DESEMPEÑO EN VIVERO DE LAS ESPECIES FORESTALES: *Ochroma pyramidale* Y *Vismia lauriformis* EN LA MESETA DE POPAYÁN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

MARTHA MÓNICA CASTRILLÓN TRUJILLO
MELISSA TATHIANA OROZCO SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERIA FORESTAL
POPAYÁN CAUCA
2012

DESEMPEÑO EN VIVERO DE LAS ESPECIES FORESTALES: *Ochroma pyramidale* Y *Vismia lauriformis* EN LA MESETA DE POPAYÁN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

PRESENTADO POR:

MARTHA MÓNICA CASTRILLÓN TRUJILLO
MELISSA TATHIANA OROZCO SÁNCHEZ

Trabajo de grado en modalidad de investigación para optar al título de Ingeniero Forestal

DIRECTOR:
ING. JUAN CARLOS VILLALBA MALAVER

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERIA FORESTAL
POPAYÁN CAUCA
2012

Nota de aceptación:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Firma del presidente del jurado

_____
Firma del jurado

_____
Firma del jurado

Popayán, Cauca 12 de Junio del 2012

DEDICATORIA

En primer lugar queremos dedicar este trabajo a Dios, a nuestros padres: Víctor Jairo Orozco, Marisell Sánchez, Juvenal Castrillón, Edelmira Trujillo, Carmen Obando y nuestros familiares. También dedicamos este trabajo a Juan Manuel Meneses, Elkin León Obando y a todos nuestros amigos.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas nos ayudaron en el desarrollo de esta investigación por lo tanto queremos agradecer en primer lugar a Dios quien nos dio la sabiduría, paciencia y fortaleza para poder culminar exitosamente este trabajo investigativo, a nuestros padres: Víctor Jairo Orozco, Marisell Sánchez, Juvenal Castrillón, Edelmira Trujillo y Carmen Obando. También queremos agradecer a Juan Manuel Meneses, Elkin León Obando y a nuestros amigos quienes con su amor nos incentivaron a seguir adelante.

Agradecemos a nuestro director el ingeniero forestal Juan Carlos Villalba Malaver quien nos guio con su dedicación y enseñanza. A los docentes del programa de ingeniería forestal en especial a los ingenieros forestales Franco Alvis, Luz Myrian Palencia, Cristina Rengifo, Kelly Quijano. A los Biólogos Oscar Darío Bermúdez, Diego Macías y al grupo de tecnólogos del laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 16
1. MARCO TEÓRICO 17
1.1 SEMILLAS 18
1.1.1 Tratamientos pregerminativos. 18
1.1.1.1 Tratamientos pregerminativos físicos. 19
1.1.1.2 Tratamientos pregerminativos químicos. 20
1.1.2 Características generales de la semilla del *O. pyramidale* 20
1.1.3 Características generales de la semilla de *V. lauriformis*. 21
1.2 IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS 22
1.3 PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LAS SEMILLAS FORESTALES 22
1.3.1 Prueba rápida para determinar la viabilidad de semillas. 22
1.3.2 Pureza 23
1.3.3 Análisis de peso. 23
1.3.4 Contenido de Humedad. 23
1.4 GERMINACIÓN EN VIVERO 23
1.4.1 Sustratos para la germinación. 23
1.4.2 Siembra en Germinadores. 24
1.4.3 Profundidad de siembra. 25
1.4.4 El Trasplante. 25
1.4.5 Sustrato para el trasplante. 25
1.4.6 Fertilización en vivero. 25
1.4.6.1 Fertilizantes orgánicos y químicos. 26
1.4.7 Las micorrizas. 27
2. METODOLOGÍA 28
2.1 LOCALIZACIÓN 28
2.2 IDENTIFICACIÓN DE ARBOLES SEMILLEROS 28
2.2.1 Árbol semillero de *O. pyramidale* la Variante. 28
2.2.2 Árbol semillero de *O. pyramidale* Retiro Bajo. 29
2.2.3 Árbol semillero de *O. pyramidale* Tulcán. 30
2.2.4 Árbol semillero de *V. lauriformis* Totoró. 30

2.2.5 Árbol semillero de *V. lauriformis* Rio Blanco. 31
2.2.6 Árbol semillero de *V. lauriformis* Santa Ana. 32
2.3 ALMACENAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS 32
2.3.1 *Ochroma pyramidale.* 32
2.3.2 *Vismia lauriformis*. 33
2.4 TRABAJO DE LABORATORIO 34
2.4.1 Viabilidad de semillas de *Ochroma pyramidale* y *Vismia lauriformis* 34
2.4.2 Pureza 35
2.4.3 Análisis de peso. 35
2.4.4 Contenido de humedad. 35
2.4.5 Análisis del sustrato para el trasplante 35
2.5 TRABAJO EN VIVERO 36
2.5.1 Diseños experimentales para la germinación. 36
2.5.2 Diseño experimental para el crecimiento del *O. pyramidale*. 38
2.5.3 Relleno de bolsas de polietileno para la etapa de crecimiento del *O. pyramidale*. 39
2.5.4 Trasplante en las bolsas para el crecimiento del *O. pyramidale*. 39
2.6 ANALISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS 41
3. RESULTADOS 42
3.1 Viabilidad de las semillas de *Ochroma pyramidale* 42
3.2 Pureza de las semillas de *O. pyramidale* 43
3.3 Pureza de las semillas de *V. lauriformis* 43
3.4 Análisis de peso del *O. pyramidale.* 44
3.5 Análisis de peso de la *V. lauriformis* 45
3.6 Análisis de contenido de humedad del *O. pyramidale* 45
3.7 Análisis de contenido de humedad del *V. lauriformis* 46
3.8 ANALISIS PARA LA GERMINACIÓN 47
3.8.1 Descriptivos para el *Ochroma pyramidale*. 47
3.8.2 Análisis estadístico inferencial del *O. pyramidale* 50
3.8.3 Descriptivos para la *Vismia lauriformis.* 51
3.8.4 Análisis estadístico inferencial para la germinación de la *V. lauriformis.* 53
3.9 ANALISIS PARA EL CRECIMIENTO. 54

3.9.1 Descriptivos *Ochroma pyramidale* para el número de hojas vivas.....54
3.9.2 Análisis descriptivo para el crecimiento del *Ochroma pyramidale* altura.....55
3.9.3 Análisis inferencial del crecimiento para el *Ochroma pyramidale.* 57
3.9.3.1 Análisis inferencial para el número de hojas 57
3.9.3.2 Análisis inferencial para la altura.....57
4. CONCLUSIONES 58
5. RECOMENDACIONES.....59
BIBLIOGRAFÍA.....60
ANEXOS.....65

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1 . Análisis estadístico descriptivo, para la variable número de semillas germinadas. 50

Cuadro 2 . Análisis estadístico descriptivo, para la variable número de semillas germinadas. 51

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Fruto y semilla del balso (*Ochroma pyramidale).* 21

Figura 2. Fruto y semilla de la especie forestal mandur (*Vismia lauriformis)*. 21

Figura 3. Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) ubicado en el sector de la variante. 29

Figura 4.Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) del barrio el Retiro Bajo. 29

Figura 5. Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) ubicada en la Facultad de Educación de la Universidad del Cauca (Tulcán).....30

Figura 6. Árbol semillero de la especie forestal mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vía a Totoró.....31

Figura 7. Árbol semillero de mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vereda Rio Blanco.....31

Figura 8. Árbol semillero de mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vereda Santa Ana. 32

Figura 9. Almacenamiento de frutos y semillas de la especie balso (*O. pyramidale*). 33

Figura 10. Frutos y semillas de la especie forestal mandur (*V. lauriformis*). 33

Figura 11. Test de tetrazolio de las semillas de balso (*O. pyramidale*).....34

Figura 12. Tamaño de la semilla del mandur (*V. lauriformis*).....35

Figura 13. Diseño de germinación del balso (*O. pyramidale*) en el vivero forestal los Robles. 36

Figura 14 . Diseño de germinación del mandur (*V. lauriformis*) en el vivero forestal los Robles. 37

Figura 15 .Diseño de tratamientos pregerminativos en laboratorio, semillas de mandur (*V. lauriformis*).....38

Figura 16 . Diseño de crecimiento del balso (*O. pyramidale*) en el vivero forestal Los Robles. 39

Figura 17 .Plántula del balso (*O. pyramidale*), lista para el trasplante en las bolsas de polietileno. 40

Figura 18 .Plántulas de balso (*O. pyramidale*) en las eras de germinación antes de ser trasplantadas. 40

Figura 19 .Porcentaje de viabilidad de las semillas de balso (*O. pyramidale*). 42

Figura 20. Resultados del análisis de pureza de las semillas de balso (*O. pyramidale*). 43

Figura 21. Resultados del análisis de pureza de las semillas de mandur (*V. lauriformis*).....44

Figura 22. Resultados del análisis de peso de las semillas de balso (*O. pyramidale*). 44

Figura 23. Resultados del análisis de peso de las semillas de mandur (*V. lauriformis*). 45

Figura 24. Resultados del análisis de peso de las semillas de balso (*O. pyramidale*). 46

Figura 25. Resultados del análisis de CH de las semillas de mandur (*V. lauriformis*). 47

Figura 26. Porcentaje de semillas germinadas y sustratos para la especie forestal *O. pyramidale,* agrupado por árbol semillero. 48

Figura 27.Sustratos y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *O. pyramidale*. 48

Figura 28. Árboles semilleros y porcentaje de semillas germinadas para la especie forestal *O. pyramidale*.....49

Figura 29. Porcentaje de semillas germinadas y tratamientos pregerminativos para la especie forestal *V. lauriformis,* agrupado por colores (bloques). 51

Figura 30. Bloques (colores) y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *V. lauriformis*. 52

Figura 31. Tratamientos y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *V. lauriformis*. 53

Figura 32. Mediana del número de hojas vivas para los bloques y tratamientos, evaluación de crecimiento del *O. pyramidale.* 55

Figura 33. Mediana de altura para los bloques y tratamientos, evaluación de crecimiento del *O. pyramidale.* 56

Figura 34. Prueba de mediana Kruskal-Wallis para evaluar la altura con respecto a los sustratos bloques (Abonos). 57

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Registro fenotípico de árboles semilleros de balso *O. pyramidale* y mandur *V. lauriformis* 65

Anexo B.Resultado del análisis de suelos para el llenado de bolsas de polietileno.....66

Anexo C . Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Noviembre, dos meses después del trasplante.....67

Anexo D. Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Diciembre, tres meses después del trasplante.....68

Anexo E . Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Enero, cuatro meses después del trasplante.....69

Anexo F. Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Febrero, cinco meses después del trasplante.....70

Anexo G.Tratamiento pregerminativo Tiourea para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.....72

Anexo H.Tratamiento pregerminativo agua para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.....73

Anexo I.Tratamiento pregerminativo Nitrato de potasio para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.....75

Anexo J.Trasplante del mandur *V. lauriformis* en vivero forestal los Robles, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.....77

GLOSARIO

ANEMÓCORA: ampliamente diseminadas por el viento (Butterfield, 1995).

CALIDAD FÍSICA: está determinada por las condiciones físicas del lote de semilla a utilizar, por ejemplo contenido de impurezas (pureza), contenido de humedad y peso de la semilla (CONIF, 2002).

CALIDAD FISIOLÓGICA: implica las condiciones intrínsecas que posee el lote de semillas, por ejemplo porcentaje de viabilidad, porcentaje de germinación y vigor. (CONIF, 2002).

CALIDAD GENÉTICA: deberá siempre emplearse semilla con el mayor aporte genético para la especie a utilizar, la clasificación va desde semilla proveniente de rodales sin ningún tipo de selección hasta semilla proveniente de huertos semilleros (CONIF, 2002).

ERAS DE GERMINACIÓN: son los sitios de crecimiento y desarrollo de las plántulas. Normalmente se diseñan de 1 metro de ancho y longitudes variables. (Trujillo, 1995).

FERTILIZACIÓN EN VIVERO: ayuda a un adecuado desarrollo de las plantas cuando la tierra usada es pobre en nutrientes. El nivel de estos puede determinarse en el sustrato utilizado en el vivero, recurriendo a un análisis de suelo (Trujillo, 1995).

SEMILLAS ORTODOXAS: las semillas tolerantes a la desecación cuando son capaces de mantener su viabilidad tras ser desecadas a menos de 5-10 % de contenido en humedad. (Chin y Roberts, 1980).

SEMILLAS RECALCITRANTES: semillas sensibles a la desecación pierden viabilidad cuando se desecan por debajo de un límite crítico, habitualmente entre 12-30 % de contenido en humedad. (Chin y Roberts, 1980).

TRASPLANTE: las semillas que han sido sembradas en los germinadores permanecen allí en desarrollo y crecimiento hasta un punto que hace necesario trasladarlas a un sitio donde puedan desarrollarse adecuadamente, sin la fuerte competencia, provocada por la alta densidad de siembra en el vivero. (Trujillo, 1995).

VIVERO FORESTAL: son lugares dedicados a la producción, multiplicación o micropropagación de plantas provenientes de semillas y material vegetativo, seleccionados de acuerdo con la calidad y vigor, para asegurar su establecimiento en el sitio definitivo (Vásquez, 2001).

RESUMEN

Se evaluó la propagación y el crecimiento en vivero de dos especies forestales *Ochroma pyramidale* y *Vismia lauriformis* para las condiciones propias de la meseta de Popayán, a pesar de determinar su buena calidad con las pruebas en laboratorio para la fase de germinación la especie *Ochroma pyramidale* tuvo un bajo porcentaje, mientras que las semillas de *V. lauriformis* no respondieron positivamente a los tratamientos físicos aplicados, por lo tanto fue necesario evaluar la germinación con tratamientos químicos; obteniendo así resultados más favorables. Para la fase de crecimiento en la especie *O. pyramidale*, a pesar de no haber diferencias entre el número de hojas y los arboles evaluados, los resultados arrojados de la relación entre la altura y los abonos aplicados reportaron diferencias significativas, sugiriendo así que el mejor árbol semillero fue el Retiro Bajo y el mejor abono fue tierra Micorrizada.

Palabras claves: abono, árbol semillero, *Ochroma pyramidale*, propagación, tratamientos pregerminativos, *Vismia lauriformis*.

ABSTRACT

The spread and the growth was evaluated in fish-pond of two forest species *Ochroma pyramidale* and *Vismia lauriformis* for the own conditions of Popayan's plateau, in spite of determining his good quality with the tests in laboratory for the phase of germination the species *Ochroma pyramidale* had a low percentage, while the seeds of *V. lauriformis* not respond positively to physical treatments, therefore it was necessary to evaluate the germination chemical treatments, obtaining favorable results. For the phase of growth on the species *O. pyramidale*, in spite of are no differences between the number of leaves and the evaluated trees, the brave results of the relation between the height and the applied credits if they found significant differences, suggesting so the best tree seedbed was the low retirement and the best credit was a land Micorrizada.

Key words: fertilizer, seed tree, *Ochroma pyramidale*, propagation, pre-germination treatments, *Vismia lauriformis*.

INTRODUCCIÓN

La meseta de Popayán está rodeada por zonas donde prevalece el bosque secundario (intervenido) sobre áreas de ecosistemas en sucesión vegetal (rastrojos naturales), áreas que se caracterizan por el contacto directo con comunidades humanas que reducen gradualmente del número de especies de una población siendo sometidas tanto a presiones antrópicas como también a presiones naturales, situación que ha conllevado a una pérdida de su diversidad biológica y estructural.

El *Ochroma pyramidale* es característico de bosques secundarios, se caracteriza por su rápido crecimiento y fácil regeneración, siendo ésta una de las principales cualidades, que la convierten en una especie con potencial para reforestación productiva (Morales, 2003). Desde la perspectiva tecnológica de productos forestales la madera tiene gran importancia económica a nivel internacional y un potencial nacional, debido a que es muy utilizada como material para marquetería, aeromodelismo, como lámina para enchapados ornamentales, como aislamiento térmico, xilografía, artesanías, juguetes y otros como mobiliario y construcción, con buenas propiedades de aislante acústico y térmico, y una elevada resistencia mecánica especifica (Arias, 2002; Roche y Olivera, 2005).

