



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Proyecto de investigación previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

TEMA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO EN LA PRODUCCIÓN DE *Gmelina arborea* Roxb (MELINA), *Tectona grandis* Lam. (TECA) Y *Ochroma pyramidale* Lam. (BALSA), EN LA ETAPA DE VÍVERO

AUTOR

ING. AGRO. ZAMBRANO ORTIZ ROBINSON ISMAEL

DIRECTOR

ING. HAYRON FABRICIO CANCHIGNIA MARTINEZ PHD.

QUEVEDO – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Proyecto de investigación previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

TEMA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO EN LA PRODUCCIÓN DE *Gmelina arborea* Roxb (MELINA), *Tectona grandis* Lam. (TECA) Y *Ochroma pyramidale* Lam. (BALSA), EN LA ETAPA DE VÍVERO

AUTOR

ING. AGRO. ZAMBRANO ORTIZ ROBINSON ISMAEL

DIRECTOR

ING. HAYRON FABRICIO CANCHIGNIA MARTINEZ PHD.

QUEVEDO – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

ING. HAYRON FABRICIO CANCHIGNIA MARTINEZ PHD. en calidad de Director del Proyecto de investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

CERTIFICA

Que el ING. AGRO. ZAMBRANO ORTIZ ROBINSON ISMAEL, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de investigación titulado. **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO EN LA PRODUCCIÓN DE *Gmelina arbórea* Roxb (MELINA), *Tectona grandis* Lam. (TECA) Y *Ochroma pyramidale* Lam. (BALSA), EN LA ETAPA DE VÍVERO”**, el mismo que se encuentra apto para la presentación y sustentación respectiva.

Quevedo, 11 de Septiembre del 2018

Ing. Hayron Canchignia Martínez PhD.
Director del Proyecto de Investigación

AUTORÍA

Los criterios, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones expuestas en el presente trabajo de investigación son de total y exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. Agro. Zambrano Ortiz Robinson Ismael

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con todo mi amor y cariño a mis amados padres Julia Ortiz e Ismael Zambrano que con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante en cada meta establecida en mi vida.

A mi compañera de vida Jinjer Coello que sin esperar nada a cambio compartió tristezas, frustraciones, alegrías y logros, estuvo apoyándome para que este sueño se haga realidad.

A mi amado hijo Daniel Zambrano por ser fuente de motivación e inspiración para superarme cada día.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

Infinitamente agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar en este mundo, por brindarme la fuerza para hacer posible el cumplimiento de esta meta.

A la Unidad de Posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, docentes y personal administrativo por el apoyo y dedicación en cada uno de los módulos.

Un inmenso agradecimiento al Dr. PhD Canchignia Martínez Hayron Fabricio por su trabajo tutorial en el proceso de la investigación.

Al Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas y esposa Diana Verónica Veliz Zamora por brindarme sus conocimientos en el transcurso de la investigación.

A toda mi familia, quienes me dieron su apoyo y cariño incondicional.

Les Agradezco mucho

PRÓLOGO

El presente trabajo de Post-Grado titulado “Efecto de la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en *Gmelina arborea* Roxb. (Melina), *Tectona grandis* Lam. (Teca) y *Ochroma pyramidale* Lam. (Balsa) en la etapa de vivero”, estudia la problemática de la producción de plántulas forestales, que radica principalmente en las condiciones técnicas que poseen la mayoría de los pequeños viveristas que no aseguran un buen desarrollo de las plantas forestales.

El buen desarrollo de las plántulas forestales durante las primeras semanas después de su emergencia asegura la calidad del material vegetal a sembrar. Solo la aplicación en conjunta de tecnologías y buenas prácticas agrícolas son el mecanismo para llegar a una producción forestal sostenible.

La evaluación de las plántulas a la aplicación de diferentes sustratos y promotores del crecimiento como son los compuestos sulfurados constituye una herramienta para determinar el mejor modelo de producción forestal de una forma más eficiente y sin la utilización de agroquímicos que contaminan los suelos.

Los resultados obtenidos dan las pautas para que los pequeños y grandes viveristas opten un modelo de producción forestal que se ajuste a sus posibilidades, con el objetivo de producir material vegetal de mayor calidad asegurando un óptimo desarrollo de los cultivos forestales y a su vez mejorando su rentabilidad.

Ing. For. Nicolás Cruz Rosero
CATEDRÁTICO INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE QUEVEDO

RESUMEN

G. arbórea, *T. grandis*, y *O. pyramidale* son especies forestales utilizadas en el establecimiento y manejo de bosques comerciales en Ecuador, pero su producción necesita de alternativas tecnológicas que ayuden a su sostenibilidad. Esta investigación tuvo como objetivo conocer el efecto de la utilización dos sustratos y la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en la etapa de vivero de estas tres especies. Los sustratos estuvieron compuestos por turba comercial *Lambert LM-19* y sustrato común compuesto por 50 % de tierra amarilla + 20 % de tamo de arroz quemado + 20 % de fibra de palma procesada + 10 de turba comercial. Por su parte la aplicación de compuestos sulfurados (Cs) consistió en incorporar al sustrato 4 µl de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo. Los tratamientos evaluados fueron las especies forestales combinadas con los dos tipos de sustratos y la aplicación del Cs. Se empleó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial con cinco repeticiones (3 x 2 x 2 + 5). Se determinó el potencial germinativo, el desarrollo vegetativo a los 10, 20 y 30 días después de la siembra (dds) y el beneficio neto de cada tratamiento. La aplicación de sulfuros no mostró diferencia significativa en ninguna de las variables evaluadas, por otra parte, la respuesta de las plántulas cultivadas en turba comercial fue superior al de sustrato común. La especie melina mostró el mayor desarrollo vegetativo a los 30 dds con promedios de AP de 10,27 cm; BA 0,19 g; LR 13,86 y BR 0,27 g. El T₁₀ compuesto por Balsa+ Turba - aplicación de Cs obtuvo el mayor beneficio neto con \$17,35.

Palabras clave: compuestos sulfurados, turba comercial, beneficio neto.

ABSTRACT

G. arborea, *T. grandis*, and *O. pyramidale* are forest species used in establishment and management of commercial forest in Ecuador, but its production need technological alternatives that helps its sustainability. This research aimed to know the effect of the use of two substrates and the application of allylsulfide and diallyl disulfide in the nursery stage of these three species. The substrates were composed of commercial peat, Lambert LM-19 and common substrate compound with 50 % of yellow earth, plus 20 % of burnt rice plus 20 % of processed palm fiber and plus 10% commercial peat. The other hand, the application of sulfur compound consisted in incorporating the substrate 4 ul of allyl sulfide and diallyl disulfide. The treatments evaluated were the forest species combined with two types of substrates and application or no of the sulfur compound. A completely design was employed with factorial arrangements with five repetitions ($3 * 2 * 2 + 5$). The germinative potential was determined, the vegetative development at 10, 20 and 30 day after sowing (das) and the cost effectiveness of each treatment. The application of sulfides didn't show a significant differences in any of the variables evaluated. On the other hand the responses of the plants cultivated in the commercial peat was superior to the common substrate. Melina species showed the highest vegetative development at the 30 das with average of AP 10,27 cm; BA 0,19 g; LR 13,86 and BR 0,27 g. The T10 composed of balsa plus peat commercial without application of sulfur compound it got the highest net benefit with \$17,35.

