis* en sustratos de base de aserrín. México 2005 [En línea]. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/629/62911205.pdf>

RODRIGUEZ, J & NIETO, V. Investigación en semillas forestales nativas serie técnica / No 43. Bogotá jul. 1999. CONIF.

SÁNCHEZ, Y & RAMÍREZ, M. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. Caracas jul. 2006. [En línea] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182006000300001&script=sci_arttext

SAÑUDO, Rosario., VÁZQUEZ, Pascual., ARMENTA, Celso., AZPIROZ, Hilda. Tratamientos pregerminativos en semillas de palo fierro (*olneya tesota* a. gray) y propagación en sustrato de composta de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Vol. 5. México 2009 [En línea] <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=46111817007>

SEMICOL Ltda. Última actualización: sábado, 18 Septiembre 2010. [En línea]. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TOEQg1kPmwAJ:www.semicol.co/material-vegetal/forestales_y_ornamentales/guayacan-amarillo/pagina-producto-detallada.html%3Fpop%3D1%26amp%3Btmpl%3Dcomponent+guayacan+amarillo+semicol&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co

ULLOA, Carmen & JORGENSEN, Peter. Arboles de los arbustos de los andes del ecuador 1997. [En línea] http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=201&taxon_id=107333

VARELA, Santiago & ARANA, Verónica. Latencia Y Germinación De Las Semillas. Tratamientos Pregerminativos. Marzo de 2011. Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA Bariloche. Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, INTA EEA Bariloche. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados". Área Forestal - INTA EEA Bariloche. Sección: "Silvicultura en vivero". [En línea]. <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/forestal/ecologia/serie%20tecnica/latencia.pdf>

VARÓN, Teresita & MORALES, León. CORANTIOQUIA, Arboles Urbanos Las Especies Más Comunes Descritas E Ilustradas. Medellín 2002. p. 120

VAZQUEZ, Carlos. La ciencia para todos. Como viven las plantas. Cap. V Breve introducción a las plantas. 1997. México. [En línea]. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/48/html/sec_9.html

VÁZQUEZ, Carlos., OROZCO, Alma., ROJAS, Mariana., SÁNCHEZ, Esther., CERVANTES, Virginia. La ciencia para todos. La Reproducción De Las Plantas: Semillas Y Meristemos. Primera edición, 1997 México. [En línea]. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/html/lcpt157.htm>

WILLAN, R. L. Guía para la manipulación de semillas forestales. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma, © FAO 1991 [En línea]. <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/ad232s13.htm>

ZAMORA, Nelson. Árboles de Costa Rica Vol. III. 2005 Centro Científico Tropical, Conservación Internacional & Instituto Nacional de Biodiversidad. Ed. INBIO. 556. P [En línea]. <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=6727&-Find>

ANEXOS

Anexo A. Fotos en etapa de germinación de las tres especies en vivero.



Foto 1. Establecimiento de vivero



Foto 2. Diseños experimentales



Foto 3. Sustrato tierra *M. guianensis*



Foto 4. Sustrato arena *T. chrysantha*

Anexo B. Fotos etapa de repique y período bajo sombra.



Foto 1. Preparación de sustrato (tierra + aserrín).



Foto 2. Llenado de bolsas.



Foto 3. Plántula a repicar (*M. guianensis*)



Foto 4. Plántula a repicar (*Clethra sp.*)



Foto 5. Plántula a repicar (*T. chrysantha*).



Foto 6. Plántulas en período de sombra.

Anexo C. Fotos de plántulas en etapa de crecimiento y arboles semilleros.



Foto 1. Etapa de crecimiento de la especie *Clethra sp.*



Foto 2. Etapa de crecimiento de la especie *T. chrysantha.*



Foto 3. Etapa de crecimiento de la especie *M. guianensis.*



Foto 4. Árbol semillero de la especie *T.chrysantha.*



Foto 5. Árbol semillero de la especie *Clethra sp.*

Anexo D. Planilla de registros en etapa de germinación para la especie *T. chrysantha*.

Fecha _____ Nombre común _____ Nombre científico _____

No	Bloque	Árbol	% Germinacion	Tiempo de emergencia	Tiempo al repique (días)	Altura al repique (cm)	Velocidad de crecimiento (días)	Vitalidad	Alturas

Anexo F. Planilla de registros en etapa de crecimiento para las tres especies.

Fecha _____ Nombre común _____ Nombre científico _____

No	Tamaño de bolsa	Árbol	Fertilizante	# Hojas	Vitalidad	Alturas

Anexo G. Planilla de registros análisis de laboratorio.

Lote _____ Nombre científico _____ Nombre común _____ Procedencia _____

Fecha de recolección _____ Fecha de análisis _____ Analista _____ Certificado No _____

PUREZA

Reparación	A		B	
Peso inicial	gr		gr	
Componentes	Gramos	%	Gramos	%
Semilla pura				
Materia inerte				
Suma				

PESO DE MIL SEMILLAS

Repeticiones	x	x ²
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
Σ		
x		n=8

CONTENIDO DE HUMEDAD

No.	M	M ²	M ³	Peso semilla
1				
2				

Repeticiones 5 g c/u	% del peso original
A	
B	
Promedio	

Diferencia entre A y B _____%

Tolerancia ISTA _____%

Nuevo análisis Si No

% PROMEDIO _____

Fecha de análisis _____

Peso

$(\sum x)^2 =$ _____

$8(\sum x^2) =$ _____

$S^2 = 1/56[8\sum x^2 - (\sum x)^2] =$ _____

$S = \sqrt{S^2} =$ _____

Coef. de variación = $100/x =$ _____

C.V. Menor que 4 = Si No

Fecha de análisis = _____

de

mil semillas _____ gr

Diferencia: _____

Nuevo análisis: Si

No

Fecha de análisis: _____

No de semillas puras/Kg	No semillas puras + impurezas/Kg	% Germinación	No. De semillas viables/Kg	% Corte	E. G.