La *Vismia lauriformis (Mandur)* es una especie pionera que por lo general se asocia a bosques secundarios (Finegan, 1992). Una característica importante del *Mand*ur es su uso más frecuente para leña. Román Ospina (docente Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, observación inédita, 2010) señalo que existe una alta demanda dendroenergética, para el caso de la *Vismia lauriformis (Mandur)*.En cualquier ensayo de plantaciones con especies para leña, siempre debe darse prioridad a las especies nativas (Londoño, 1996). Además es una especie que no necesita suelos muy ricos en nutrientes, como lo evidencio el estudio de "Diversidad y Composición Florística en Bosques Sucesionales Andinos de la Región del río Porce, Antioquia, Colombia" (Aide *et al*., 1995; Ferreira y Prance, 1999; Finegan, 1996).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el objetivo general planteado en este trabajo investigativo fue evaluar las condiciones de propagación y crecimiento en vivero del *O. pyramidale* y *V. lauriformis* para las características medioambientales propias de la meseta de Popayán con el fin de ofrecer una alternativa a la situación de vulnerabilidad de estas especies. Además se determinó la estructura adecuada del suelo y manejo óptimo para la germinación de sus semillas y por último se evaluó su crecimiento en vivero.

1. MARCO TEÓRICO

El *O. pyramidale* o el *Balso* como se conoce comercial y comúnmente, es una especie que pertenece a la familia taxonómica Bombacaceae (Morales, 2003). Este árbol alcanza una altura de aproximadamente 15 metros, presenta una copa extendida, ramas gruesas y fuste recto (Roche y Olivera, 2005), los frutos son capsulas alargadas de apariencia lanosa y sus semillas tienen una forma ovalada. El *O. pyramidale* se desarrolla y crece bien en suelos volcánicos, calizos, arcillo limosos y franco arenosos, fértiles, profundos y bien drenados. Característico de bosques secundarios, requiere una buena exposición a la luz solar, con temperaturas que oscilan entre los 22º y los 27º C, con precipitaciones de 1.300 mm anuales aproximadamente (Marchall, 1939). La especie se caracteriza por su rápido crecimiento y fácil regeneración, siendo ésta una de las principales cualidades, que la convierten en una especie con potencial para reforestación productiva (Morales, 2003).

La *V. lauriformis* es una especie pionera que por lo general se asocia a bosques secundarios (Finegan, 1992). Se refiere al *bosque secundario* como a la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original o bosque primario, ha sido destruida por la actividad humana o natural. La estructura y composición del bosque secundario cambia ampliamente respecto al bosque primario e igualmente cambia a lo largo de la sucesión. Algunos de estos cambios, como por ejemplo el área basal o el volumen de madera son relativamente rápidos y en general, se puede hablar de que la regeneración y crecimiento de los bosques secundarios es relativamente rápida (Finegan ,1992; Wijdeven ,1994).

En cualquier ensayo de plantaciones con especies para leña, siempre debe darse prioridad a las especies nativas (Londoño, 1996). La *V. lauriformis* es una especie muy reconocida en la meseta de Popayán y su uso más frecuente es para leña según información suministrada por Román Ospina[1]. Además es una especie que no necesita suelos muy ricos en nutrientes, como lo evidencio el estudio de "Diversidad y Composición Florística en Bosques Sucesionales Andinos de la Región del río Porce, Antioquia, Colombia". Durante décadas los bosques del cañón del río Porce han sido talados y quemados para establecer pasturas ganaderas y en menor proporción agricultura. Este tipo de prácticas pudieron ser decisivas para el proceso sucesional, ya que la degradación producida en el suelo pudo afectar la riqueza y diversidad, la composición florística y la productividad de la vegetación secundaria establecida (Aide *et al*., 1995; Ferreira y Prance, 1999;

[1] M.Sc. Ingeniero Forestal docente de la Universidad del Cauca

Finegan, 1996). Los resultados de investigaciones preliminares en el cañón del río Porce sugieren la existencia de una sucesión degradada. Existen claras evidencias de la compactación de los suelos hasta 30 cm de profundidad (Lara, 2003), de la gran dominancia de dos especies pioneras típicas de suelos empobrecidos del género *Vismia*, así como de una acumulación de 6 t ha^{-1} $año^{-1}$ de biomasa aérea total en los bosques secundarios (Orrego y Del Valle, 2003).

1.1 SEMILLAS

Las semillas se clasifican como ortodoxas o tolerantes a la desecación cuando son capaces de mantener su viabilidad tras ser desecadas a menos de 5-10 % de contenido en humedad. Por el contrario, las semillas recalcitrantes o sensibles a la desecación pierden viabilidad cuando se desecan por debajo de un límite crítico, habitualmente entre 12-30 % de contenido en humedad (Chin y Roberts, 1980). Existe una tercera categoría en la que las semillas tienen características de almacenamiento intermedias entre las ortodoxas y las recalcitrantes. Las semillas intermedias pueden ser desecadas a contenidos de humedad similares a los de las semillas ortodoxas. Sin embargo, las semillas, una vez desecadas, se dañan al someterlas a bajas temperaturas y su viabilidad desciende rápidamente durante el almacenamiento (Ellis *et al.,* 1990). Por ello, la determinación del comportamiento de las semillas de una especie constituye un tema trascendental de cara a su conservación a largo plazo. Las semillas ortodoxas pueden ser conservadas en bancos de semillas convencionales bajo condiciones de baja temperatura y humedad. Por el contrario, las especies con semillas intermedias o recalcitrantes no pueden mantenerse de esta manera (Marzalina y Krishnapillay, 1999).

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la viabilidad de la semilla es el estado de madurez con que se recogen los frutos; en muchos casos una colecta en época inapropiada puede dar como resultado la pérdida total del material genético obtenido, otro aspecto muy importante y que influye directamente en la calidad final de la semilla depende en buena parte de las técnicas de recolección, procesamiento y manejo general que se le haya dado (Trujillo, 2001).

1.1.1 Tratamientos pregerminativos. Para superar el bloqueo natural que impide la germinación o mejorar y uniformizar la velocidad de la misma es posible la utilización de los llamados tratamientos pregerminativos; estos no se pueden recomendar para un uso generalizado, ya que su acción depende de las características propias de cada especie y por lo tanto la indicación de uso es particular para cada caso (Trujillo, 1995).

1.1.1.1 Tratamientos pregerminativos físicos. Para este trabajo investigativo se tomó en cuenta la clasificación explicada a continuación (Trujillo, 2000; CONIF, 2004)

- Alternancia del Remojo y Secado. Consiste en dejar en remojo a las semillas durante la noche y dejar secar durante el día, por ejemplo es el caso de la teca, nogal. Esto se lo realiza de una a dos semanas.

- Tratamiento con agua fría. Consiste en dejar las semillas en remojo 1,2 ó 3 días en agua fría, esto se utiliza para las semillas no muy duras, por ejemplo las leguminosas como la *Caesalpinia paipai* (Charán).

- Escarificación Mecánica. Consiste en utilizar cualquier material áspero de manera que cuando exista el rozamiento de la semilla con este material (lija) disminuya el espesor de la capa protectora de las semillas.

- Corte y Rotura. Consiste en cortar una esquina de la cáscara, sin dañar parte del embrión, esto permite que el agua penetre. Otra forma de permitir el ingreso del agua es golpeando la semilla suavemente sin dañar el embrión, ejemplo *Juglans regia* (Nogal).

- Remoción total de la cáscara. Consiste en retirar totalmente la cáscara, para esto se puede utilizar un martillo y dar un golpe no muy fuerte de manera que no sufra daños en el embrión, ejemplo, nueces.

- Escarificación con tierra o Arena. Se puede utilizar una caja cuya superficie tenga orificios por donde pueda salir el agua y consiste en colocar una pequeña capa de tierra o arena luego se coloca las semillas, posteriormente otra capa de tierra o arena, luego se deja la caja en un lugar con sombra es decir que no dé el sol manteniendo la humedad. Las semillas se las retira una vez que aparezca el punto blanco del tallito. Esto puede suceder luego de varias semanas o meses según la especie.

- Estratificación en frío. Consiste en remojar las semillas con agua fría por 12 a 24 horas, luego se cierne y se coloca las semillas en una bolsa de polietileno herméticamente cerrada y se la pone en el refrigerador (1 y 4° C). Se las deja por algunas semanas antes de sembrar, es necesario sacar

cada semana la bolsa con semillas para voltear y airear. Esto se puede aplicar en el caso de los pinos, eucaliptos, alisos.

1.1.1.2 Tratamientos pregerminativos químicos. Las semillas se imbiben en soluciones como Nitrato de Potasio al 0.2 % durante 2 Horas dependiendo del tamaño de las semillas, Ácido sulfúrico al 10.00 % por diez minutos, Tiourea 1.00% por dos horas, Aspirina 0.50 % por dos horas, Ácido clorhídrico durante dos horas. Las concentraciones y el tiempo dependen del tamaño de las semillas. Oscar Darío Bermúdez[2].

1.1.2 Características generales de la semilla del *O. pyramidale*. La dispersión de las semillas son anemócoras o sea que son ampliamente diseminadas por el viento. Los frutos se abren en el árbol y dejan salir las semillas, la lana en la que se encuentran envueltas constituye un excelente medio para llevar a cabo el transporte aéreo a largas distancias (figura 1). Los frutos también pueden ser transportados por el agua, debido a su ligero peso. Se tiene que las semillas de esta especie presenta tres cubiertas protectoras: una externa que es fina, resistente e impregnada de una sustancia de aspecto ceroso, de hidratación lenta y deshidratación rápida. La segunda cubierta es gruesa, muy plástica y translúcida, de permeabilidad escasa. La tercera es una membrana fina, transparente y muy frágil, unida al punto más interno de la cúpula (Roche y Olivera, 2005).

La propagación se produce por semillas (propagación sexual), no es necesario tratamiento de la semilla, sin embargo se obtienen mejores resultados sumergiéndolas en agua hirviente durante 10 minutos (Roche y Olivera, 2005), las plantas requieren de plena luz para su desarrollo pues es un árbol heliófilo. Es atacado por insectos durante su crecimiento en los bosques y su madera es susceptible al ataque de barrenadores y taladradores (O'Dowd, 1979; Young, 1977).

[2] M. Sc. Biólogo Docente de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca

Figura 1. Fruto y semilla del balso (*Ochroma pyramidale)*.

1.1.3 Características generales de la semilla de *V. lauriformis*. El fruto es una baya indehiscente (figura 2), contiene resina anaranjada, está sostenido por el cáliz y coronado por los estilos (Roca, 1993). Los frutos tienen un volumen promedio de 1,27 ± 0,3 cm^3 y contienen, en promedio, 80,6 ± 26,9 semillas CV= 33% (Arteaga, 2004).

Figura 2. Fruto y semilla de la especie forestal mandur (*Vismia lauriformis)*.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS

El Programa de Investigación en Semillas Forestales Nativas - INSEFOR ha adoptado la siguiente clasificación de fuentes semilleras categorizadas de mayor a menor ganancia genética potencial (Mesen, 1995) citado por INSEFOR. Huerto semillero genéticamente comprobado (HSC), huerto semillero no comprobado (HSNC), rodales semilleros (RS), fuentes seleccionadas (FS), fuentes identificadas (FI). Este trabajo no se encuentra dentro de estas categorías por lo tanto se adoptó la clasificación de árbol semillero. El cual es seleccionado cuidadosamente entre varios miembros de la misma especie, con características fenotípicas superiores al promedio, capaz de producir semilla de calidad superior, son aquellos árboles que presentan las mayores alturas y se erigen como superiores con relación al conjunto que los rodea, en cuanto a formas, volumen, sanidad y desarrollo general (Trujillo, 1995).

1.3 PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LAS SEMILLAS FORESTALES

El análisis de calidad para las semillas forestales requiere de un equipo y condiciones de laboratorios especializados, las normas y sistemas utilizados son regidos en buena medida por la Asociación Internacional de Pruebas para ensayos de semillas (ISTA ,1999). La prueba de calidad física y la determinación de la expresión máxima de la germinación son la única garantía que tiene el usuario de conocer la capacidad de un determinado lote de semillas para producir plántulas sanas, resistentes, vigorosas y adecuadas para la forestación y reforestación por lo que es necesario ajustar estas normas a las especies nativas, tal como lo ha hecho CONIF en sus investigaciones.

Las pruebas de calidad física recomendados por CONIF se resumen en ensayos de pureza, peso y contenido de humedad, también se recomienda hacer pruebas rápidas para determinar la viabilidad de las semillas. En la presente investigación se tomó como punto de referencia las recomendaciones hechas por esta institución Colombiana (Rodríguez y Nieto, 1999).

1.3.1 Prueba rápida para determinar la viabilidad de semillas. Las normas ISTA, solo aceptan dos métodos rápidos para evaluar la viabilidad; la excisión del embrión y el ensayo topográfico de tetrazolio, como métodos oficiales (Rodríguez y nieto, 1999). La prueba o ensayo bioquímico con tetrazolio genera una reacción bioquímica de coloración mediante la cual los tejidos vivos se tiñen de color rojo mientras que los tejidos muertos no se tiñen, esto permite determinar los daños que existen en la semilla y establecer su viabilidad (Craviotto *et al*, 1995).

1.3.2 Pureza. Hace referencia a la mezcla normal de semillas puras con impurezas, como pueden ser polvo, ramitas, hojas, granos de otras especies o en general todo aquello que no sea la semilla pura, denominado materia inerte, la pureza normalmente se expresa en porcentajes y para su evaluación se requiere de una balanza de precisión (Trujillo,1995).

1.3.3 Análisis de peso. Este análisis muestra el peso de la semilla, usualmente expresado en relación a un millar de unidades puras; para facilitar el trabajo, se toman las semillas puras seleccionadas en el ensayo de pureza y se agrupan en 8 muestras o repeticiones de cien (100) semillas cada una; se procede a pesar por separado, tomando los valores de cada grupo para obtener la sumatoria y dividida luego por el número de muestras para lograr el promedio, cifra representativa de todo el lote. Una vez hallado el peso promedio de 100 unidades, se calcula para 1.000 (Trujillo, 1995).

1.3.4 Contenido de Humedad. Las semillas, como tantos otros cuerpos, tienen un contenido de humedad sobrante dentro de sí, que presenta en condiciones cambiantes; por ejemplo, cuando el fruto tiene un contenido de humedad máximo, que corresponde en forma real a una cantidad de agua intercelular, la cual va disminuyendo en la medida que madura el fruto y en especial cuando son sometidos a procesos de secado. La medida de la cantidad de agua libre o contenido de humedad de la semilla, es importante ya que su exceso puede influir en la pérdida de viabilidad de la misma al ser utilizada por esta, para estimular el proceso de germinación, sin existir las condiciones adecuadas (Trujillo, 1995).

1.4 GERMINACIÓN EN VIVERO

La germinación de la semilla consiste en el desarrollo del embrión hasta la formación de la planta. Se precisa el concurso de una serie de factores fisiológicos, que requieren fundamentalmente humedad, luz, gases (O_2) y una adecuada temperatura. Este proceso ocurre después de la diseminación de las semillas si las condiciones ambientales son propicias. Durante este periodo ocurren interesantes cambios enmarcados dentro de eventos fisiológicos, metabólicos, bioquímicos y anatómicos. (Trujillo, 1995).

1.4.1 Sustratos para la germinación. Para elegir el sustrato se deben tener en cuenta las necesidades de las semillas como el agua la cual es vital para los procesos fisiológicos, en este sentido el sustrato debe poseer una capacidad de retención de humedad a fin de proveer a la semilla, el agua que necesite. La arena, por ejemplo, tiene muy baja capacidad de retención de agua dado que en

su mayoría se drena, mientras que otros sustratos como la turba o la tierra retienen una gran cantidad de agua, disponiéndola para la semilla por más tiempo. El aire es esencial para la respiración y soporte del sistema radicular; el sustrato debe permitir un aporte constante de Oxígeno y la liberación de CO_2 y debe ser suficientemente poroso como para permitir un libre intercambio gaseoso. El sustrato suelto favorece la penetración de la raíz y el desarrollo de la plántula. Es favorable que el sustrato posea un equilibrio entre las fases sólida, líquida y gaseosa haciendo eficaz el uso de un espacio reducido (El Semillero, 2000).