Keywords: sulfurated compounds, commercial peat, net profit.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
HOJA EN BLANCO.....	ii
COPIA DE PORTADA.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AUTORÍA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
PRÓLOGO.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I.....	19
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	20
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	20
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.3.1. Problema General.....	21
1.3.2. Problemas Derivados.....	21
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.5. OBJETIVOS	22
1.5.1. Objetivo General	22

1.5.2. Objetivos Específicos	22
1.6. JUSTIFICACIÓN	23
CAPÍTULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	25
2.1.1. Árbol.....	25
2.1.2. Control biológico.....	25
2.1.3. Viveros forestales	25
2.1.4. Viveros permanentes	25
2.1.5. Alila.....	26
2.1.6. Alicina	26
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	26
2.2.1. <i>Gmelina arborea Roxb.</i> (Melina)	26
2.2.1.1. Descripción morfológica	27
2.2.1.2. Ecología y Distribución de la especie.....	27
2.2.2. <i>Tectona grandis Lam.</i> (Teca)	27
2.2.2.1. Descripción morfológica de la especie	28
2.2.2.2. Sitios representativos en el Ecuador	28
2.2.3. <i>Ochroma pyramidale Lam.</i> (Balsa).....	29
2.2.3.1. Descripción morfológica de la especie	29
2.2.3.2. Ecología y distribución de la especie	30
2.2.4. Composición química de <i>Allium sativum L.</i> (Ajo).....	30
CAPÍTULO III.....	32
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	32

3.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.3.1. Población y muestra	34
3.3.1.1. Población	34
3.3.1.2. Muestra	35
3.3.2. Técnicas de investigación.....	35
3.3.3. Instrumentos de la Investigación.....	35
3.4. ELABORACIÓN DE MARCO TEÓRICO	35
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	36
3.5.1. Diseño experimental y análisis estadístico	36
3.5.2. Variables registradas	38
3.5.3. Relación beneficio/costo y rentabilidad.....	40
3.5.4. Manejo del experimento	41
CAPÍTULO IV	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE MELINA, TECA Y Balsa MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO	44
4.1.1. Porcentaje de germinación (PG %).....	44
4.2. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE MELINA, TECA Y Balsa EN LA ETAPA DE VIVERO	46
4.2.1. Altura de planta (AP).....	46

4.2.2. Diámetro del tallo (DT)	49
4.2.3. Biomasa aérea (BA).....	51
4.2.4. Longitud radicular (LR).....	54
4.2.5. Biomasa radicular (BR)	57
4.3. RENTABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOREGULADORES EN MELINA, TECA Y Balsa EN LA ETAPA DE VIVIERO	59
CAPÍTULO V	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Promedios del porcentaje de germinación (PG %). Los valores son la media de cinco repeticiones.	45
Tabla 4.2. Promedios de altura de planta (AP) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.	48
Tabla 4.3. Promedios de diámetro del tallo (DT) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.	50
Tabla 4.4. Promedios de biomasa aérea (BA) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.	53
Tabla 4.5. Promedios de longitud radicular (LR) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.	56
Tabla 4.6. Promedios de biomasa radicular (LR) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.	58
Tabla 4.7. Análisis económico de la producción de plántulas forestales utilizando diferentes sustratos y la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Promedio del porcentaje de germinación PG % por tratamiento; a, b, c, d, diferencias de promedio según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).....	45
Figura 4.2. Promedio de la altura de planta (AP) por tratamiento a los 10, 20 y 30 dds; a, b, c, d, diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).	48
Figura 4.3. Promedio del diámetro del tallo (DT) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).	51
Figura 4.4. Promedio de la biomasa aérea (BA) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).	54
Figura 4.5. Promedio de longitud radicular (LR) por tratamiento a los 10, 20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).	56
Figura 4.6. Promedio de longitud radicular (LR) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).	59

INTRODUCCIÓN

En química y biología un disulfuro se refiere al grupo funcional con la estructura general R-S-S-R', el enlace también es llamado enlace SS o puente disulfuro, generalmente se deriva del enlazamiento de dos grupos tiol. Mientras que el grupo funcional alilo es un grupo alqueno con formula CH₂=CH-CH₂-, está compuesto por un grupo vinilo CH₂=CH-, enlazado a un grupo metilo -CH₂-. Su nombre proviene del ajo, *Allium sativum*. Aporta propiedades alelopáticas lo que se le puede utilizar como elemento para control biológico de plagas y enfermedades (Rueda, 2013).

G.arbórea, *T. grandis*, *O. pyramidale* son especies forestales maderables que se cultivan de forma natural y en plantaciones comerciales debido las características de su madera, lo que las convierte en las especies forestales con mayor demanda en el mercado internacional, y por lo tanto mayor incremento económico.

Por lo mencionado estas especies forestales pueden tener el potencial para desarrollar grandes demandas de sobrevivencias, tasas de crecimiento y comercialización, en cuanto viveros y plantaciones de nuestro país, este estudio es un avance para determinar el sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo, como bio-controlador de crecimiento.

El objetivo de esta investigación es de evaluar el efecto de la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en la producción de *G.arbórea* Roxb. (Melina), *T. grandis* Lam. (Teca) y *O. pyramidale* Lam. (Balsa), en la etapa de vivero, al ser especies forestales de alto grado de importancia económica y ecológica para el establecimiento de plantaciones, asegurando una buena respuesta en crecimiento y sobrevivencia.

El proyecto de investigación está compuesto de cinco capítulos, en el primero se describe el marco contextual, el segundo capítulo abarca la fundamentación conceptual y teórica, sustentándose las variables de la investigación, el tercer capítulo hace referencia a la metodología en la cual se indica los métodos y técnicas utilizadas en la investigación, la construcción metodológica objeto de investigación, la elaboración del marco teórico, la recolección de la información empírica, la descripción de la información obtenida en la investigación.

El cuarto capítulo comprende el análisis e interpretación de los resultados y discusión de la investigación, el quinto capítulo hace referencia a las conclusiones y recomendaciones en función de los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

A nivel nacional existen cerca de 120 mil hectáreas con miras a convertirse en proyectos forestales (MAGAP, 2017), pero la baja producción de especies forestales por la escasa aplicación de tecnologías produce que la oferta no cubra la demanda nacional. Entre los problemas que afectan a los pequeños y grandes viveristas se encuentra el uso de sustratos contaminados y el bajo nivel de la germinación de las semillas utilizadas (Díaz et al. 2010)

Gran parte de los productores de plantas forestales no utilizan semillas certificadas, por lo que se exponen a tener bajos porcentajes de germinación y plántulas con características indeseables comercialmente (Díaz et al, 2010). La presencia de patógenos como *Fusarium*, *Ceratocystis* y *Erwinia* en los sustratos que son causantes de enfermedades como el *damping off* es cercana al 60%, ya que el origen de la tierra base no pasa por un proceso de desinfección (Vargas et al, 2017).

En base a esta problemática se realizó esta investigación en el vivero 3A COMPOSITES, ubicado en el Km 167 de la vía Quito - Los Bancos, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha, cuyas coordenadas geográficas son 0°06'27.3" LS 79°10'03.3" LO, donde se aplicó mecanismos basados en la implementación de tecnología para la producción forestal que contrarresten dicha problemática.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

La teca, melina y balsa son especies forestales que se cultivan de forma natural o en plantaciones, que presentan la mayor demanda en el mercado. Estas especies forestales

pueden tener el potencial para desarrollar grandes nichos por las características que presenta su madera.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

¿Qué efecto tiene la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en *G. arborea* (melina), *T. grandis* (teca) y *O. pyramidale* (balsa) en la etapa de vivero?

1.3.2. Problemas Derivados

¿Qué efecto tiene la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en el porcentaje de germinación de melina, teca y balsa?

¿Qué efecto tiene la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en el desarrollo de las plántulas de melina, teca y balsa durante la etapa de vivero?

¿Cuán rentable es la incorporación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo al sustrato de siembra para la producción de plántulas de melina, teca y balsa?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación se realizó mediante la evaluación del porcentaje de germinación y sobrevivencia de plántulas de *G. arborea*, *T. grandis*, y *O. pyramidale* al emplearse el sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo, que actúa como bioregulador.

CAMPO	: Ciencias Forestales.
ÁREA	: Vivero forestal
LINEA DE INVESTIGACIÓN	: Manejo silvicultural, aprovechamiento sostenible y transformación de los productos forestales de plantaciones y bosques naturales
ASPECTO	: Aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo
LUGAR	: Provincia de Pichincha – Puerto Quito
TIEMPO	: Abril 2017 a Julio 2018.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en la producción de *Gmelina arbórea* Roxb (Melina), *Tectona grandis* Lam. (Teca), *Ochroma pyramidale* Lam (Balsa), en la etapa de vivero.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer el porcentaje de germinación de melina, teca y balsa mediante la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en el desarrollo vegetativo de melina, teca y balsa en la etapa de vivero.
- Determinar la rentabilidad de la aplicación de bioreguladores en melina, teca y balsa en etapa de vivero.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El Ecuador produce cerca de 421 mil toneladas métricas (Tm) de madera al año y cerca del 70 % de esa madera se concentra en *G. arbórea*, *T. grandis*, y *O. pyramidale* que son especies forestales apreciadas por el consumidor mayorista y minorista para la elaboración de productos a base de madera (MAGAP, 2017).

El aumento en la demanda de plántulas forestales con características superiores que aseguren la calidad de los cultivos provoca que se busquen alternativas para llegar a esa meta.

La selección de un sustrato adecuado para el desarrollo óptimo de una plántula es el segundo punto más importante luego de la selección de semillas certificadas (Ruano et al. 2001). Las características más deseadas son una estructura porosa y que retenga la mayor cantidad de agua posible, lo que asegura un desarrollo acelerado del sistema radicular, que se traduce en plantas con características morfológicas superiores.

La utilización de bioregulador como los compuestos sulfurados es una forma para controlar el ataque de organismos fitopatógenos y a su vez favorecer el crecimiento de las plantas debido a la liberación de azufre medio de procesos de exudación, esto vuelve su uso en un mecanismo de asegurar la inocuidad y el desarrollo de los cultivos sin la utilización de agroquímicos (López, 2011).

Ante esta situación evaluar el efecto de la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en la producción de melina, teca y balsa es una forma de reducir el uso de agroquímicos y buscar alternativas para optimizar el crecimiento de las plántulas en la etapa de vivero.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Árbol

Especie leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tenga una copa más o menos definida (Departamento forestal, 2010).

2.1.2. Control biológico

“La regulación de un organismo como consecuencia de la actividad de otro, lográndose con ello un equilibrio poblacional”. Esta actividad en el ámbito de la agricultura, significa la regulación de la población de un organismo que está afectando al cultivo y generando pérdidas económicas (plaga), mediante la acción de otro que naturalmente ha sido diseñado para ejercer dicha función. Se busca con esto, estabilizar poblaciones y llevarlas por debajo del Nivel de Daño Económico (NDE) (Rodríguez, et al., 2010).

2.1.3. Viveros forestales

Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (Jiménez, S/f).

2.1.4. Viveros permanentes

Llamados también Fijos, son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Requieren de infraestructura formal (almacenes, invernaderos, etc.) bastante sólida (Jiménez, S/f).

2.1.5. Alila

El ajo es rico en compuestos de azufre, siendo el componente más importante la aliina (S-alil-L-cisteína sulfóxido). Cuando el ajo fresco se corta o se tritura, la (estable) aliina es convertida por la enzima aliinase en alicina (tiosulfonato dialilo) (Dermofarmacia. 2007).

2.1.6. Alicina

En la actualidad se conocen más de 100 compuestos biológicamente activos derivados del ajo. Sin embargo, la aliina es el compuesto órgano sulfurados que se encuentra en mayor proporción y constituye el substrato principal para la enzima aliinasa que, una vez liberada de su compartimiento intracelular por daño o lisis celular, lo transforma en el tiosulfato alicina, una sustancia inestable, incolora y óptimamente activa, que le confiere el olor característico al ajo y a la cual se le han descrito múltiples actividades biológicas (Ledezma & Apits, 2006).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. *Gmelina arborea* Roxb. (Melina)

Según APG II, la nomenclatura de la especie se clasifica de la siguiente manera:

Nomenclatura.

Reino	:	Plantae
División	:	Angiosperma
Clado	:	Core eudicots
Clado	:	Rosids
Orden	:	Lamiales
Familia	:	Lameaceae
Género	:	<i>Gmelina</i>
Especie	:	<i>arborea</i>

2.2.1.1. Descripción morfológica

- **Hábito:** árbol de copa amplia, de 30 m de altura y hasta 120cm de diámetro.
- **Tronco:** cónico, con ramas gruesas y bajas.
- **Corteza:** lisa de color pardo-gris a ceniza, con el paso del tiempo va adquiriendo un tono marrón y se vuelve más rugosa.
- **Hojas:** grandes, simples, opuestas, ovadas con base cordada.
- **Flores:** panículas terminales, densamente pubescentes, monoicas o hermafroditas, cuyas flores producen miel de excelente calidad (Roncancio, 2001).
- **Fruto:** drupa ovoide u oblonga, de 2 a 3 cm de largo, de color amarillo con un pericarpio coriáceo lustroso, pulpa de sabor dulce y hueso de textura dura, el fructificación es regular y abundante cada año (Vinueza, 2012).

2.2.1.2. Ecología y Distribución de la especie

Originario del Asia, en especial de la India en el Sub Himalaya, esporádicamente encontrado en el oeste y sur de India, se ha difundido a países del cinturón tropical; es un árbol razonablemente fuerte para su peso. Se cultiva en zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo de la región tropical; bosque húmedo montano bajo de la región subtropical (Vinueza, 2012).

2.2.2. *Tectona grandis Lam.* (Teca)

Según APG II, la nomenclatura de la especie se clasifica de la siguiente manera:

Nomenclatura.

Reino	:	Plantae
División	:	Angiosperma
Clado	:	Core eudicots
Clado	:	Rosids
Orden	:	Lamiales

Familia	:	Lameaaceae
Género	:	<i>Tectona</i>
Especie	:	<i>grandis</i>

2.2.2.1. Descripción morfológica de la especie

La teca es originaria de Birmania, Tailandia, y algunas regiones de la India. En América los primeros países en cultivarlo fueron Trinidad y Tobago.