Para la germinación no se requieren sustratos fértiles dado que la semilla depende de sí misma en su primera etapa de desarrollo; de allí que sea común usar un sustrato compuesto por arena y tierra limosa en proporción 2:1, aunque esta escala suele cambiar en la función de la composición de la cantidad de arena, arcilla y limo que contenga la tierra. En principio, se pretende que el sustrato sea suficientemente suelto como para permitir el libre desarrollo de la raíz y con la suficiente retención de agua necesaria para la germinación (El Semillero, 2000).

1.4.2 Siembra en Germinadores. La siembra en germinadores es necesaria para muchas especies dado que exigen trasplante, acción que promueve la formación de una mayor masa radical garantizando de paso, un mejor rendimiento en campo. Para realizar la siembra, en primer lugar se procede a una nivelación del sustrato y luego a la siembra, que puede ser en hileras o al voleo (El Semillero, 2000).

La siembra en hileras ocurre cuando se colocan las semillas sobre una misma línea o surco, sembrándolas una por una a chorro continuo. Para este caso, con la superficie nivelada, se hacen surcos de una profundidad que permita el cubrimiento de la semilla y se maneja una distancia entre líneas que puede variar entre 1 y 5 centímetros dependiendo del tamaño de la semilla; mientras que al voleo se disemina la semilla manualmente en los germinadores manteniendo un ritmo ordenado cuidando la uniformidad para evitar una densidad no deseada y mala distribución.

En general, para este tipo de siembra, y cuando el tamaño de la semilla lo permite, es posible utilizar recipientes que tengan provista una tapa de lata con pequeños orificios para permitir, a través de ellos, la salida de las semillas. El contenido interior del envase será una parte de las semillas mezclada con dos partes de arena fina (seca) y se usará a modo de salero (El Semillero, 2000).

1.4.3 Profundidad de siembra. La semilla debe sembrarse lo más superficial posible -cuidando no exponerla totalmente para evitar que se reseque por el aire y por el sol-, pero lo suficientemente profunda como para que el riego no la descubra y para que al emerger hacia la superficie no gaste demasiada energía. En este punto, no es recomendable utilizar fórmulas matemáticas relacionadas con el diámetro, dado que pueden quedar muy profundas o muy superficiales, en cuyos casos no ocurre la germinación (El Semillero, 2000)

1.4.4 El Trasplante. Las semillas que han sido sembradas en los germinadores permanecen allí en crecimiento y desarrollo hasta un punto que se haga necesario su traslado hacia un sitio donde puedan desarrollarse adecuadamente, sin la fuerte competencia provocada por la alta densidad de siembra en el germinador. La técnica usada se conoce como trasplante y es indispensable dentro del proceso de producción en vivero (El Semillero, 2000).

1.4.5 Sustrato para el trasplante. La elección del sustrato a emplearse deberá garantizar la producción de plántulas de mejor calidad y contemplar las limitaciones del ambiente en el que se verán expuestas en campo, puesto que dicho sustrato influye directamente en su vigor, crecimiento y desempeño.

Ya en su preparación, es posible usar una parte de arena más dos de tierra, sumada a una de corteza desmenuzada, aserrín, cascarilla de arroz u hojarasca descompuesta para mejorar su textura y volumen, añadiendo fertilizantes (El Semillero, 2000)

1.4.6 Fertilización en vivero. El uso de fertilizantes en el vivero, ayuda a un adecuado desarrollo de las plantas, cuando la tierra usada es pobre en nutrientes. El nivel de estos, puede determinarse en el sustrato utilizado en el vivero recurriendo a un análisis del suelo (Trujillo, 1995)

El nitrógeno es uno de los principales elementos utilizados en la fertilización vegetal ya que participa en un gran número de funciones en la planta pero su exceso produce crecimiento exuberante en las plántulas del vivero lo cual es del todo inapropiado, porque origina plantas poco resistentes al trasplante y a la plantación, debido a que se produce poca lignificación (o endurecimiento de las células), convirtiendo la producción del vivero en débil y vulnerable. El uso de fertilizantes con nitrógeno debe adelantarse con mucha precaución evitando dosis excesivas, que puedan originar estos problemas. El nitrógeno se puede adicionar en forma de urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio o como componente de fertilizante compuesto. No es posible, con el nitrógeno u otros elementos, fijar una

dosis apropiada para el manejo de la fertilización, ya que ello depende de las características muy particulares de cada suelo (Trujillo, 1995).

El potasio estimula el endurecimiento de las plántulas por lo tanto aumenta el vigor y resistencia a las heladas; también participa en un buen número de actividades fisiológicas en la planta. Se puede adicionar en forma de cloruro de potasio, sulfatos solubles de potasio o haciendo parte de fertilizantes compuestos (Trujillo, 1995).

El fósforo el estimula principalmente el desarrollo radicular; normalmente se aplica en forma de superfosfato. Entre sus muchas funciones, participa en la generación de energía (ATP) que requiere la planta para su crecimiento y desarrollo (Trujillo, 1995).

Los elementos anotados NPK, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización: además de las consideraciones presentadas de a cada uno de los elementos, son múltiples las acciones de tipo fisiológico y bioquímico en que participan, junto con los otros elementos llamados menores como Boro (B), Calcio (Ca), entre otros. Comúnmente se encuentran fertilizantes conocidos solo por códigos numéricos, por ejemplo 10-30-10, 15-15-15, etc., esto indica la proporción en que se encuentran el nitrógeno, el fosforo y el potasio -NPK-, respectivamente (Trujillo, 1995).

Son variados los síntomas provocados en las plántulas debido a las deficiencias nutricionales, estas pueden presentar por ejemplo amarillamiento, enrojecimiento o entorchamiento de las hojas, reducción del crecimiento o muerte y poco endurecimiento. Cuando se presentan síntomas que evidencian un comportamiento anormal de las plántulas en el vivero, debe procederse a su corrección, mediante la adición de fertilizantes (Trujillo, 1995).

1.4.6.1 Fertilizantes orgánicos y químicos. Los fertilizantes orgánicos, como el compost o la gallinaza, se deben adicionar a la tierra del vivero, bien mezclados, normalmente una proporción de 1 parte de abono orgánico por 3 de tierra. Los fertilizantes químicos, tienen dos tipos de presentación sólidos y líquidos; los fertilizantes solidos pueden ser granulados, en pastillas o espolvoreados y se aplican en el vivero en la mezcla con la tierra destinada al llenado de las bolsas; se puede generalizar la adición de una parte de fertilizantes por 10 de tierra. Los fertilizantes líquidos, normalmente foliares, se pueden adicionar a las hojas mediante aspersión. Es indispensable, tener en cuenta las especificaciones del

producto, acerca de la forma de uso, preparación, dosificación y cuidado de cada producción especifica (Trujillo, 1995).

1.4.7 Las micorrizas. Son hongos especializados, que trabajan en asocio con las raíces de algunas plantas. Estos hongos son llamados simbióticos, porque durante la vida toman de la planta celulosas y algunos compuestos orgánicos básicos, que no pueden sintetizar y que les son necesarios para la vida. A la vez como contraprestación, le ayudan a fijar elementos como el fosforo y algunos minerales del suelo, que a la planta por si sola le es difícil asimilar, aumentando el campo de absorción de su raíz. La vida del hongo y el desarrollo de planta, son por tanto una serie de eventos de mutua necesidad, convirtiéndose en dependientes el uno del otro.

Se conocen muchos árboles que se asocian con los hongos micorrizógenos como el roble y el pino entre muchos otros. Aunque la investigación con especies tropicales es muy reciente, parece que la mayoría tiene algún tipo de micorriza. Se sabe que el asocio árbol-micorriza, estimula muy activamente el desarrollo de la planta, por lo cual es indispensable una adecuada inoculación de los hongos micorrizógenos a los árboles en etapa de vivero (Trujillo, 1995).

La mayoría de los hongos micorrizógenos, corresponden en la clasificación taxonómica a las familias *Agaricaceae* y *Boletaceae*, especialmente los géneros *Boletus*, *Amanita* y *Trichilema*. Las micorrizas se pueden agrupar en tres clases; las endotrofas, las ectotrofas y las ectendotróficas (Trujillo, 1995).

En las endotrofas, el hongo se localiza en la parte interna de la raíz y muchas veces se puede ver solo al microscopio. Por otro lado las ectotrofas, el hongo se localiza en la parte externa de la raíz, formando capas con espesor variable y muchas veces formando nódulos, que se presentan como tumoraciones usualmente blanquecinas alrededor de las raíces, fácilmente identificables a simple vista. Y por último las ectendotróficas, en algunas especies, existen hongos que se localizan en la parte interna, y la parte externa a la vez, a este grupo de hongos se les conocen con el nombre de ectendotróficos (Trujillo, 1995).

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

La meseta de Popayán está conformada por los municipios de Piendamó, Cajibio, El Tambo, Timbío y Popayán (CRC, 2006). Popayán cuenta con una altitud de 1738 m.s.n.m, tiene una precipitación promedio anual de 2000 a 2400 mm y el rango de temperatura oscila entre 18.9 y 16.4 °C (POT, 2002). La investigación se adelantó en las instalaciones del vivero forestal “Los robles”.

Este trabajo investigativo se desarrolló en tres etapas, la primera consistió en hacer unos recorridos en la meseta de Popayán para lograr identificar árboles de Balso (*O. pyramidale*) y Mandur (*V. lauriformis*) que cumplieran con características físicas adecuadas como el diámetro normal, densidad del follaje, tamaño y ángulo de crecimiento, descartando así árboles que estuvieran enfermos, con plagas y con mal aspecto físico. Para el caso específico del balso no se seleccionaron individuos jóvenes como proveedores de semillas.

Como segunda etapa se hicieron pruebas de laboratorio para las semillas forestales, este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de Biología de la facultad de Ciencias Exactas y de la Educción y el laboratorio de Semillas de la facultad de Ciencias Agropecuarias. La tercera etapa fue el análisis de germinación de las semillas y la evaluación del crecimiento de las plántulas, esto se estableció en el vivero forestal los Robles que está ubicado en la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE ARBOLES SEMILLEROS

En la selección de árboles semilleros para el balso y mandur se tuvo en cuenta las características fenotípicas como rectitud, diámetro de ramas**,** altura total, altura comercial diámetro normal, sanidad y desarrollo en general (Anexo A).

2.2.1 Árbol semillero de *O. pyramidale* la Variante. El primer árbol semillero se ubicó en la meseta de Popayán vía la variante a la altura de la Panamericana, este árbol se encuentra cerca del borde de carretera, a una altitud de 1818 m.s.n.m., en las coordenadas Latitud N: 02°29'44.3" y Longitud W: 076°34'25.4". El diámetro normal es de 24,19 cm, altura total promedio de 13.5 metros y una altura comercial aproximadamente de 2.5 metros.

Figura 3. Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) ubicado en el sector de la variante.

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

Para realizar la recolección de esta semilla se contó con la ayuda de un agricultor de la zona, que tenía una gran habilidad para escalar árboles y contaba con el equipo de protección, ya que la seguridad es un elemento de suma importancia cuando se van adelantar trabajos en las alturas.

2.2.2 Árbol semillero de *O. pyramidale* Retiro Bajo. Éste se encuentra en el barrio Retiro Bajo de la ciudad de Popayán, ubicado a la orilla del rio Ejido, a una altitud de 1748 m.s.n.m. con una latitud norte de 02°26'32" y una longitud W de 076°37'15,4". El diámetro normal es de 53,13 cm, y cuenta con una altura total de 22 m aproximadamente, la altura comercial es de 4.5 m.

Figura 4. Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) del barrio el Retiro Bajo.

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

La principal característica de este árbol es que está ubicado junto al rio Ejido, lo cual dificultó mucho la recolección de esta semilla, ya que la gran mayoría caía a su cauce malogrado la semilla, para evitar esto se utilizó una vara para recoger la semilla. Un aspecto muy importante fue el social ya que en el sector donde se encontró el árbol era muy solitario y con problemas de inseguridad.

2.2.3 Árbol semillero de *O. pyramidale* Tulcán. Esta fue la última fuente identificada y se encontraba ubicada en la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca, a una altitud de 1759 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son Latitud N 02°26'50" y de Longitud W 076°36'01,4". El diámetro normal es de 53,35 cm, la altura total es de 27 m y la altura comercial de 10.2 m.

Figura 5. Árbol semillero de la especie forestal balso (*O. pyramidale*) ubicada en la Facultad de Educación de la Universidad del Cauca (Tulcán).

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

La recolección de esta semilla fue mucho más sencillo que en los anteriores casos, debido a que algunos árboles de *O. pyramidale* que se encontraban en la Facultad fueron talados y por lo tanto el día en que eso ocurrió, se aprovechó para recolectar gran cantidad de semilla, ya que los árboles de *O. pyramidale* son por lo general muy altos y difíciles de escalar.

2.2.4 Árbol semillero de *V. lauriformis* Totoró. Esta fuente se encontró ubicada en el borde de la vía que del municipio de Popayán conduce al municipio de Totoró, en las coordenadas Latitud N 02°30'44.1" y Longitud W 076°32'17.0". Este sitio se encuentra a una altitud de 1884 m.s.n.m.; el diámetro normal es de 6.1 cm y una altura de 4 metros.

Figura 6. Árbol semillero de la especie forestal mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vía a Totoró.

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

2.2.5 Árbol semillero de *V. lauriformis* Rio Blanco. Se encontraba ubicada en la vereda Rio Blanco del municipio de Popayán, en las coordenadas Latitud N 02°30'17.8" y Longitud W 076°33'22.1". Este sitio se encontró a una altitud de 1762 m.s.n.m., el diámetro normal es de 7.29 cm y cuenta con una altura de 6 metros.

Figura 7. Árbol semillero de mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vereda Rio Blanco.

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

El propietario de la finca es el señor Ignacio Valencia, y la zona donde se encuentra la *V. lauriformis* es un sitio de la finca que está destinada a la ganadería, el suelo de este predio se ve realmente muy afectado a causa de la actividad que se desarrolla en ese lugar

2.2.6 Árbol semillero de *V. lauriformis* Santa Ana. Se encuentra ubicada en la vereda Santa Ana del municipio de Popayán, en las coordenadas Latitud N 02°28'06.7" y Longitud W 076°40'48.2". Este sitio se encontró a una altitud de 1786 m.s.n.m.; diámetro normal de 5.98 cm y una altura de 7 metros.

Figura 8. Árbol semillero de mandur (*V. lauriformis*) ubicado en la vereda Santa Ana.

Fuente: Quijano y Rengifo (2012).

El propietario del predio es el señor Jorge Arturo Bolaños, pero a diferencia de la anterior se realizó actividad ganadera en esta zona por mucho tiempo pero ahora con el aislamiento que el propietario ha hecho de su predio creció un pequeño bosque permitiendo el desarrollo de la *V. lauriformis* y de otras especies forestales siendo el roble (*Quercus humboldtii*) el más sobresaliente. En general la recolección de la semilla fue muy sencillo ya que esta es una especie arbustiva (Roca, 1993).

2.3 ALMACENAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS

2.3.1 *Ochroma pyramidale.* La semilla de esta especie es clasificada como ortodoxa, por esta razón para su conservación se fabricaron bolsas de tul por ser un material poroso para así permitir la aireación de la semilla conservándola fresca y almacenándose en un lugar donde no recibiera directamente la luz del sol.

Figura 9. Almacenamiento de frutos y semillas de la especie balso (*O. pyramidale*).

2.3.2 *Vismia lauriformis*. La semilla es pequeña y recalcitrante, característica por la cual la recolección se hizo el día anterior a la siembra en vivero para así garantizar la viabilidad de la misma.

Figura 10. Frutos y semillas de la especie forestal mandur (*V. lauriformis*).