- **Hábito:** árbol caducifolio, puede alcanzar 40 m de altura y diámetro de 2 m, (Fonseca, 2004).
- **Corteza:** en su parte exterior es de color castaño claro, escamosa y agrietada y en su interior decoloración blanquecina
- **Hojas:** opuestas ovaladas, verticiladas en plantas jóvenes, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, consistentes y ásperas al tacto.
- **Flores:** de cáliz campanulado, color amarillo verdoso, de borde dentado, los pétalos se juntan formando un tubo corto, 5 o 6 estambres insertados debajo del tubo de la corola, anteras amarillas, ovadas y oblongas.
- **Frutos:** son drupas pequeñas de color castaño claro y forma esférica, como el tamaño de una avellana, tetraloculares; están envueltos en un cáliz membranoso y persistente, semejante a una vejiguilla, plegada irregularmente; miden de 2 cm a 3 cm de diámetro.

2.2.2.2. Sitios representativos en el Ecuador

Para el desarrollo de la Teca De un total de 5,236.70 hectáreas plantadas, el 77% corresponde a Teca. Considerando el total de las plantaciones, que incluye las 3 provincias mencionadas anteriormente (Guayas, Los Ríos y Manabí), se puede observar que

indiscutiblemente existe una preferencia por la especie Teca, ya que esta presenta un estable desarrollo y un atractivo futuro comercial (ESPOL, 2004).

2.2.3. *Ochroma pyramidale* Lam. (Balsa)

Según APG II, la nomenclatura de la especie se clasifica de la siguiente manera:

Nomenclatura

Reino	:	Plantae
División	:	Angiosperma
Clado	:	Core eudicots
Clado	:	Rosids
Orden	:	Malvales
Familia	:	Malvaceae
Género	:	<i>Ochroma</i>
Especie	:	<i>pyramidale</i>

2.2.3.1. Descripción morfológica de la especie

Morfológicamente se describe a la especie como:

- **Hábito:** árbol alcanza hasta 30 m de altura y 70 cm de diámetro (Ecuador Forestal, s/f).
- **Corteza:** en su parte exterior es de color gris y lisa (Ecuador Forestal, s/f).
- **Hojas:** simples, alternas, pentalobuladas, grandes con pelitos en el envés, con el peciolo similar del tamaño de la lámina foliar (Ecuador Forestal, s/f).
- **Flores:** blancas, grandes, campanuladas y solitarias (Ecuador Forestal, s/f).
- **Frutos:** cápsula deshiscente, semillas pequeñas color negro, cubiertas de lana para facilitar su diseminación con el viento (Ecuador Forestal, s/f).

2.2.3.2. Ecología y distribución de la especie

Se encuentra ampliamente distribuida en México, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay. En Ecuador generalmente se distribuye en la zona costera y en la Amazonía (Ecuador Forestal, s/f).

2.2.4. Composición química de *Allium sativum* L. (Ajo)

El ajo está constituido por el bulbo subterráneo, conocido vulgarmente como cabeza de ajo, a su vez, está constituido por un número variable de bulbillos (los dientes), que están insertados sobre un eje aplastado (Dermofarmacia, 2007).

El ajo contiene numerosos componentes activos, de entre los que destacan sus compuestos azufrados. Si el bulbo está intacto y fresco, el componente mayoritario identificado es la alína o sulfóxido de S-alil-cisteína (aminoácido azufrado). La alína es una sustancia inodora e inestable, pero, además de ésta, en el bulbo intacto se encuentran otros compuestos azufrados solubles en medio acuoso, como son los sulfóxidos S-metil-L-cisteína y S-propenil-S-cisteína, S-glutatión, g-glutamyl-S-alil cisteína, y g-glutamyl-S-alil-mercapto-L-cisteína (Dermofarmacia, 2007).

Cuando los bulbos de ajo se almacenan a baja temperatura, la alína se mantiene inalterable, mientras que cuando el ajo es machacado o triturado, la alína se transforma en alicina y otros compuestos azufrados (tiosulfatos), por la acción de la enzima aliinasa. Estos últimos son muy inestables y se transforman con extrema rapidez en otros compuestos órgano sulfurados: sulfuro de dialilo, disulfuro de dialilo (mayoritario en la esencia de ajo), trisulfuro de dialilo y ajoenos, todos ellos solubles en medio oleoso, y son responsables en parte de sus efectos antioxidantes (Dermofarmacia, 2007).

Se ha considerado que el consumo de ajo, reduce la incidencia de cáncer de estómago debido a que inhibe la conversión bacteriana de nitrato a nitrito en el estómago, corroborado mediante estudios realizados en China e Italia. Además, tienen propiedades antibióticas y pueden actuar en contra del *Helicobacter pylori*, un causante de úlceras y conocido como un factor que aumenta el riesgo de cáncer de estómago. Conjuntamente bloquean la actividad de las toxinas producidas por bacterias y virus (Zimmerman, 2001).

Según Pintxo (2013), varios compuestos órgano sulfurados fueron examinados por su capacidad de inhibir la carcinogénesis inducida por nitrosodietilamina, y el más potente fue el dialil-disulfuro el cual redujo los tumores de estómago hasta un 90%. Por lo tanto, se demuestra que los compuestos que tienen el grupo alilo son más efectivos en la quimioprevención del cáncer que los que no presentan este grupo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La evaluación de la respuesta de las variables dependientes para así determinar causa y efecto y el control que posee el investigador sobre las independientes, transforman a esta investigación al de tipo experimental, utilizando procesos inductivos y analíticos para determinar los resultados de la misma.

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

1. Deductivo

Permitiendo realizar la clasificación de la diferente información que se obtuvo durante la investigación, ayudando a la deducción de las interrogantes presentes en tres especies forestales.

2. Analítico

Este tipo de investigación es la que permitió analizar los resultados que se obtuvieron mediante la observación directa, muestreo y cálculos matemáticos en la aplicación de compuestos sulfurados en la etapa de vivero de tres especies forestales.

3. Cuantitativa

Con el fin de determinar las diferencias en magnitudes numéricas entre tratamientos mediante la aplicación de modelos económicos

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación utiliza un conjunto de métodos investigativos que convergen entre sí, entre ellos tenemos:

- Método de observación

Consiste en la recolección de datos mediante la observación y así poder determinar la dinámica de la respuesta de las variables dependientes a las independientes.

- Método inductivo

Utilizado para la construcción de las conclusiones de la presente investigación, obteniendo premisas científicas mediante el análisis de los resultados y su comparación con antecedentes.

3.3. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Población y muestra

3.3.1.1. Población

La población está conformada por 400 plántulas de *G. arborea*, *T. grandis* y *O. pyramidale* respectivamente, para un total de 1200 plántulas ubicadas en las instalaciones del vivero 3A COMPOSITES.

3.3.1.2. Muestra

En las investigaciones de tipo experimental, por su naturaleza y el control que se tiene sobre las variables, la muestra debe estar conformada por el 30% del total de la población (Dicovski, 2008). Por lo tanto, la muestra es de 360 plántulas.

3.3.2. Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación fueron la observación directa del ensayo donde se evaluó la aplicación del sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo como bio regulador en melina, teca y balsa en etapa de vivero. Mientras que la información secundaria es originaria de la revisión bibliográfica realizada en libros, artículos de revistas científicas y sitios web.

3.3.3. Instrumentos de la Investigación

Para lograr consolidar este trabajo de investigación, se aplicó varias técnicas como son:

- **Observación directa.** Que permitió cuantificar el número de plántulas de las especies en estudio.
- **Revisión bibliográfica:** La información de textos secundarios fueron recopilados de diversas fuentes como: libros, tesis, artículos on-line, revistas científicas.

3.4. ELABORACIÓN DE MARCO TEÓRICO

El planteamiento de la investigación proviene de la presencia de un problema, donde el marco teórico es el atributo fundamental que ayuda a reforzar ideas, conceptos, conclusiones. El estudio de la aplicación de disulfuro de dialilo para favorecer el

crecimiento en especies forestales, permitiendo despejar dudas que dificultan la comprensión del crecimiento y sobrevivencia en la etapa de vivero, ocasionando un problema para alcanzar plántulas de calidad, mediante el trabajo científico en base a la recopilación de datos bibliográficos obtenidos de revistas, libros web, sitios web, tesis, ensayos, entre otros documentos de interés.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1. Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de A x B x C con cinco repeticiones (Tabla 3.2). Los resultados fueron analizados mediante el software InfoStat y se utilizó la prueba de *Tukey* al 5% de probabilidad del error para la separación de las medias.

Los factores bajo estudio fueron:

Factor A

Conformada por tres especies forestales.

- A₁= Melina (*Gmelina arborea*)
- A₂= Teca (*Tectona grandis*)
- A₃= Balsa (*Ochroma pyramidale*)

Factor B

Conformada por los tipos de sustratos utilizados para la germinación de las semillas.

- B₁= Turba comercial
- B₂= Sustrato común

Factor C

Compuesta la incorporación del sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo al sustrato.

- C₁= Aplicación de sulfuros
- C₂= Sin aplicación de sulfuros

La interacción entre los factores bajo estudio generó doce tratamientos que se detallan a continuación en la tabla 3.1.

Tabla. 3.1. Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Código	Detalle
1	A ₁ B ₁ C ₁	Melina+ Turba comercial+ Aplicación de sulfuros
2	A ₁ B ₁ C ₂	Melina+ Turba comercial- Aplicación de sulfuros
3	A ₁ B ₂ C ₁	Melina+ Sustrato común+ Aplicación de sulfuros
4	A ₁ B ₂ C ₂	Melina+ Sustrato común- Aplicación de sulfuros
5	A ₂ B ₁ C ₁	Teca+ Turba comercial+ Aplicación de sulfuros
6	A ₂ B ₁ C ₂	Teca+ Turba comercial- Aplicación de sulfuros
7	A ₂ B ₂ C ₁	Teca+ Sustrato común+ Aplicación de sulfuros
8	A ₂ B ₂ C ₂	Teca+ Sustrato común- Aplicación de sulfuros
9	A ₃ B ₁ C ₁	Balsa+ Turba comercial+ Aplicación de sulfuros
10	A ₃ B ₁ C ₂	Balsa+ Turba comercial- Aplicación de sulfuros
11	A ₃ B ₂ C ₁	Balsa+ Sustrato común+ Aplicación de sulfuros
12	A ₃ B ₂ C ₂	Balsa+ Sustrato común- Aplicación de sulfuros

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2. *Detalle del experimento*

Detalle del experimento	
Diseño	DCA A x B x C + 5
Tratamientos	12
Repeticiones	5
Número de unidades investigativas	60
Área total del ensayo	21 m ²
Área neta del ensayo	19,2 m ²
Número de plántulas por unidad investigativa	20
Número de plántulas en total	1200

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Variables registradas

Las variables se registraron en 30 plántulas por tratamiento divididas en 5 repeticiones (6 plántulas/repetición), las plántulas fueron seleccionadas de forma aleatoria utilizando el método de zig-zag. Todas las variables fueron registradas a los 10, 20 y 30 días después de la siembra (dds).

3.5.2.1. Porcentaje de germinación (PG %)

El PG se determinó a los 10 dds, evaluando el total de semillas germinas por tratamiento utilizando la fórmula propuesta por Alizaga & Herrera, (2010).

$$PG (\%) = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\text{total de semillas sembradas}} \times 100$$

3.5.2.2. Desarrollo vegetativo

Las mediciones correspondientes al desarrollo vegetativo se realizaron de acuerdo a la metodología propuesta por Rodríguez (2010) en su manual de prácticas de viveros forestales.

3.5.2.3. Altura de la planta (AP)

Se determinó la AP en cm, con ayuda de un vernier, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice.

3.5.2.4. Diámetro del tallo (DT)

Con ayuda de un vernier se determinó la DT en cm, realizando la medición a la altura del suelo.

3.5.2.5. Peso fresco (PFA) y biomasa aérea (BA)

Para obtener el PFA se seleccionaron 4 plántulas al azar de cada parcela, a cada una de las plántulas se les separó la parte aérea de la radicular y se procedió a pesar en gr utilizando una balanza analítica (Adventures, sensibilidad 0,0001 g).

Luego de pesadas las plántulas fueron llevadas a estufa a 60 °C por 72 horas o hasta peso constante Ps. La BA es el resultado de la resta entre PFA y el Ps ($BA = PFA - Ps \text{ g}^{-1}$)

3.5.2.6. Longitud radicular (LR)

Se seleccionaron cuatro plántulas por unidad experimental a las cuales se les desprendió la raíz principal de la base del tallo, cada raíz fue fotografiada utilizando una cámara Canon (PowerShot SX420 20Mp).

La LR en cm se obtuvo mediante el análisis de imágenes utilizando el software *IMAGE J* (Ferreira & Rasband, 2012).

3.5.2.7. Peso fresco (PFR) y biomasa radicular (BR)

Para obtener el PFR se seleccionaron 4 plántulas al azar de cada parcela, a cada una de las plántulas se les separó la parte radicular y se procedió a pesar en gr utilizando una balanza analítica (Adventures, sensibilidad 0,0001 g).

Luego de pesadas las raíces fueron llevadas a estufa a 60 °C por 72 horas o hasta peso constante Ps. La BR es el resultado de la resta entre PFR y el Ps ($BA = PFA - Ps \text{ g}^{-1}$)

3.5.3. Relación beneficio/costo y rentabilidad

Los análisis económicos son un mecanismo para determinar la rentabilidad de un proyecto, entre sus medios de diferenciación encontramos la relación beneficio /costo (RBC) y la rentabilidad (R%) de cada uno de los tratamientos, estos parámetros se establecieron mediante las fórmulas propuesta por Vargas (2017).

- $$RBC = \frac{\text{ingreso bruto}}{\text{costos totales}}$$

- $$R(\%) = \frac{\text{ingreso neto}}{\text{costos totales}} \times 100$$

3.5.4. Manejo del experimento

3.5.4.1. Preparación del sustrato

Turba comercial

Como turba comercial se utilizó la mezcla de germinación *Lambert LM-19*, es una composición de turba fina de sphagnum (75-85%) canadiense y perlita gruesa. La perlita contribuye a la germinación al aumentar el espacio de aire y el drenaje (Lambert, 2017).

Sustrato común

El sustrato común se conformó de la mezcla de los siguientes materiales; 50 % de tierra amarilla + 20 % de tamo de arroz quemado + 20 % de fibra de palma procesada + 10 de turba comercial (Rodriguez, 2010).

3.5.4.2. Aplicación de sulfuros

Con una bomba *Jacto* se incorporó a los diferentes sustratos sulfuro de alilo $\geq 97\%$ y disulfuro de dialilo $\geq 98\%$ (HPLC) de la marca *SIGMA-ALDRICH* en dosis de 4 μl /15 lt de agua cada uno utilizando una micropipeta modelo *PCE-PIP 10*.