2.4 TRABAJO DE LABORATORIO

Por ser elementos vivos y en actividad, las semillas pueden consumirse y perder su facultad para germinar, por lo tanto es indispensable conocer algunas técnicas para evaluar el grado de viabilidad y aspectos físicos de interés como la pureza, el peso y contenido de humedad.

2.4.1 Viabilidad de semillas de *Ochroma pyramidale* y *Vismia lauriformis*. La prueba de viabilidad para el *O. pyramidale* se siguió con la metodología del programa de investigación en semillas forestales nativas de CONIF, esta consistió en seleccionar un número de 25 semillas por árbol semillero, las cuales tuvieron un periodo de almacenamiento 2 a 4 meses, estas semillas se dejaron en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Después de este procedimiento se realizó a cada una de las 25 semillas un corte longitudinal que permitiera ver fácilmente el embrión de la semilla, luego se sumergieron en una solución de cloruro de 2-3-5 trifenil tetrazolio al 1% a una temperatura ambiente durante 48 horas en oscuridad (Rodríguez y Nieto, 1999).

En el caso del *V. lauriformis* debido al tamaño que tienen estas semillas no se les aplicó la prueba de tetrazolio, ya que es muy difícil realizar el corte longitudinal y hacer la respectiva observación de la coloración de la semilla sin contar con la suficiente experiencia para evitar cometer errores de interpretación, por esa razón la viabilidad de la semilla se infirió a partir de la germinación.

Figura 11. Test de tetrazolio de las semillas de balso (*O. pyramidale*).

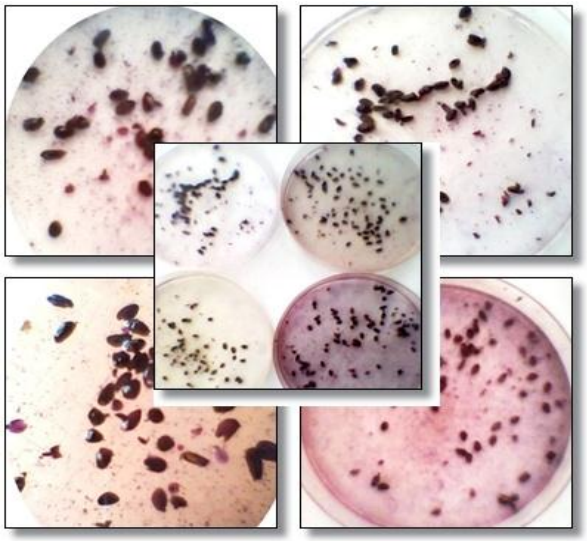
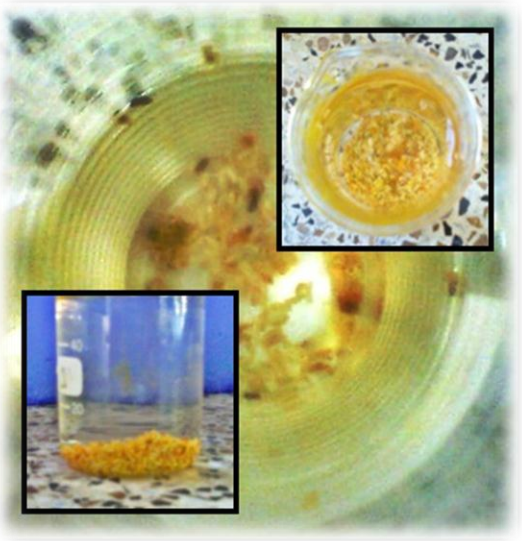


Figura 12. Tamaño de la semilla del mandur (*V. lauriformis*).



2.4.2 Pureza. La metodología que se utilizó fue tomar tres muestras de aproximadamente 2500 semillas del balso *O. pyramidale* y *V. lauriformis*, para evaluarlas independientemente y establecer su promedio, cada muestra fue sometida a un proceso de pesado y selección manual de las semillas y las impurezas, una vez se tienen los grupos se pesaron por aparte los componentes (semilla pura e impurezas).

2.4.3 Análisis de peso. El procedimiento que se usó para facilitar el trabajo, fue tomar las semillas puras seleccionadas en el ensayo anterior agrupándolas en 8 muestras o repeticiones de cien (100) semillas cada una; pesándolas por separado, tomando los valores de cada grupo para obtener la sumatoria y obtener el promedio como cifra representativa de todo el lote. Una vez hallado el peso promedio de 100 unidades, se calculó para 1.000 (Trujillo, 1995).

2.4.4 Contenido de humedad. Para calcular la cantidad de agua libre o contenido de humedad en las semillas, se tomaron dos muestras de 5 gramos y se trituraron, después se colocaron en la balanza de humedad marca precisa (laboratorio de biotecnología, Facultad de Ciencias Agropecuarias), transcurridos 20 minutos se retiraron y se registraron los datos, este proceso se hizo para las semillas de cada árbol semillero, de las dos especies forestales.

2.4.5 Análisis del sustrato para el trasplante. La muestra para realizar el análisis de suelo se sacó de un sustrato que está ubicado en la facultad de

Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, una vez escogido el sustrato con el cual se llenarían las bolsas para el repique, se tomaron tres muestras lo más limpias posibles de impurezas como rocas, ramas u otros elementos no deseados, posteriormente se mezclaron y se procedió a escoger una muestra de aproximadamente un kilo, esta fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia con sede en Palmira, Valle, donde se realizó el análisis del suelo (Anexo A).

2.5 TRABAJO EN VIVERO

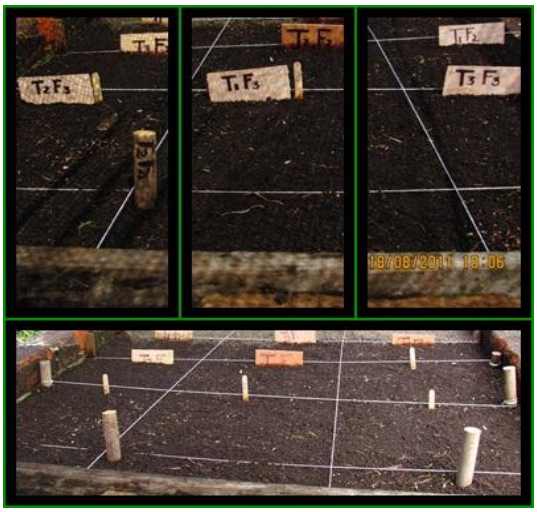
Se procedió a sembrar las semillas de *O. pyramidale* y *V. lauriformis* utilizando el método al voleo, después de haber sido analizadas las semillas en laboratorio. La etapa de vivero se dividió en dos fases germinación y crecimiento, estos procesos se controlaron por medio de diseños experimentales.

2.5.1 Diseños experimentales para la germinación. Para evaluar la geminación del *O. pyramidale* se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, el cual contemplo como bloques cuatro sustratos: tierra negra, 3-1 tierra negra y arena, 2-2 tierra negra y arena y por ultimo arena; los tratamientos fueron las semillas obtenidas de los árboles semilleros Retiro Bajo, la Variante y Tulcán. El tratamiento pregerminativo para todas las semillas fue inmersión en agua hirviendo dejándolas en reposo durante 24 horas, cada unidad experimental estuvo constituida por 30 semillas.

Figura 13. Diseño de germinación del balso (*O. pyramidale*) en el vivero forestal los Robles.

Para la *V. lauriformis* también se trabajó con un diseño experimental de bloques completos al azar, el cual contemplo como bloques las semillas obtenidas de los arboles semilleros Vía Totoró, Rio Blanco y Santa Ana, los tratamientos fueron los estados de maduración de los frutos, verde, intermedio y maduro, recomendado por Francisco Torres[3], al no encontrar información sobre el proceso de germinación para esta especie. El tratamiento pregerminativo para todas las semillas fue inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, cada unidad experimental estuvo constituida por 30 semillas.

Figura 14 . Diseño de germinación del mandur (*V. lauriformis*) en el vivero forestal los Robles.



Al no obtener resultados en el ensayo anterior, se planteó un diseño completo al azar, donde los tratamientos fueron las semillas obtenidas de los árboles semilleros Vía Totoró, Rio Blanco y Santa Ana con tres repeticiones. El tratamiento pregerminativo para todas las semillas fue inmersión en agua hirviendo dejándolas en reposo durante 24 horas, cada unidad experimental estuvo constituida por 30 semillas.

Después de transcurridos dos meses no se obtuvieron resultados positivos por lo que se realizó un nuevo experimento con un diseño experimental de bloques completos al azar, donde los bloques fueron 6 colores diferentes de papel celofán que permitieran observar la influencia de la fotoluminosidad en la germinación de las semillas. Los colores evaluados fueron amarillo, rojo, azul, verde violeta y el color transparente que fue el testigo; los tratamientos fueron Nitrato de Potasio al

[3] Ingeniero Forestal de la empresa Semicol Ltda.

0.2%, Ácido Sulfúrico al 5%, Ácido Clorhídrico al 5%, Aspirina al 0.5%, Tiourea al 1%, en estos la semillas se dejaron actuar durante 2 horas; por último como testigo se utilizó un tratamiento pregerminativo físico que consistió en inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. La unidad experimental fue de 30 semillas, todas las semillas previamente sometidas a una desinfección con solución de hipoclorito de sodio al 2.5%, durante 3 minutos. Esto se hizo de acuerdo a la recomendación de Oscar Darío Bermúdez[4], el experimento se montó en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca por un periodo de 4 meses (Anexo G).

Figura 15 . Diseño de tratamientos pregerminativos en laboratorio, semillas de mandur (*V. lauriformis*).

Para todos los diseños experimentales antes mencionados la variable de respuesta fue el número de semillas germinadas (Anexo H).

2.5.2 Diseño experimental para el crecimiento del *O. pyramidale*. Para evaluar el crecimiento de esta especie se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, el cual contemplo como bloques cuatro sustratos: tierra negra (testigo), tierra negra con Aboniza en proporción de 2-2, tierra negra con 0.2 gramos de N-P-K y por ultimo tierra negra Micorrizada en proporción 2-2, los tratamientos fueron las plántulas germinadas de Retiro Bajo, la Variante y Tulcán,

[4] M. Sc. Biólogo Docente de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca.

la unidad experimental con la cual se trabajó fue de 9 unidades obtenidas de la etapa de germinación. Se establecieron como variables de respuesta el número de hojas vivas y la altura medida en centímetros.

Figura 16 . Diseño de crecimiento del balso (*O. pyramidale*) en el vivero forestal Los Robles.

2.5.3 Relleno de bolsas de polietileno para la etapa de crecimiento del *O. pyramidale*. Se llenaron bolsas de polietileno con tierra negra a la cual previamente se le realizo el análisis de suelo, y con base en este se escogieron los diferentes abonos para evaluar el crecimiento (número de hojas vivas y altura) que tenían las plántulas en esta etapa del experimento. Las bolsas de polietileno se agruparon en cuatro bloques.

2.5.4 Trasplante en las bolsas para el crecimiento del *O. pyramidale*. Este proceso se realizó una vez las plántulas cumplieron dos meses en las eras de germinación, cada plántula tenía de 4 a 5 hojas.

Figura 17 . Plántula del balso (*O. pyramidale*), lista para el trasplante en las bolsas de polietileno.

Las plántulas se extrajeron con cuidado de la era de germinación, colocándolas en un balde con agua fresca, protegiéndolas del calor del sol por esta razón se escogió hacer el trasplante a las 6:00 de la mañana. Luego se sacó una a una la plántula y se colocó en la bolsa de polietileno según lo establecido en el diseño experimental para el crecimiento del *O. pyramidale*, teniendo mucho cuidado que las raíces queden bien extendidas hacia abajo.

Figura 18 . Plántulas de balso (*O. pyramidale*) en las eras de germinación antes de ser trasplantadas.

2.6 ANALISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

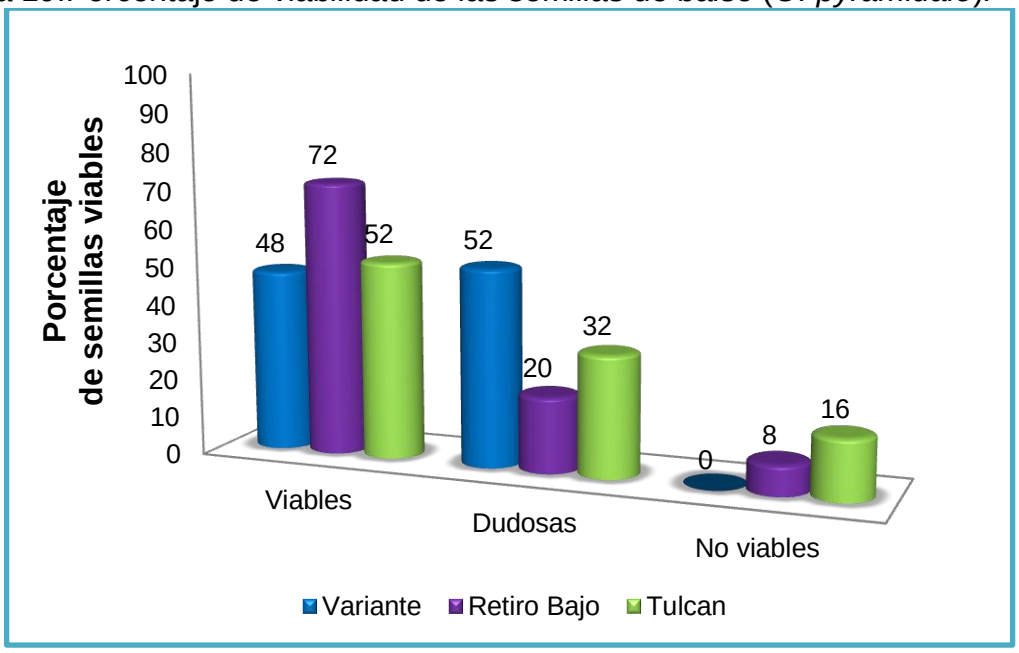
Se utilizó el programa Microsoft Excel para elaborar planillas electrónicas que permitieran ordenar y manipular los datos recopilados en el campo durante los siete meses. Con la ayuda del programa estadístico SPSS (Stadistical Packege For The Social Sciences) se evaluaron las variables número de semillas germinadas, número de hojas vivas y altura de la especie *Ochroma pyramidale* mientras que para la *V. lauriformis* se evaluó el número de semillas germinadas para luego interpretar los resultados arrojados por el programa de acuerdo a los objetivos planteados por este proyecto de investigación.

3. RESULTADOS

Análisis de resultados de las pruebas de laboratorio.

3.1 Viabilidad de las semillas de *Ochroma pyramidale*. Según la prueba de tetrazolio el árbol semillero que tuvo un mejor porcentaje de viabilidad fue Retiro Bajo con 72%, seguido de Tulcán con 52% y el de menor viabilidad fue Variante con 48% (figura 19).

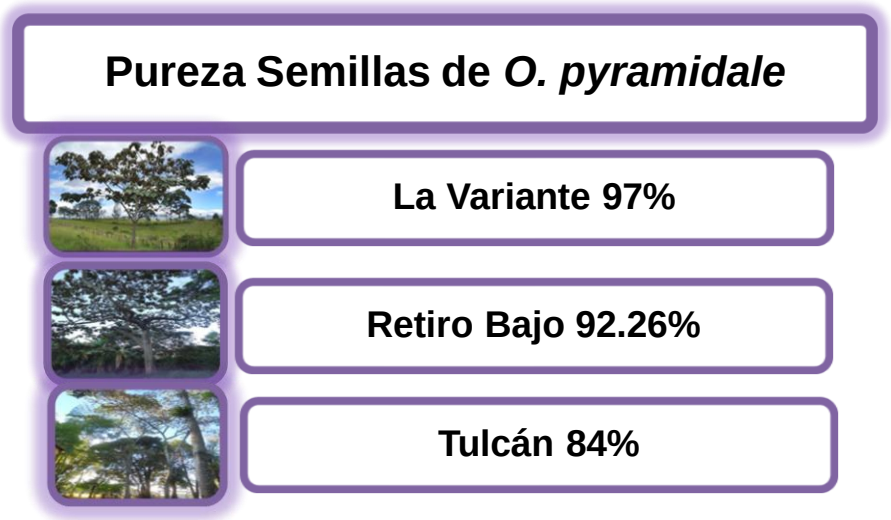
Figura 19.Porcentaje de viabilidad de las semillas de balso (*O. pyramidale*).