3.5.4.3. Obtención de las semillas

Las semillas de melina y teca fueron adquiridas por medio de *Profafor Ecuador*, siendo recolectadas de huerto semillero y rodal semillero respectivamente, procedentes del *CATTIE*, Costa Rica. Las semillas de Balsa se obtuvieron de árboles plus de bosques de la empresa Plantabal, clasificándolas por tamaño y estado sanitario.

3.5.4.4. Siembra

Se realizó manualmente y con la ayuda de un espeque se hizo un hoyo a una profundidad de 1 cm en el centro del tubete de 115 cc, depositando una semilla por tubete para los tratamientos de melina y teca y dos semillas para los de balsa.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE MELINA, TECA Y Balsa MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO

4.1.1. Porcentaje de germinación (PG %)

Según el análisis de varianza para la variable PG % no existe significancia para el factor A, C y su interacción; en cambio el factor B presenta alta significancia estadística ($p < 0.01$); siendo su coeficiente de variación 13,45 % (Tabla 4.1).

El factor B₁ compuesto por turba comercial obtuvo el mayor porcentaje de germinación con 83,33 %; superior estadísticamente al B₂ con un promedio de 74,33% (Tabla 4.2). Ortega (2010), obtuvo resultados similares al probar diferentes tipos de sustratos en plántulas de tomate, donde el tratamiento compuesto por turba comercial presento un PG de 98%.

Este alto nivel de germinación se debe a la gran capacidad de retención de agua de la turba comercial, además de sus características químicas que contiene de forma natural ácido húmicos y fúlvicos, N, P, K, un PH de 5,9 y conductividad eléctrica de 0,2 ppm (Almendros *et al.* 2006).

De acuerdo a la prueba de Tukey, los promedios de PG% obtenidos por los factores C₁ y C₂ son iguales estadísticamente con un rango de 79,17 a 78, 50 %. El T₂ compuesto por Melina+ turba comercial- Aplicación de sulfuros obtuvo el mayor promedio de PG% con 85,5 %; en igualdad estadística con el resto de los tratamientos con rangos entre el 85% al

71,83% (Figura 4.1). El PG% obtenido por el T₂ es igual al obtenido por Alizaga & Herrera (2010), que probaron el efecto del ácido giberélico (AG), como inductor de la germinación de semillas de melina en sustrato común (Figura 4.1).

Tabla. 4.1. Promedios del porcentaje de germinación (PG %). Los valores son la media de cinco repeticiones.

PG %	
Factor A	
A ₁	79,75 a
A ₂	78,75 a
A ₃	78,00 a
Factor B	
B ₁	83,33 a
B ₂	74,33 b
Factor C	
C ₁	79,17 a
C ₂	78,50 a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

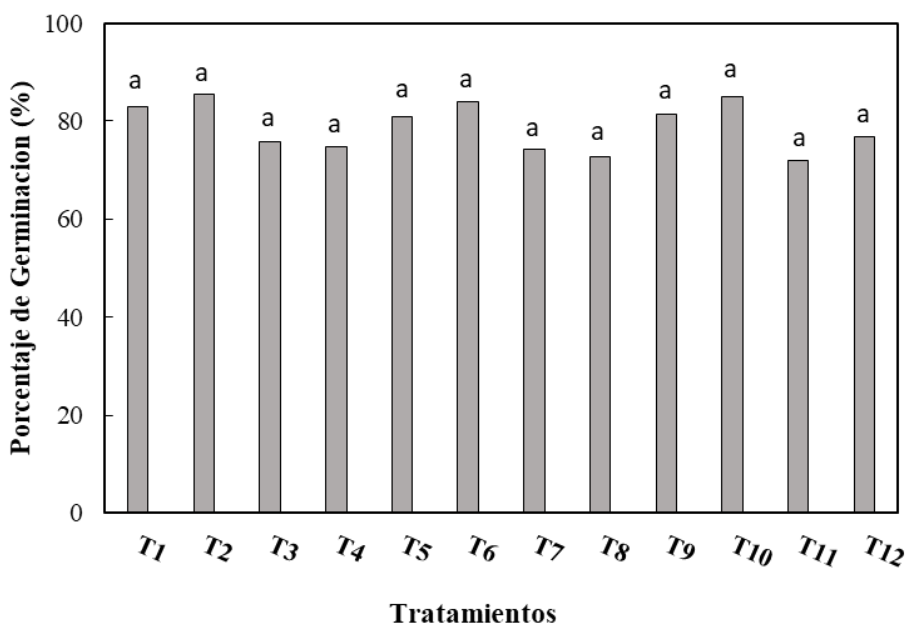


Figura 4.1. Promedio del porcentaje de germinación PG % por tratamiento; a, b, c, d, diferencias de promedio según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SULFURO DE ALILO Y DISULFURO DE DIALILO EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE MELINA, TECA Y Balsa EN LA ETAPA DE VIVERO

4.2.1. Altura de planta (AP)

Según el análisis de varianza para la AP el factor A presentó alta significancia estadística a los 10, 20 y 30 dds ($p < 0.01$); el factor B no presentó significancia estadística a los 10, 20 dds, pero sí alta significancia a los 30 dds. El factor C y sus interacciones no mostraron significancia estadística en ninguna de las mediciones; siendo su CV% 27,60, 24,50 y 20,93% respectivamente (Tabla 4.2).

Para la variable AP la especie forestal melina fue superior estadísticamente a las demás, en las evaluaciones realizadas a los 10, 20, 30 dds con promedio de 3,19, 6,48 y 10,27 cm respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos por Ramírez (2017), comparando a cinco especies forestales en diferentes sustratos, siendo la melina quien presentó la mayor AP a los 30 dds con 15 cm.

La turba comercial presentó los mayores promedios de AP a los 10, 20 y 30 dds, con 2,27, 4,79 y 7,23 cm; en igualdad estadística al sustrato común a los 10 dds con 1,83 cm, a su vez superior a los 20 y 30 dds, obteniendo AP de 4,06 y 5,54 cm con sustrato común. El uso de la turba como sustrato es una forma de reemplazar a la tierra común evitando contaminaciones externas en la etapa de vivero. Ruano et al. (2001); determinó que la combinación de la turba amarilla en 60% y turba negra en 40% es la que favorece en mayor forma al crecimiento de plántulas de pino con 13 % más en relación al resto de sustratos.

Los promedios de AP obtenidos con la aplicación de sulfuros fueron mayores en las mediciones a los 10, 20 y 30 dds con 2,32, 4,45, 6,45 cm respectivamente; pero sin diferir estadísticamente con los obtenidos sin la aplicación de sulfuros. Los compuestos sulfurados obtenidos mediante la exudación del ajo son una fuente de sulfatos para la planta (Pradas et al. 2016). El azufre cumple las mismas funciones que el nitrógeno en la planta, favoreciendo el crecimiento celular (Chen, 2018).

No existió diferencias estadísticas entre los tratamientos en la AP a los 10 dds, a los 20 dds los tratamientos T₁ y T₂ presentaron los mayores promedios de altura de planta con 6,94 y 6,75 cm respectivamente, en igualdad estadística con el T₃, T₄, T₅ y T₆ con rangos entre 6,16 y 4,28 cm. En la evaluación realizada a los 30 dds los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ son iguales estadísticamente, pero a su vez superiores al resto de los tratamientos con promedios de AP de 11,22 a 9,30 cm (Figura 4.2).

La melina en general presentó los mayores promedios de altura de planta en todos los tratamientos evaluados, lo que indica que el potencial de crecimiento de la melina en etapa de vivero la vuelve la más prometedora de las tres especies forestales estudiadas para programas de producción forestal.

Tabla. 4.2. Promedios de altura de planta (AP) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.

	AP (cm)					
	dds					
	10		20		30	
Factor A						
A ₁	3,19	a	6,48	a	10,27	a
A ₂	1,56	b	4,83	b	6,59	b
A ₃	1,41	c	1,98	c	2,46	c
Factor B						
B ₁	2,27	a	4,79	a	7,23	a
B ₂	1,83	a	4,06	b	5,54	b
Factor C						
C ₁	2,32	a	4,45	a	6,45	a
C ₂	1,78	a	4,40	a	6,42	a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

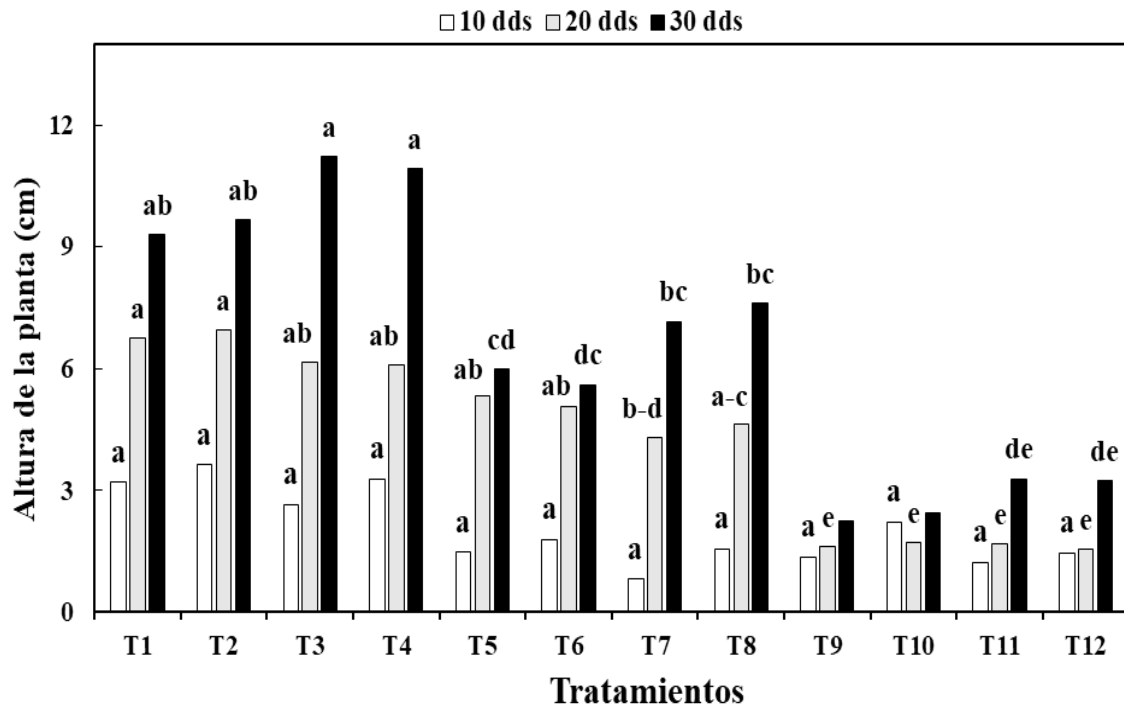


Figura 4.2. Promedio de la altura de planta (AP) por tratamiento a los 10, 20 y 30 dds; a, b, c, d, diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2.2. Diámetro del tallo (DT)

Según el análisis de varianza para el DT el factor A presento alta significancia estadística a los 10,20 y 30 dds ($p < 0.01$); el factor B no presento significancia estadística a los 10, 20 dds, pero si alta significancia a los 30 dds. El factor C y sus interacciones no mostraron significancia estadística en ninguna de las mediciones; siendo su CV% 39,23, 15,34 y 17,16 % respectivamente (Tabla 4.3).

La teca mostró los DT de mayor promedio a los 10 y 30 dds con 0,22 y 2,26 cm; superior estadísticamente a la melina y la balsa con rangos entre 0,11 a 0,22 cm y 1,27 a 1,96 cm respectivamente. Estos diámetros son superiores a los obtenidos por Trujillo (2016), al comparar semillas silvestres de teca, melina, acacia mangium, pinus spp, eucalyptus spp en etapa de vivero. Estos resultados se deben al uso de semilla certificada, Varela (2011), indica que el uso de semillas obtenidas de programas de mejoramiento, es el mecanismo principal para asegurar tu inversión (Figura 4.3).

Por parte del factor B, el sustrato común fue superior estadísticamente en todas las evaluaciones con promedios de 0,19, 0,33 y 1,98 cm en comparación a la turba comercial con 0,17, 0,30 y 1,67 cm.

Las condiciones físicas y químicas que otorga el sustrato las en las etapas iniciales de la vida de la planta es uno de los puntos de inflexión sobre el buen desarrollo de las mismas. Negreros et al. (2010), nos indica que, unas de las herramientas técnicas para mejorar la calidad de las especies forestales es mejorar los sustratos y la fertilización.

A los 10 dds ningún tratamiento mostró diferencia significativa entre sí, con un promedio de DT de 0,18 cm. Los tratamientos compuestos por melina y teca fueron iguales estadísticamente a los 20 y 30 dds con valores de DT de 0,35 y 2,11 cm; a su vez superiores a los tratamientos con balsa que obtuvieron promedios de 0,23 y 1,27 cm.

Morales (2014) comprando la respuesta morfológica del frijol en sustratos con diferentes concentraciones de órgano sulfurados, no encontró diferencias significativas entre tratamientos con promedios de DT de 0,45 mm a los 30 dds.

Tabla. 4.3. Promedios de diámetro del tallo (DT) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.

	DT (cm)					
	dds					
	10		20		30	
Factor A						
A ₁	0,21	a	0,37	a	1,96	b
A ₂	0,22	a	0,34	b	2,26	a
A ₃	0,11	b	0,23	c	1,27	c
Factor B						
B ₁	0,17	b	0,30	b	1,67	b
B ₂	0,19	a	0,33	a	1,98	a
Factor C						
C ₁	0,18	a	0,33	a	1,87	a
C ₂	0,18	a	0,30	a	1,79	a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