En general los porcentajes de viabilidad obtenidos de los diferentes arboles semilleros fue bajo comparándolos con lo referenciado por el Sistema de Información Forestal de México para el balso, el cual muestra un período de viabilidad mayor de 9 años con un porcentaje de viabilidad del 95% y en semillas de 49 años de edad se obtuvo un 35.5 % de germinación. En la práctica se observó que las semillas de la Variante tuvieron un mejor porcentaje de germinación y el menor porcentaje lo obtuvo Retiro Bajo, esto pudo haber sucedido por no contar con la suficiente experiencia para evitar cometer errores de interpretación en el laboratorio cuando se hizo la respectiva observación de la tinción de las semillas. Por otra parte la ola invernal que soportó el experimento en las eras de germinación, ocasiono perdida de semillas, lo cual fue determinante para no obtener mayores porcentajes de germinación.

3.2 Pureza de las semillas de *O. pyramidale*. El árbol semillero la Variante obtuvo un porcentaje de pureza del 97%, esto quiere decir que por cada 100 gramos de semilla 97 gramos corresponde a semilla pura y 3 gramos son impurezas. El árbol semillero Retiro Bajo alcanzó un porcentaje de pureza del 92.26% y 7,74% son impurezas. Por último el árbol semillero de Tulcán obtuvo un promedio de pureza del 84% y 16% son impurezas. En la figura 20 se muestran los resultados que se obtuvieron del análisis de pureza.

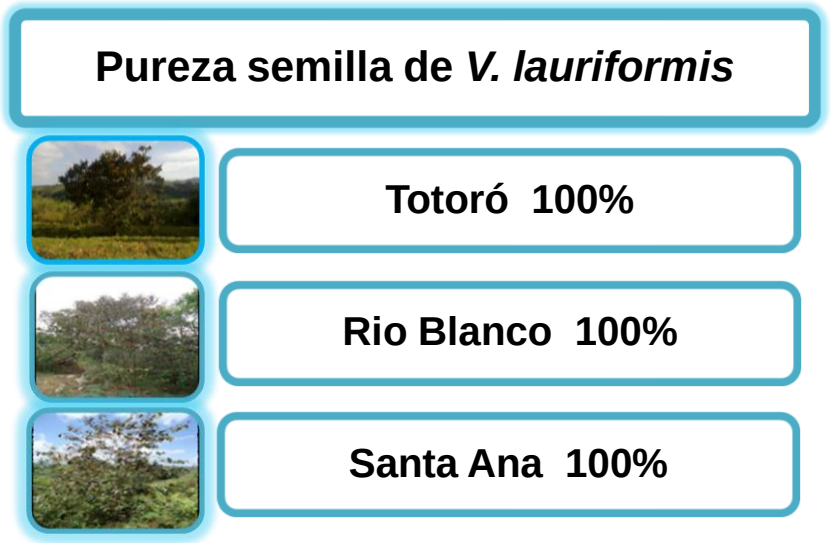
Figura 20.Resultados del análisis de pureza de las semillas de balso (*O. pyramidale*).



Según las pruebas realizadas en el laboratorio se puede observar que la semilla más pura proviene del árbol semillero de la Variante, y la semilla más impura proviene del árbol semillero Tulcán, esto pudo haber sido influenciado por que la recolección de gran parte de la semilla se hizo en el momento en que fue talado el árbol de Tulcán.

3.3 Pureza de las semillas de *V. lauriformis.* Para el caso particular de la *Vi. lauriformis* todas los arboles semilleros presentaron un nivel de pureza de 100%, es decir por cada 100 gramos de semilla, los 100 gramos de semilla pertenecen a semilla pura, esto es debido a que la semilla se encuentra dentro de una baya por lo tanto es imposible encontrar algún tipo de impureza que no pertenezca a la semilla. En la figura 21 se muestran los resultados que se obtuvieron del análisis de pureza.

Figura 21 . Resultados del análisis de pureza de las semillas de mandur (*V. lauriformis*).



3.4 Análisis de peso del *O. pyramidale.* Las semillas provenientes de Retiro Bajo fueron las que tuvieron un mayor peso; es decir el peso de mil semillas equivale a 7.21 gramos, mientras que las semillas de Tulcán pesaron 7.05 gramos y seguido de las semillas del árbol la Variante con un peso aproximado de 6.54 gramos. En la figura 22 se muestran los resultados que se obtuvieron del análisis de peso.

Figura 22. Resultados del análisis de peso de las semillas de balso (*O. pyramidale*).

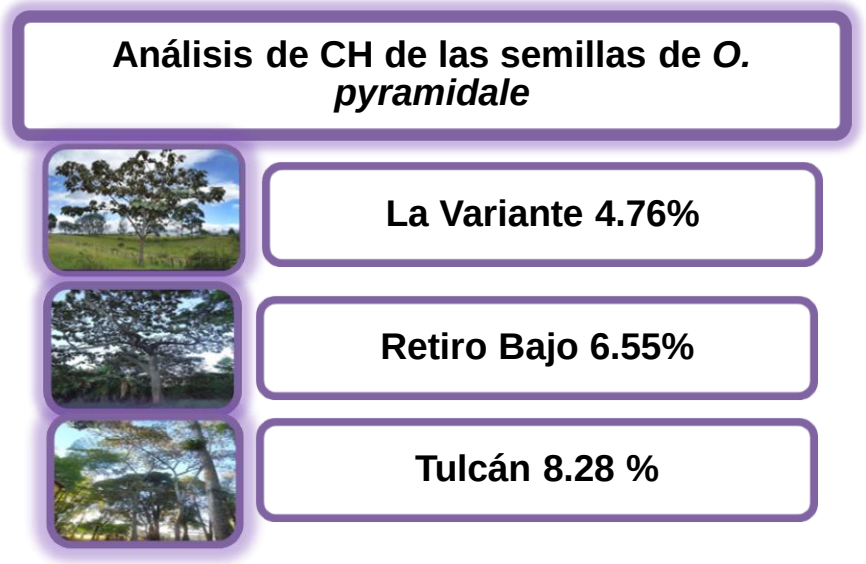
3.5 Análisis de peso de la *V. lauriformis*. Se obtuvo que las semillas procedentes del árbol semillero de Totoró fueron las que tuvieron un mayor peso; es decir el peso de mil semillas equivale a 7.21 gramos, las semillas de Rio Blanco y Santa Ana alcanzaron pesos muy similares 0.79 gramos y 0.74 gramos respectivamente, esto quiere decir que mil semillas de esta especie forestal pesa en promedio 0.81 gramos. En la figura 23 se muestran los resultados que se obtuvieron del análisis de peso.

Figura 23. Resultados del análisis de peso de las semillas de mandur (*V. lauriformis*).

3.6 Análisis de contenido de humedad del *O. pyramidale.* Se observó que la semilla extraída del *O. pyramidale* ubicado en Tulcán presento un 8.28 % de C.H siendo el más alto, esto debido a que el último grupo de semillas recolectadas se cosecharon de algunos de los árboles de balso (*O. pyramidale*) que fueron talados de esa zona. Además como ya se ha dicho anteriormente, cuando el fruto está maduro las semillas con lana son transportadas fácilmente por el viento (Tenny, 1928), por lo tanto estas últimas semillas recolectadas les puedo haber faltado tiempo de maduración.

Las semillas de Retiro Bajo obtuvieron 6.55% siendo las semillas de la Variante el más bajo con 4.76% de contenido de humedad.

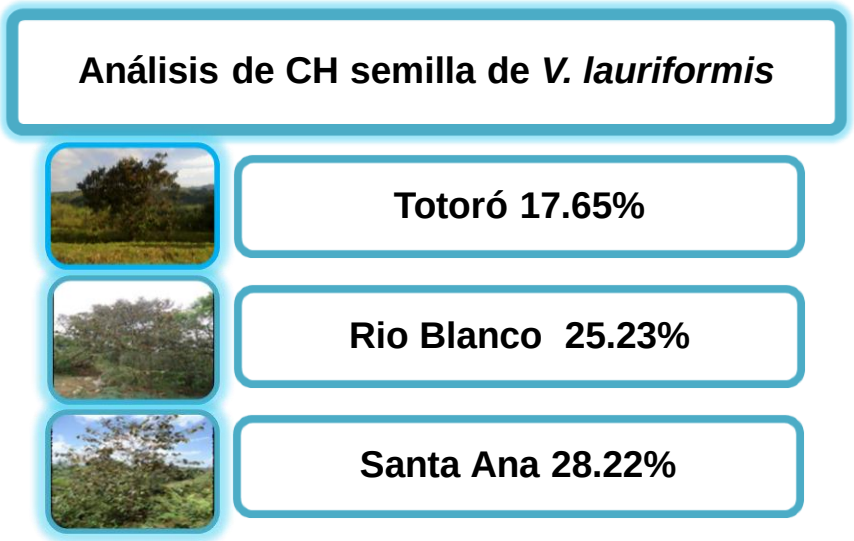
Figura 24. Resultados del análisis de peso de las semillas de balso (*O. pyramidale*).



El resultado fue el esperado en la prueba de CH, ya que las semillas de los arboles Retiro Bajo y Tulcán están dentro el rango de semillas ortodoxas o tolerantes al desecación 5% a 10%, y se observó que el árbol semillero la Variante no esta tan lejos del rango inferior de la clasificación citada por (Iriondo, 2001).

3.7 Análisis de contenido de humedad del *V. lauriformis*. El porcentaje más alto para el caso de *V. lauriformis* fue el ubicado en la vereda Santa Ana con 28.22%, seguido por el árbol semillero ubicado en la vereda el Rio Blanco con 25.23% y por último el contenido de humedad más bajo se encontró en las semillas del árbol ubicado en la vía a Totoró 17.65%. El resultado fue el esperado en la prueba de CH, ya que las semillas de los árboles de *V. lauriformis* están dentro el rango de 12% a 30% que las clasifica como semillas sensibles o recalcitrantes a la desecación (Chin y Roberts, 1980).

Figura 25. Resultados del análisis de CH de las semillas de mandur (*V. lauriformis*).

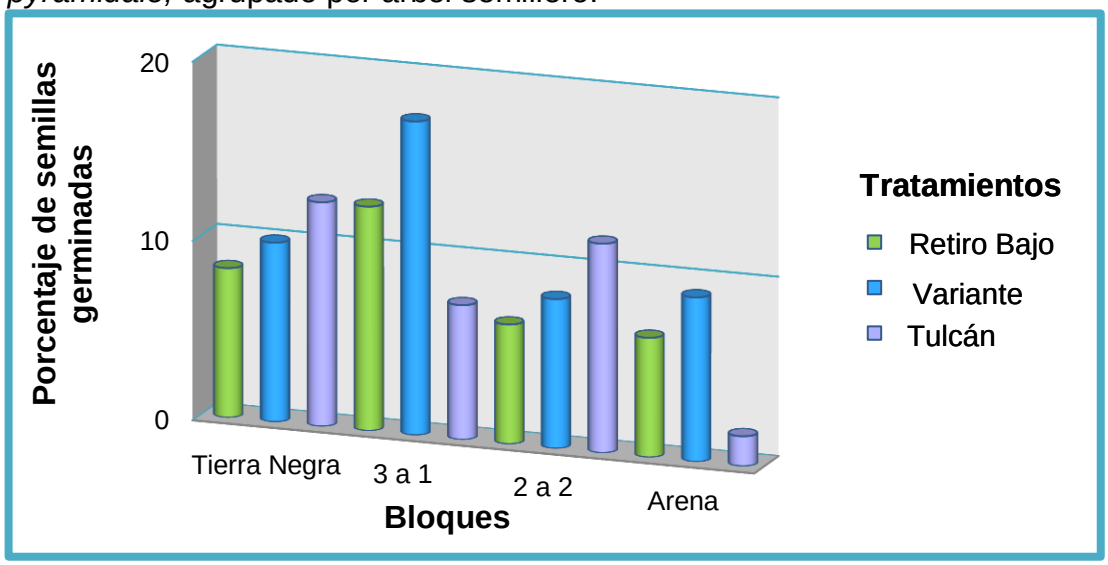


3.8 ANÁLISIS PARA LA GERMINACIÓN

3.8.1 Descriptivos para el *Ochroma pyramidale*. Los datos que se relacionan a continuación pertenecen a la última medición hecha a los dos meses de establecido.

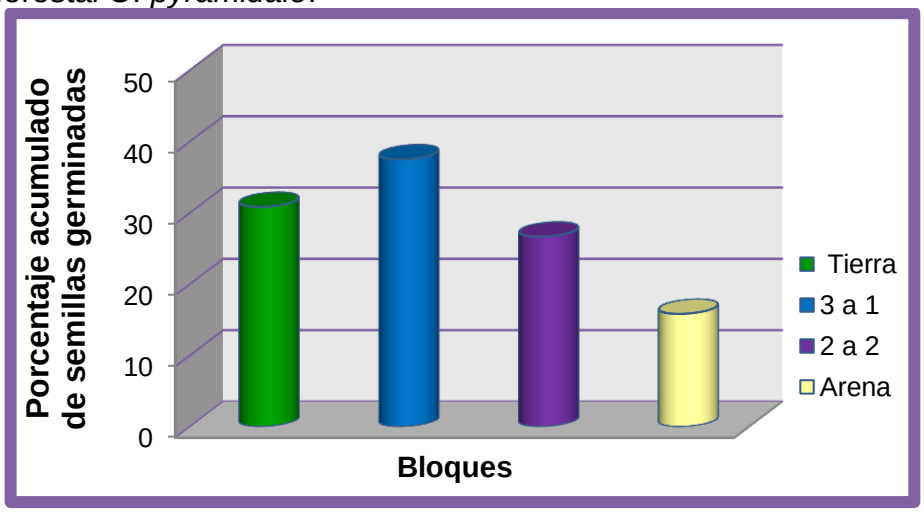
Se observó que en el sustrato de tierra negra; Tulcán obtuvo 13%, el cual fue el mejor porcentaje de semillas germinadas. En el sustrato de proporción 3-1 el mejor árbol semillero fue la Variante con 18% de semillas germinadas. En el sustrato de tierra negra con arena en proporción de 2-2 fue Tulcán con un 12% de semillas germinadas. Mientras que en el sustrato de arena la Variante obtuvo un 9% de semillas germinadas (figura, 26).

Figura 26. Porcentaje de semillas germinadas y sustratos para la especie forestal *O. pyramidale,* agrupado por árbol semillero.



Los porcentajes acumulados de la figura 27 muestran que el mejor sustrato para la germinación de las semillas de *O. pyramidale* fue la proporción de 3 a 1 con un 38%, seguido de Tierra Negra con un 31%, la proporción de tierra negra y arena 2 a 2 alcanzo un 27%, mientras que la proporción de arena obtuvo el menor porcentaje con un 16% de semillas germinadas.

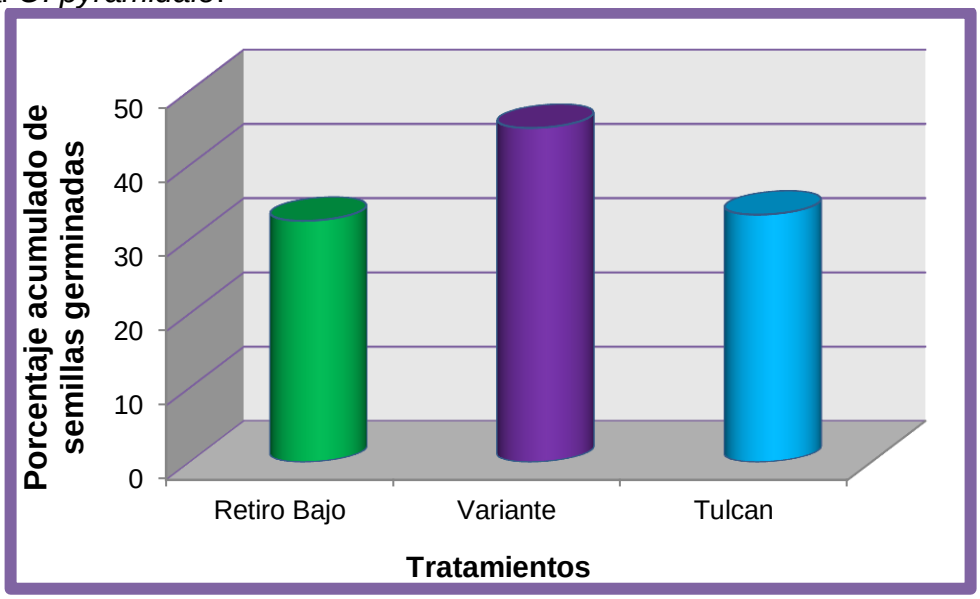
Figura 27.Sustratos y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *O. pyramidale*.



Según los resultados el mejor sustrato a utilizar es el poroso, colocando la semilla superficialmente y manteniéndola bajo luz directa del sol, con adecuada humedad. La germinación normalmente es alta (>70%) y se inicia de 5 a 7 días después de la siembra (Butterfield R. 1995; Francis, 1991). Además se debe considerar que la tierra utilizada en la germinación debe ser liviana y fina, y que una mala aplicación del riego puede fácilmente descubrir las semillas, lo cual incidirá en gran medida en la cantidad a germinar. La mejor manera de regar es utilizar un atomizador de agua manual, evitando que las semillas se destapen por uso de gota gruesa o riego vigoroso. (El Semillero, 2000). De acuerdo a lo anterior el mejor sustrato fue tierra con arena en la proporción 3 a 1, esto debido a que el sustrato suelto, favorece la penetración de la raíz y el desarrollo de la plántula (Chacón y Garcés, 2009). Sin embargo el porcentaje acumulado de germinación obtenido para el sustrato 3 a 1 fue menor al 50% lo cual es muy bajo en comparación con la literatura citada (Butterfield R. 1995). Esto pudo haber sido influenciado por la pérdida de semillas sufrida a causa de la gran ola invernal que afecto la etapa de germinación y crecimiento del experimento.

La mejor fuente de semillas para el experimento fueron las obtenidas del árbol semillero la Variante con un porcentaje acumulado de 45%, mientras que Tulcán obtuvo un 33.33% y Retiro Bajo un 32,50% de semillas acumuladas (figura 28).

Figura 28. Árboles semilleros y porcentaje de semillas germinadas para la especie forestal *O. pyramidale*.



La germinación se experimenta de 8 a 54 días posteriores a la siembra. El porcentaje de germinación varía de 60 a 84%, según la calidad de la semilla.

(Rojas y Torres, 2009), en otras investigaciones realizadas para esta especie los porcentajes de semillas germinadas pueden variar desde un bajo porcentaje hasta más del 90 por ciento (Betancourt, 1968; Marshall, 1939). Mientras que las semillas sin tratamiento no superaron 24% de germinación (Butterfield, 1995).

La germinación se inició a los 15 días posteriores al a siembra, lo cual estuvo dentro del rango esperado, mientras que el porcentaje de semillas germinadas fue bajo con 45%, considerando que a todas las semillas evaluadas se le aplicó un tratamiento pregerminativo.

3.8.2 Análisis estadístico inferencial del *O. pyramidale.* Se pudo observar que no hubo diferencia significativa entre los árboles semilleros y entre los sustratos utilizados para la germinación de las semillas de *O. pyramidale*. Para una confiabilidad de 95%, el mejor promedio de germinación por sustrato lo obtuvo 3-1 con 15.00 semillas, y el promedio más bajo fue Arena con 6.33 semillas (cuadro 1). Mientras que el mejor promedio de germinación por árbol semillero fue la Variante con 13.50 semillas y el promedio más bajo lo obtuvo Retiro Bajo con 9.75 semillas (cuadro 2).

Cuadro 1 . Análisis estadístico descriptivo, para la variable número de semillas germinadas.

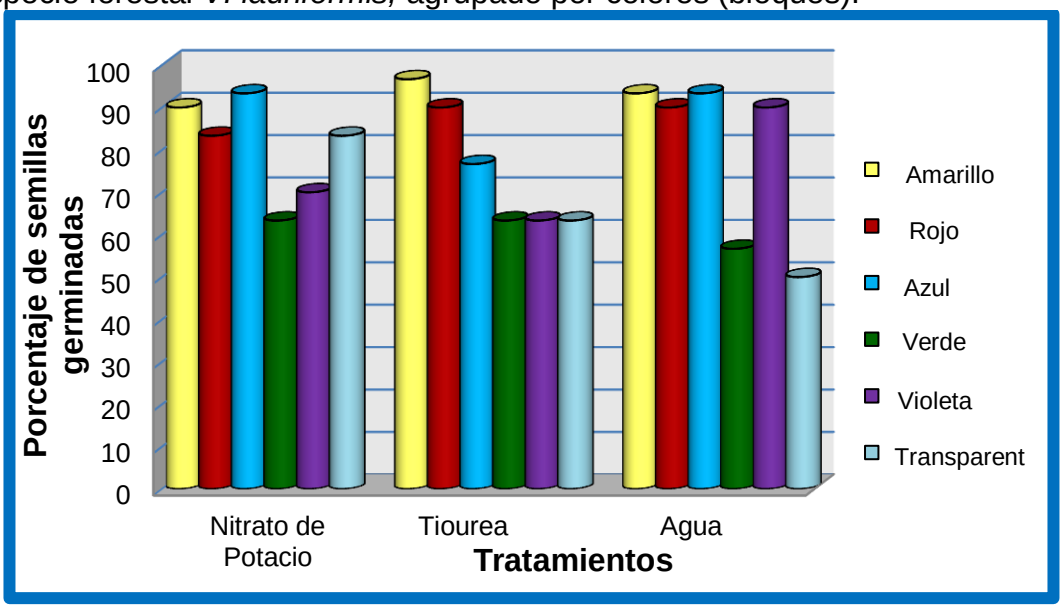
Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente: semillas germinadas				
TRATAMIENTOS	**BLOQUES**	**Media**	**Desviación típica**	**N**
Total	Tierra negra	12,33	2,517	3
	3-1	15,00	6,000	3
	2-2	10,67	3,055	3
	Arena	6,33	4,509	3
	Total	11,08	4,889	12

Cuadro 2 . Análisis estadístico descriptivo, para la variable número de semillas germinadas.

Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente : Semillas germinadas				
BLOQUES	**TRATAMIENTOS**	**Media**	**Desviación típica**	**N**
Total	Retiro Bajo	9.75	3.862	4
	Variante	13.50	5.066	4
	Tulcán	10.00	5.944	4
	Total	11.08	4.889	12

3.8.3 Descriptivos para la *Vismia lauriformis.* Se observó que en el tratamiento pregerminativo Nitrato de potasio el color azul obtuvo el mejor porcentaje de germinación 93,33%. En el tratamiento de Tiourea, el color amarillo fue el más sobresaliente con 96.67% de semillas germinadas. Mientras que en el tratamiento testigo Agua el color amarillo y el azul obtuvieron un 93.33% de semillas germinadas, en los otros tratamientos que se utilizaron Aspirina, Ácido clorhídrico y el Ácido sulfúrico el porcentaje de germinación fue de 0%, por lo cual esos tratamientos se excluyeron de la gráfica 29.

Figura 29. Porcentaje de semillas germinadas y tratamientos pregerminativos para la especie forestal *V. lauriformis,* agrupado por colores (bloques).

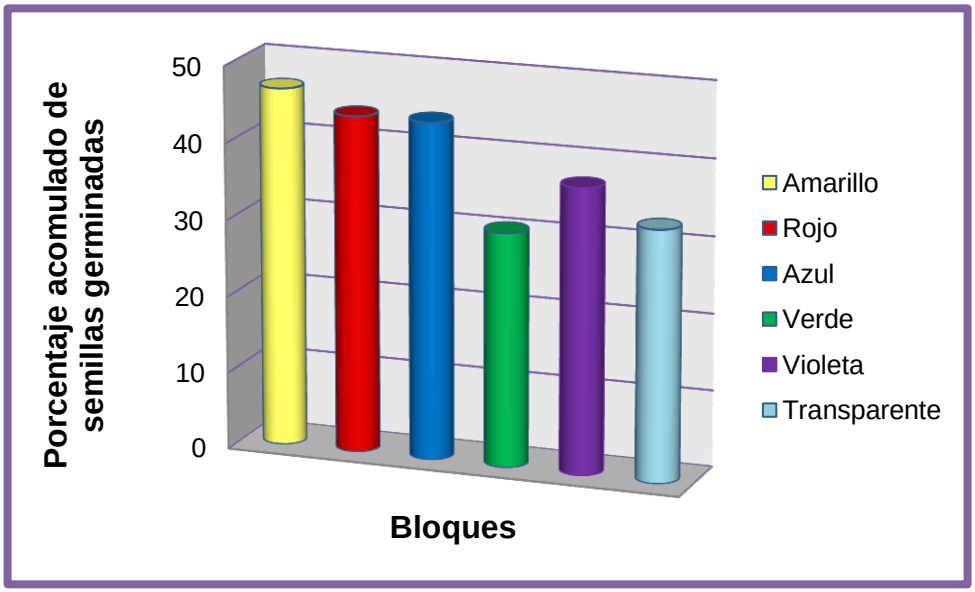


Los porcentajes de germinación en general oscilaron entre 50% y 96.67%, lo cual significa un buen porcentaje de germinación, mientras que en los tratamientos de

Aspirina, Ácido clorhídrico y Ácido sulfúrico el porcentaje de germinación fue de 0%, debido a la concentración y el tiempo de inmersión en los ácidos, con respecto al tamaño de las semillas de *V. lauriformis* según las observaciones hechas por Oscar Darío Bermúdez[5].

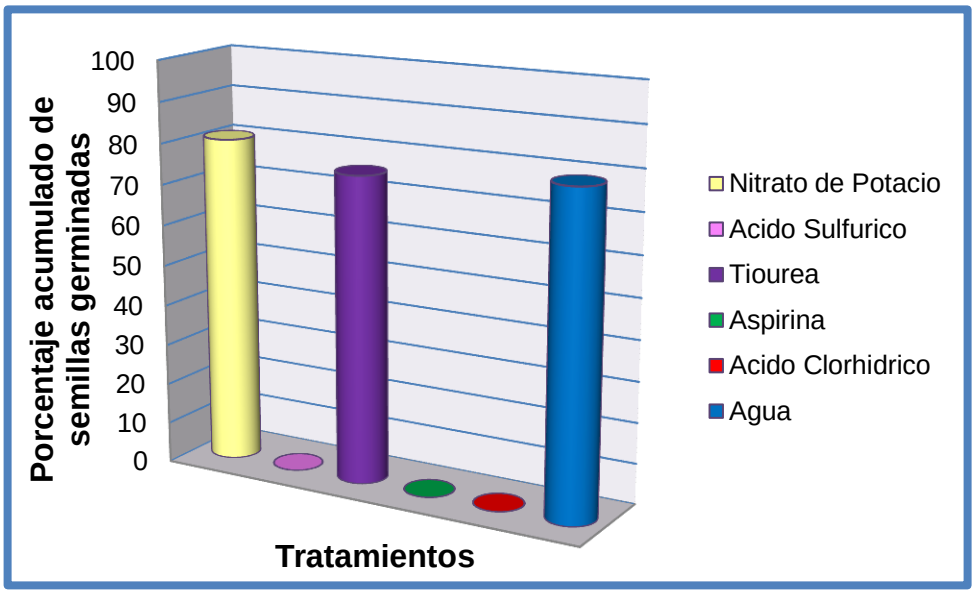
Los datos obtenidos para la fotoluminosidad muestran que el color con mayor porcentaje acumulado fue el amarillo con 46.67%, el rojo y el azul obtuvieron 43.89% de semillas germinadas, siendo estos colores los de mejor respuesta germinativa. Estos porcentajes acumulados no son muy altos debido a que tres de los tratamientos no germinaron, lo cual bajo significativamente el porcentaje acumulado para los colores usados en esta investigación como se observa en la Figura 30 (Anexo I).

Figura 30. Bloques (colores) y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *V. lauriformis*.



[5] M. Sc. Biólogo Docente de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca.

Figura 31. Tratamientos y porcentaje acumulado de semillas germinadas para la especie forestal *V. lauriformis*.



Los tratamientos Nitrato de potasio, Tiourea y Agua obtuvieron respectivamente 80.56%, 75.56% y 78.89% de semillas germinadas (figura 31). Al comparar los tratamientos con el testigo se observó un alto porcentaje de germinación lo cual puede estar relacionado con el proceso desinfección, esto probablemente actuó como un tratamiento pregerminativo Oscar Darío Bermúdez[6].

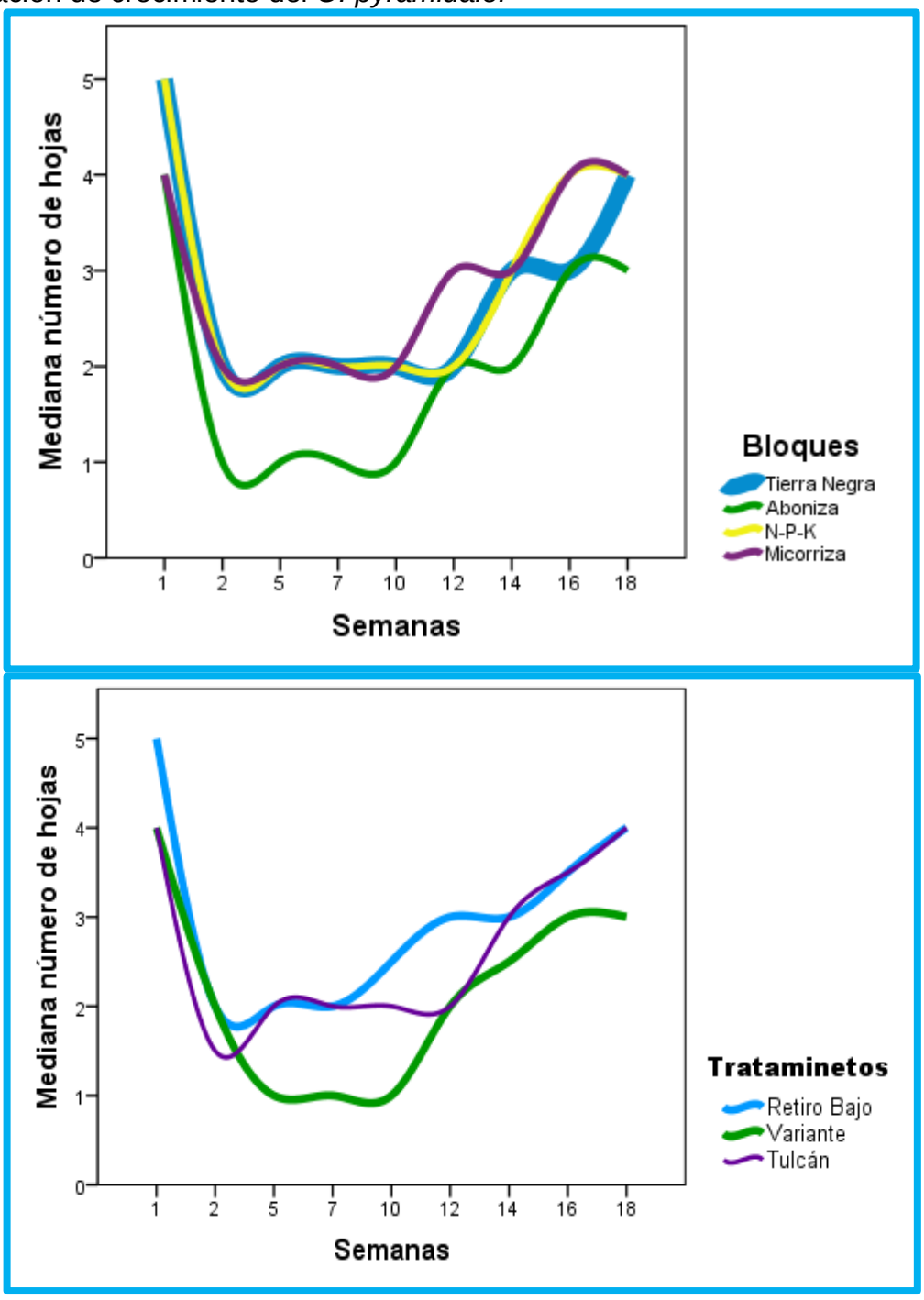
3.8.4 Análisis estadístico inferencial para la germinación de la *V. lauriformis.* Para una confiabilidad del 95%, se determinó que los datos no presentaron distribución normal ni varianza homogénea por lo tanto se llegó a la conclusión que no cumplen con los requisitos para aplicar una prueba paramétrica, la alternativa no paramétrica que se utilizó es la prueba de Kruskal-Wallis la cual presento que no hay diferencia significativa entre los tratamientos (significancia de 0.408) y los bloques (significancia de 0.284) evaluados, para la variable número de semillas germinadas.

[6] M. Sc. Biólogo Docente de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca.

3.9 ANÁLISIS PARA EL CRECIMIENTO.

3.9.1 Descriptivos *Ochroma pyramidale* para el número de hojas vivas. Tierra Micorrizada fue el mejor abono para esta variable ya que las micorrizas inciden favorablemente en el desarrollo de la planta (Xoconostle y Medrano, 2002); el sustrato de tierra negra presentó un mejor resultado después de la semana 12 junto al abono N-P-K y el menos favorable fue el abono orgánico Aboniza; esto causado por las proporciones usadas en el sustrato para el relleno de las bolsas, ya que se utilizó una proporción 2-2 de tierra negra y Aboniza, lo cual compacto el sustrato evitando la adecuada filtración del agua. También se obtuvo de las plántulas del árbol semillero Retiro Bajo el mejor comportamiento en el trascurso del tiempo, además también se presentó que las plántulas obtenidas del árbol semillero la Variante fueron las que más sufrieron, de hecho se recomienda la siembra directa en bolsas, ya que las plántulas son muy sensibles al trasplante (Butterfield, 1995) y además necesitan un suelo bien drenado (León y Muñoz, sf); de hecho se reporta que los árboles de balso mueren con facilidad debido a las inundaciones (Streets, 1962), el balso requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1500 mm anuales (Marshall, 1939), (figura 32).

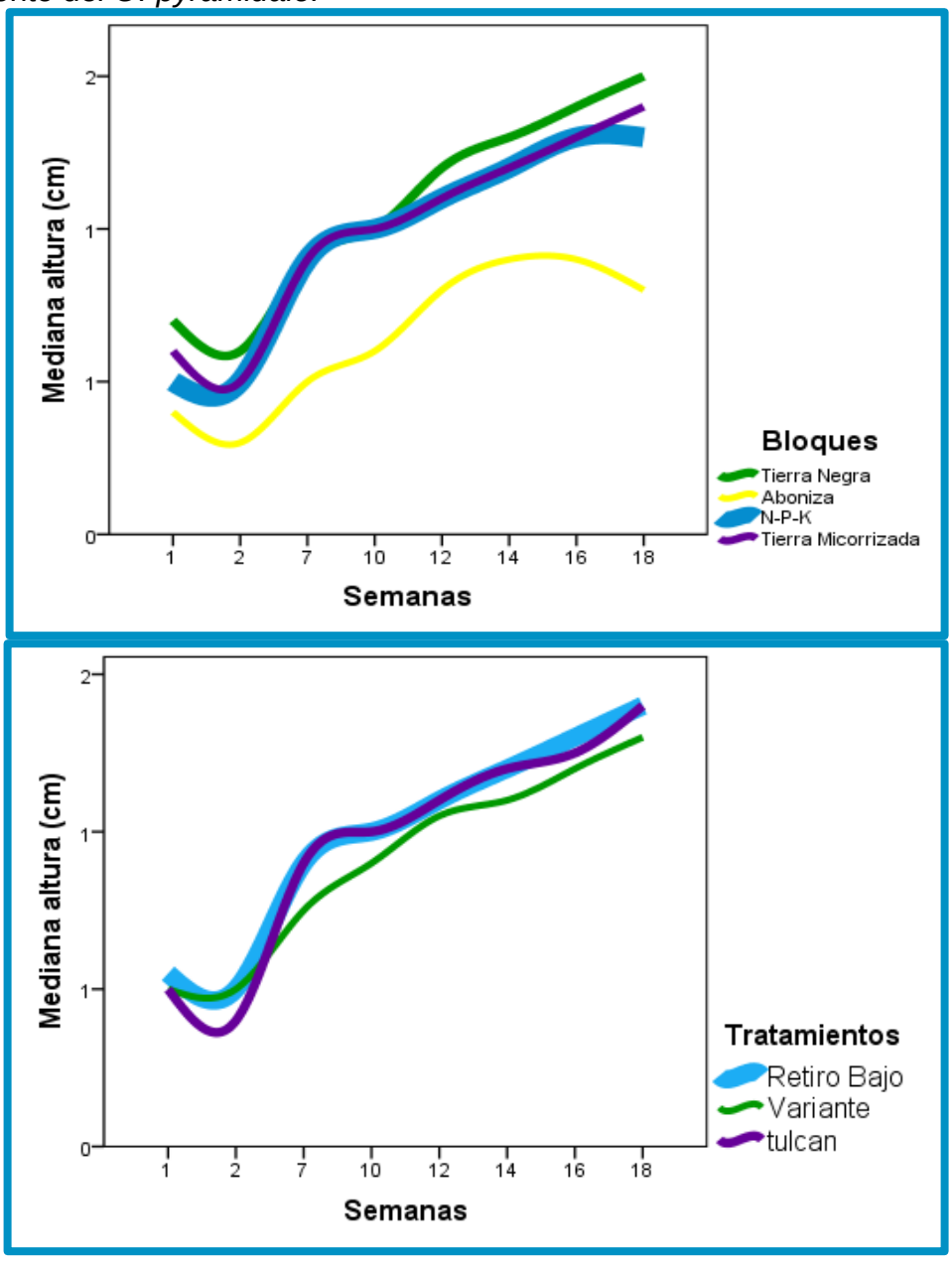
Figura 32. Mediana del número de hojas vivas para los bloques y tratamientos, evaluación de crecimiento del *O. pyramidale.*



3.9.2 Análisis descriptivo para el crecimiento del *Ochroma pyramidale* altura. Tierra negra fue el mejor abono para esta variable y el resultado menos favorable

fue el obtenido con el abono orgánico Aboniza. Además se obtuvo que las plántulas del árbol semillero Retiro Bajo presentaron un mejor comportamiento en el trascurso del tiempo, también se presentó que las plántulas obtenidas del árbol semillero la Variante fueron las de menor desarrollo (figura 33).

Figura 33. Mediana de altura para los bloques y tratamientos, evaluación de crecimiento del *O. pyramidale.*



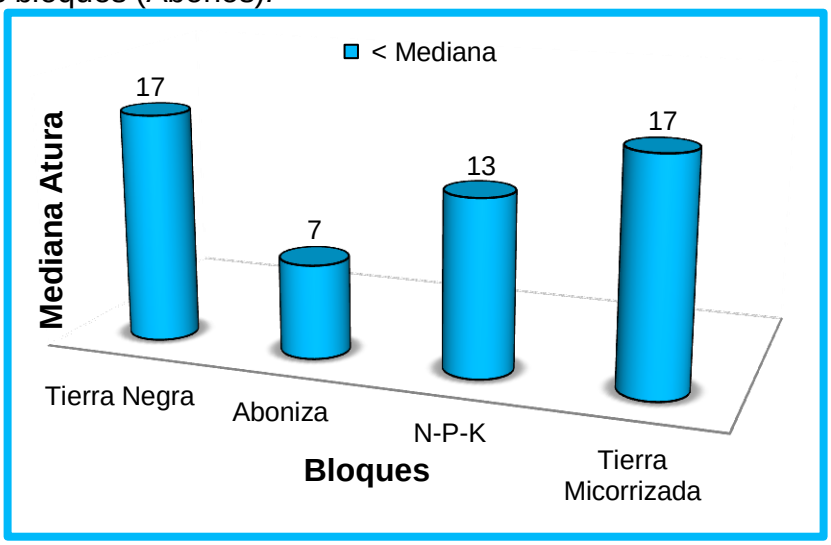
3.9.3 Análisis inferencial del crecimiento para el *Ochroma pyramidale.* Para una confiabilidad del 95%, se determinó que los datos no presentaron distribución normal ni varianza homogénea por lo tanto se llegó a la conclusión que no cumplen con los requisitos para aplicar una prueba paramétrica, la alternativa no paramétrica que se utilizó es la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Esta prueba compara las medianas de los niveles, y de esta manera se puede ver el nivel de significancia en los abonos y las plántulas, con respecto al crecimiento (altura medida en centímetros y número de hojas).

3.9.3.1 Análisis inferencial para el número de hojas. Para una confiabilidad del 95% la prueba de Kruskal-Wallis determinó que no hay diferencia significativa entre el número de hojas (significancia de 0.080) y la altura medida en centímetros (significancia de 0.620) con respecto a los arboles semilleros.

3.9.3.2 Análisis inferencial para la altura. Para una confiabilidad del 95% la prueba de Kruskal-Wallis determinó que no hay diferencia significativa entre el número de hojas (significancia de 0.168) con respecto a los sustratos; sin embargo si hay diferencia significativa con respecto a la altura medida en centímetros (significancia de 0.001).

Empleando la prueba de medianas de Kruskal-Wallis para la altura se pudo determinar que los abonos Tierra Negra (testigo) y tierra micorrizada tuvieron un mejor desempeño en comparación a los otros bloques (figura 33).

Figura 34. Prueba de mediana Kruskal-Wallis para evaluar la altura con respecto a los sustratos bloques (Abonos).



4. CONCLUSIONES

Se logró la identificación botánica del Mandur*, Vismia lauriformis,* ya que en el momento de recolección de la semilla no se tenía certeza sobre la especie objeto de estudio.

Se obtuvo de la especie forestal *O. pyramidale* una rápida germinación (15 días) teniendo en cuenta que Popayán se encuentra en el límite altitudinal de propagación. El mejor porcentaje de germinación fue el obtenido por el árbol semillero la Variante y el menor porcentaje de germinación lo obtuvo Retiro Bajo.

Se determinó para la germinación de las semillas del *O. pyramidale* que los mejores sustratos son los porosos, para este caso específico el mejor resultado lo obtuvo la proporción 3-1 de Tierra Negra y arena.

Se observó que no hay diferencias significativas entre los colores empleados para evaluar la fotoluminosidad y los tratamientos pregerminativos para la especie *Vismia lauriformis*.

Se obtuvo de la etapa de crecimiento del *O. pyramidale,* que no hubo diferencias significativas entre el número de hojas vivas y los árboles semilleros, para la variable altura se encontró que si hay una diferencia significativa entre esta y los diferentes abonos evaluados siendo el mejor abono tierra Micorrizada.

5. RECOMENDACIONES

Para la especie forestal *O. pyramidale* se recomienda la técnica de siembra directa en bolsa, para eliminar el uso de germinadores y trasplante ya que se observó que las plántulas sufren un gran estrés después del trasplante. Si se decide utilizar el germinador se recomienda realizar el trasplante una vez el material haya cumplido un mes de germinado.

Para la especie forestal *V. lauriformis* se recomienda disminuir las concentraciones y el tiempo de inmersión en los tratamientos pregerminativos químicos, especialmente en los ácidos clorhídrico, sulfúrico, aspirina y se recomienda evaluar el hipoclorito de sodio al 2.5% como un tratamiento pregerminativo

En el caso particular del abono orgánico Aboniza se recomienda disminuir la proporción empleada 2-2, ya que esta ocasiona que el sustrato se vuelva arcilloso dificultando la filtración de agua.

Ya que uno de los mejores sustratos (abono) en la evaluación de crecimiento, fue tierra Micorrizada se recomienda adelantar estudios acerca de las micorrizas asociadas a la especie forestal *O. pyramidale* ya que no se conoce mucho acerca de este tema.

Se recomienda adelantar un proceso de reforestación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, con las plántulas obtenidas en el presente trabajo investigativo y seguir adelantando estudios de crecimiento y mejoramiento de las técnicas de propagación, ya que el tiempo puede ser determinante para obtener mejores resultados y de esta manera seguir el proceso de la investigación que apenas se inició, ya que el *O. pyramidale* es una especie nativa.

Se recomienda adelantar un mejoramiento físico del vivero Forestal los Robles ya que esto incide en la producción de un buen material vegetativo y además incentivar las investigaciones adelantadas por los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, G., L. L. ARTEAGA Y M. I. MOYA. Proporción y velocidad de germinación de semillas de Vismia glaziovii (Guttiferae) obtenidas de las heces de murciélagos frugívoros. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 19: 101-106. (2006).

AIDE, T. M., ZIMMERMAN J. K., HERRERA L., ROSARIO M. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. Forest Ecology and Management, 77:77-86. (1995).

ARIAS, M.C. Botánica económica. Vol.1. (2002).

ARTEAGA, L. L., El tamaño de las semillas de *Vismia glaziovii* Ruhl. (Guttiferae) y su relación con la velocidad de germinación y tamaño de la plántula. (2004).

BETANCOURT, S. Monografía de la balsa o lanero. Técnica Forestal 3. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. Pp. 7. (1968).

BUTTERFIELD, R., Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 260, 41p. Pp. 735. (1995).

Caracterización ambiental preliminar de los humedales de la meseta de Popayán y Puracé en el departamento del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC (2006).

CONAFOR., Sistema Nacional de Información Forestal. Documento Electrónico. Ochroma pyramidale fichas técnicas de especies forestales publicadas por el Sistema Nacional de Información Forestal. Documento en internet. http://www.conafor.gob.mx/snif

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF, Manual de Viveros Forestales; Serie de Documentación N° 45 Pp. 19. Bogotá, Colombia. (2002).

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF, Errores Frecuentes en el Manejo de Semillas, Viveros y Plantaciones Forestales, Serie de Documentación N° 52 p. Bogotá, Colombia. (2004).

CHACON, J. A.; GARCES, G. E.; Apoyo en las actividades en el vivero forestal los Robles, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. (2009).

CHIN, H.F., ROBERTS E.H., Recalcitrant Crop Seeds. Tropical Press SDN. BHD, Kuala Lumpur. (1980).

CRAVIOTTO, R.M.; FARED, M.; MONTERO,M.S. Prueba de Tetrazolio. Patrones para la especie soja. Publicación Miscelánea Laboratorio de Semillas EEA Oliveros. Centro Regional Santa Fe. ISSN 0327-3377.Pp. 35. (1995).

ELLIS. R., HONG, T. D. ROBERST, E.H. An intermediate category of seed storage behaciour I coffee Journal of experimental botany. 41: 1167- 1176. (1990).

EL SEMILLERO. Documento electrónico. El vivero: Clave para una Plantación Productiva. Documento en Internet. (http://www.elsemillero.net/pdf/vivero_clave_plantacion.pdf) Revisado: (06/03/12). (2000).

FERREIRA L. V., PRANCE G. T. Ecosystem recovery in terra firmer forest after cutting and burning: a comparison on species richness, floristic composition and forest structure in the Jaú National Park, Amazonia. Botanical Journal of the Linnean Society, 130:97-110. (1999).

FINEGAN, B. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Col. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Nº5. CATIE, Turrialba, C.R. Pp. 29. (1992).

FINEGAN, B. Pattern and process in Neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. Trend in ecology and evolution, 11:119-124. (1996).

FRANCIS, John K. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. SO-ITF-SM-41. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Pp. 6. (1991).

GUARIGUATA, M. R., OSTERTAG G. R. Sucesión secundaria. En: M. Guariguata y G. Catan, eds. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica. Pp. 451-623. (2002).

IRIONDO, J. M ª. Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas (Revisión) Dpto. Biología Vegetal, E.U.I.T. Agrícola, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid. Pp. 10. (2001).

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. International Rules for Seed Testing. ISTA. Zurich, Switzerland. Suplement, rules 27:333. (1999).

LARA, W. Estudio edafológico del carbono en distintas coberturas vegetales de la región de Porce, Colombia. Trabajo de grado Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. (2003).

LEÓN, R., MUÑOZ, L. Maderas colombianas. Bogotá, Colombia: Fondo de Promoción de Exportaciones. Pp. 117. (s.f.).

LONDOÑO, Z. L. F. Huertos leñeros asociados a hornillas eficientes y hornos paneleros Cornare. Informe final pasantía. Santuario. (1996).

MARSHALL, R. C. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. Pp. 247. (1939).

MARZALINA, M., KRISHNAPILLAY B., Recalcitrant Seed Biotechnology. Applications to Rain Forest Conservation. En: Plant Conservation Biotechnology. Benson, E. (Ed.). Taylor & Francis, London, Pp. 265-276. (1999).

MESEN, F. “Establecimiento y manejo de rodales semilleros”. En: identificación selección y manejo de fuentes semilleras. CONIF: Serie técnica N₀ 32. Santafé de Bogotá. Pp. 75 - 83. (1995).

MORALES S., LEÓN. Fichas técnicas para clase de dendrología. (2003).

Municipio de Popayán. Plan de ordenamiento territorial. Documento técnico. (2002).

ORREGO S. A., DEL VALLE J. I. Existencias y tasas de incremento neto de la biomasa y del carbono en bosques primarios intervenidos y secundarios. Pp. 215-242. En: ORREGO S. A., DEL VALLE J.I, MORENO F. H. (eds.). Medición de captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: contribuciones para la mitigación del cambio climático. Medellín, Colombia. (2003).

O'DOWD, D.J. Foliar nectar production and ant activity on a Neotropical tree, Ochroma pyramidale. (1979).

QUIJANO, K., RENGIFO, M. Identificación y evaluación de fuentes semilleras de especies forestales en la meseta de Popayán - departamento del Cauca. Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Popayán, Cauca.: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias agropecuarias. Programa de Ingeniería Forestal. (2012).

ROCA. Guía de árboles de Bolivia. La Paz: Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden. Pp. 337-351. (1993).

ROCHE., PEÑA., OLIVERA., LOURDES., SORDO. Semillas de *Ochroma pyramidalis* (cav in lamb) urb (balsa) características, tratamiento pregerminativo y condiciones de germinación. (2005).

RODRÍGUEZ, R.J., NIETO R.V. Investigación en Semillas Forestales nativas. Serie técnica /N°.43. CONIF. Pp. 16, 51-54, 83. (1999).

ROJAS, F., TORRES, G. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 6(17). (2009).

STREETS, R. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. Pp. 750. (1962).

TENNY, F.A. Costa Rican balsa. Tropical Woods.15: 34-37. (1928).

TRUJILLO, E. Manejo de semillas, viveros; Santa fe de Bogotá D.C. Colombia. Pp. 150. (2000).

--------. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial, Bogotá Colombia. (1995).

--------. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de 52 especies forestales. PROFESOR. CATIE CR. Pp. 5. (2001)

VASQUEZ, A. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. (2001).

WIJDEVEN, S., KUZEE, M., HAAN, T. de, Secondary forest and succession: analysis of structure and species composition of abandoned pastures in the Monteverde Cloud Forest Reserve, Costa Rica. department of forestry, Agricultural University of Wageningen. Holland. (1994).

YOUNG, A.M. notes on the foraging of the giant tropical ant paraponera clava (formicidae: ponerinae) on two plants in tropical wet forest. (1977).

XOCONOSTLE, B.; MEDRANO, R. Impacto de la biotecnología agrícola en cultivos: el caso de las micorrizas. (2002).

ANEXOS

Anexo A. Registro fenotípico de árboles semilleros de balso *O. pyramidale* y mandur *V. lauriformis*

Árbol Semillero	DN (cm)	R	D.R.	HT.	H.C.	OBS
Variante	24,19	4	-1	13,5	2,5	
Tulcán	53,35	3	0	27	10,2	
Retiro Bajo	53,13	1	-1	22	4,5	
Totoró	6.11	1	0	4		
Rio Blanco	7,29	3	1	6		
Santa Ana	5,98	4	2	5		

R: Rectitud, **D.R.:** Diámetro de ramas**, H .T.:** Altura total**, H.C.:** Altura comercial

Anexo B.Resultado del análisis de suelos para el llenado de bolsas de polietileno.

LABORATORIO DE SUELOS AREA QUIMICA

ANALISIS DE SUELOS

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD		Resultado Analítico N°	011
Nombre:	Lady Paz Quijano - Román Stechauner		
Dirección y/o E-mail:	rstechauner@yahoo.com	Teléfono:	3153439403
Departamento:	Cauca	Municipio:	Popayan
Corregimiento ó Vereda:	NI	Finca:	Universidad del Cauca
Profundidad (cm)	20-30		
Fecha de Recibido:	25-Julio -2011		
Fecha de Entrega:	04-Agosto-2011		

Muestra Número	S-2487	S-	S-	S-	S-	S-
Lote Número	1	-	-	-	-	-
Altura (msnm):	1850	-	-	-	-	-
CARACTERIZACION						
pH (Relación 1:1)	4.8	-	-	-	-	-
Materia Orgánica (o/o)	5.1	-	-	-	-	-
Calcio Intercambiable (meq/100g)	4.6	-	-	-	-	-
Magnesio Intercambiable (meq/100 g)	2.6	-	-	-	-	-
Potasio Intercambiable (meq/100 g)	0.69	-	-	-	-	-
Sodio Intercambiable (meq/100 g)	ND	-	-	-	-	-
Capacidad de Intercambio (meq/100 g)	26.1	-	-	-	-	-
Aluminio Intercambiable (meq/100 g)	0.15	-	-	-	-	-
Fósforo Asimilable (ppm)	0.49	-	-	-	-	-
Textura al Tacto	FA	-	-	-	-	-
ELEMENTOS MENORES						
Cobre (ppm)	ND	-	-	-	-	-
Zinc (ppm)	0.12	-	-	-	-	-
Manganeso (ppm)	6.2	-	-	-	-	-
Hierro (ppm)	1.1	-	-	-	-	-
Boro (ppm)	ND	-	-	-	-	-

Rangos Para La Evaluación *

ELEMENTO	BAJO	MEDIO	ALTO
COBRE (ppm)	0.0 - 1.0	1.0 - 3.0	Mayor de 3.0
ZINC (ppm)	0.0 - 1.8	1.8 - 3.5	Mayor de 3.5
MANGANESO (ppm)	0.0 - 5.0	5.0 - 10.0	Mayor de 10.0
HIERRO (ppm)	0.0 - 25.0	25.0 - 50.0	Mayor de 50.0
BORO (ppm)	0.0 - 0.25	0.25 - 0.50	Mayor de 0.50

za de Lora, R. (1991). Instituto Colombiano Agropecuario Fertilización en Diversos Cultivos Quinta Aproximación. Bogotá ICA. 1992. 53 p (Manual de Asistencia Técnica No. 25)

TODOLOGIA:

oro: Bray II ó Olsen (Espectrometría)	Materia Orgánica: Walkley and Black (Espectrometría)
Peso/Volumen (Potenciométrico)	Capacidad de Intercambio Catiónico: Cloruro de Sodio (Titulación)
Olsen Modificado (Espectrometría)	Elementos Menores (Cu, Zn, Mn, Fe): Acetato de Amonio 1 N Neutro y EDTA 0.01M (Absorción Atómi
inio: Cloruro de Potasio 1 N (Titulación)	Bases (Ca, Mg, K, Na): Acetato de Amonio 1 Normal (Absorción Atómica)

SERVACIONES

datos son el promedio de tres (3) repeticiones. **Tener en cuenta: NA**- No Aplica **ND**- No Detectable

L MADRIÑÁN MOLINA
dinador de Laboratorio

Carrera 32 Barrio Chapinero Vía Candelaria, Edificio Leopoldo Rother Bloque C 2º Piso
PBX 2717000 Ext. 35151 / 35345 Telefax 2717051 Correo electrónico: lqsuelos@palmira.unal.edu.co
Palmira, Valle, Colombia

Anexo C . Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Noviembre, dos meses después del trasplante.

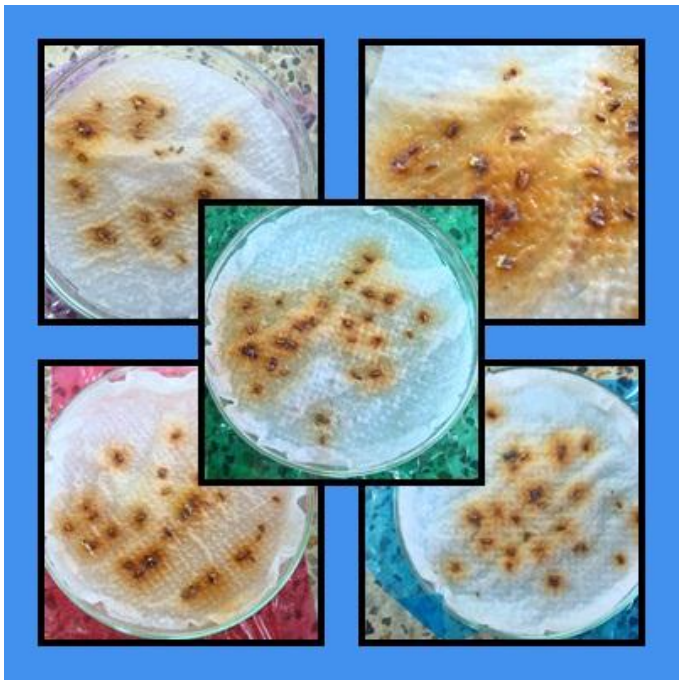
Anexo D. Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Diciembre, tres meses después del trasplante.

Anexo E . Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Enero, cuatro meses después del trasplante.

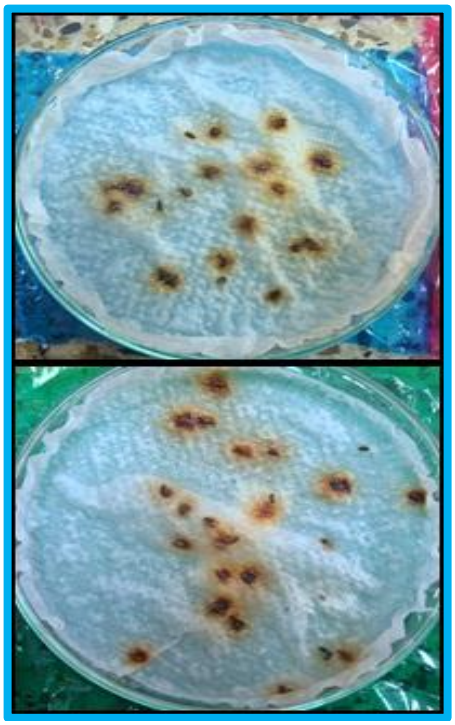
Anexo F. Fotografías del *O. pyramidale,* en la era de crecimiento del vivero forestal “Los Robles”. Tomada en el mes de Febrero, cinco meses después del trasplante.

T2R4
T2R2

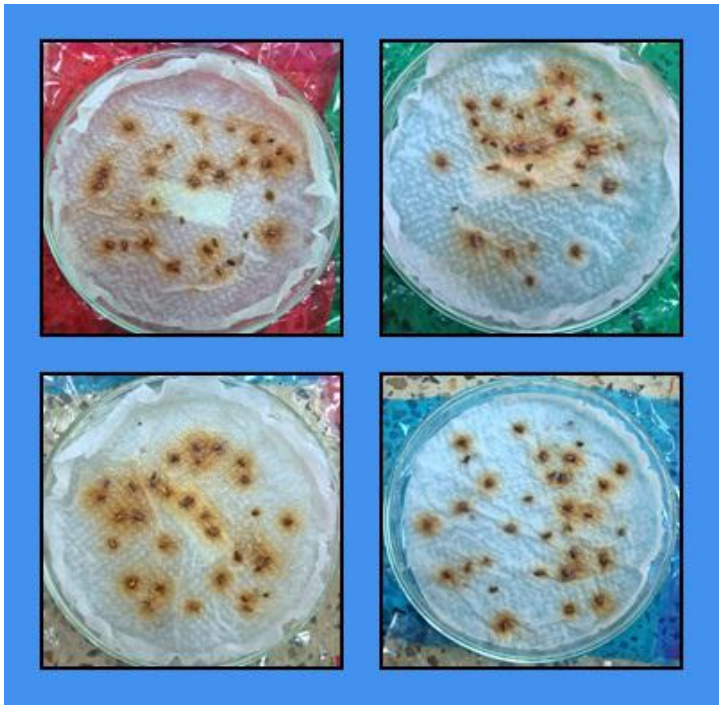
Anexo G.Tratamiento pregerminativo Tiourea para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.

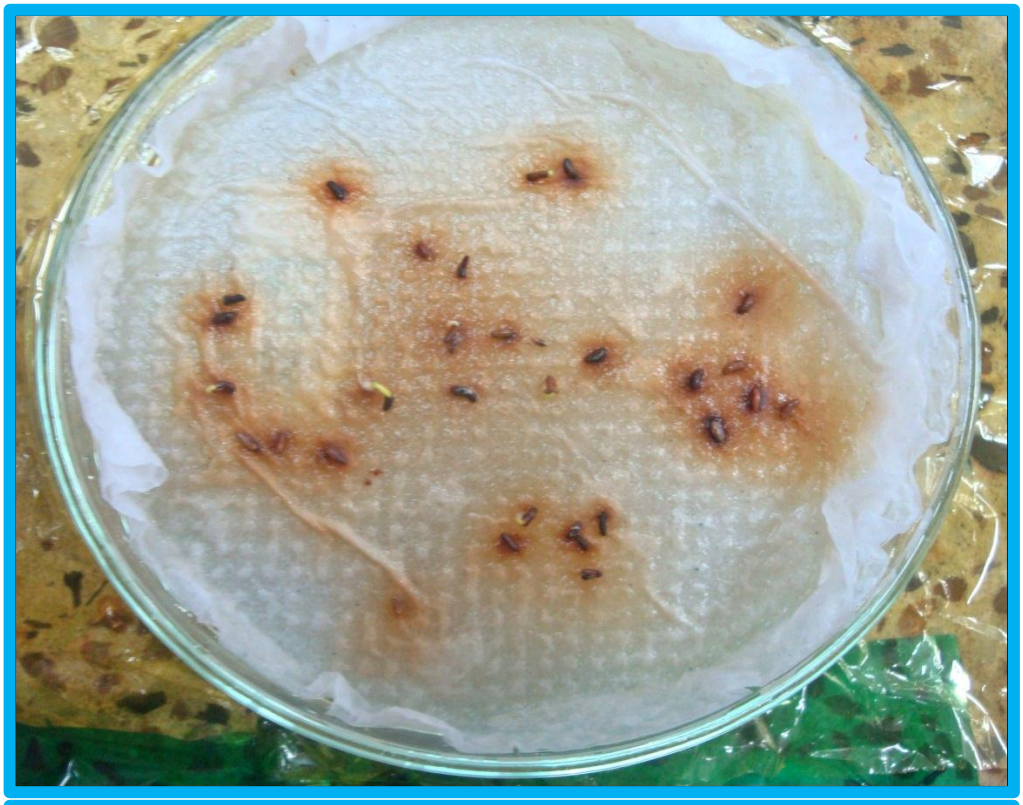


Anexo H.Tratamiento pregerminativo agua para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.



Anexo I.Tratamiento pregerminativo Nitrato de potasio para la germinación del mandur *V. lauriformis* en el laboratorio de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, de la Universidad del Cauca.





Anexo J.Trasplante del mandur *V. lauriformis* en vivero forestal los Robles, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.