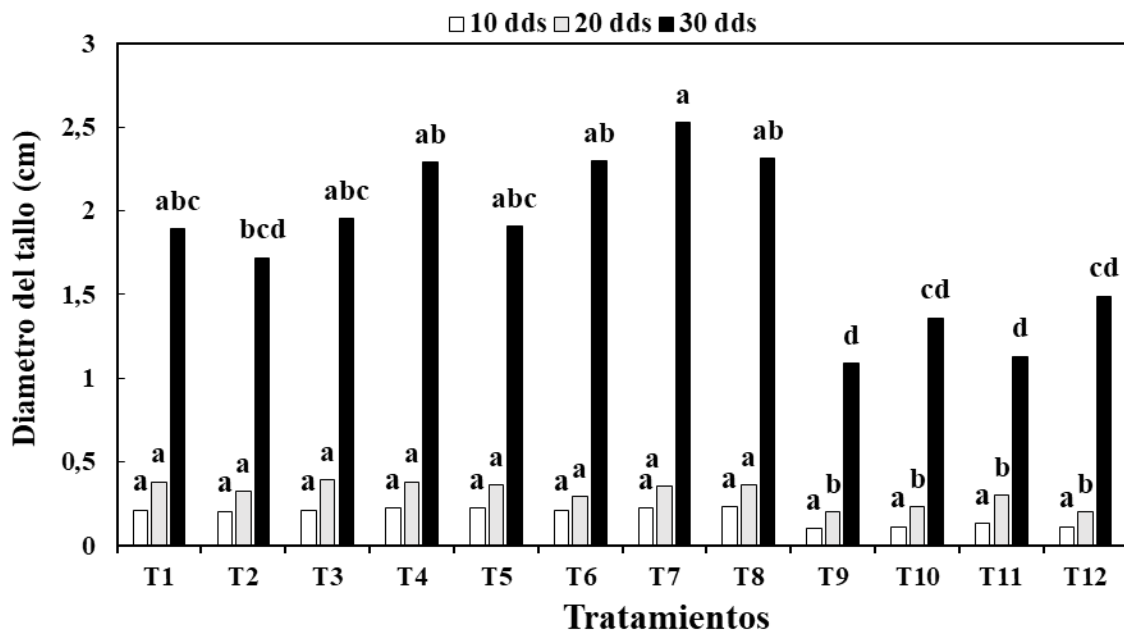


Figura 4.3. Promedio del diámetro del tallo (DT) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2.3. Biomasa aérea (BA)

En la Tabla 4.4 encontramos el análisis de varianza realizado a la cantidad de biomasa aérea, donde el factor A obtuvo alta significancia estadística a los 10, 20 y 30 dds ($p < 0.01$); el factor B, C y sus interacciones no presentaron significancia estadística en ninguna de las evaluaciones realizadas; siendo su CV% 21,90, 32,80 y 23,48 % respectivamente.

Para la variable BA la especie forestal melina fue superior estadísticamente en las evaluaciones realizadas a los 10, 20, 30 dds con promedio de 0,05, 0,11 y 0,19 gr de materia seca. De la misma forma la turba comercia fue superior al sustrato común con 0,03, 0,06 y 0,14 gr. La producción de biomasa es el resultado de final de los procesos fotosintéticos de las plantas en general, la cantidad de biomasa generada está influenciada por factores como la genética, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y las condiciones

climáticas (Ñústez et al, 2009). En base a lo anterior la melina presento una mayor producción de materia seca debido a su potencial genético y la influencia de otros factores, entre ellos el sustrato donde se desarrolla.

Según Flórez (2015), el uso de turba rubia como sustrato inicial, provoca un aumento en el rendimiento vegetal de tabaco a los 35 dds con un 18% en comparación a sustratos con turba negra y sustrato báltico (turba + cal). Estos resultados ratifican las conclusiones de Delgado (2016), que indica que las propiedades físicas y químicas que posee la turba, otorga condiciones para un óptimo desarrollo de las plantas durante la etapa de vivero.

En el factor C, la aplicación de sulfuros mostró los promedios más altos de biomasa con 0,03, 0,06, 0,14 g pero sin diferir con los obtenidos sin la aplicación de sulfuros. Los compuestos sulfurados como el sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo liberan SO_4 disponible para la planta por medio del proceso de oxidación, la incorporación de estos compuestos a los sustratos asegura la disponibilidad de azufre para la planta.

Las plantas con cantidades adecuadas de azufre disponible en el suelo se desarrollan mejor, mostrando crecimiento acelerado y un aumento en la calidad de sus tejidos. Arteaga, *et al* (2005), encontró que las plántulas de *Pinus spp* mostraron una coloración más verde y un mayor índice de vigor con la incorporación de 1000 ppm de azufre en el sustrato.

En las evaluaciones realizadas a los 10 y 20 dds los tratamientos compuestos por melina fueron iguales estadísticamente con una BA de 0,05 y 0,11 gr; a su vez fueron superiores a los demás tratamientos con promedios de 0,01 y 0,03 gr respectivamente. A los 30 dds todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente, con rangos entre 0,05 a 0,21 gr. La

acumulación de materia seca es comúnmente usada como parámetro para caracterizar el crecimiento de los genotipos (Ñústez et al. , 2009). Los resultados muestran que la melina acumulo la mayor cantidad de materia seca en todos los tratamientos bajo estudio, lo que se traduce como el genotipo que aprovecho las condiciones dadas por ambos sustratos.

Tabla 4.4. Promedios de biomasa aérea (BA) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.

	BA (gr)					
	dds					
	10		20		30	
Factor A						
A ₁	0,05	a	0,11	a	0,19	a
A ₂	0,02	b	0,05	b	0,11	b
A ₃	0,003	c	0,01	c	0,07	b
Factor B						
B ₁	0,03	a	0,06	a	0,14	a
B ₂	0,02	b	0,05	a	0,10	a
Factor C						
C ₁	0,03	a	0,06	a	0,14	a
C ₂	0,03	a	0,05	a	0,11	a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

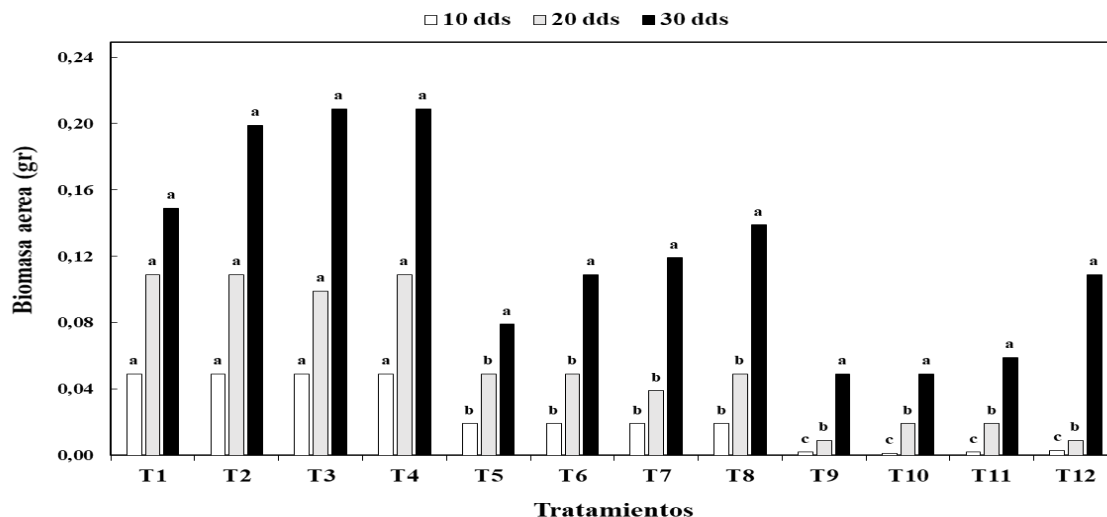


Figura 4.4. Promedio de la biomasa aérea (BA) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2.4. Longitud radicular (LR)

Para la LR, el análisis de varianza muestra que el factor A obtuvo alta significancia estadística a los 10, 20 y 30 dds ($p < 0.01$); el factor B no presentó significancia estadística a los 20 dds, pero sí alta significancia a los 10 y 30 dds. El factor C no mostró significancia estadística en ninguna de las mediciones; las interacciones entre los factores no mostraron significancia a los 10 y 20 dds, pero sí obtuvieron significancia estadística a los 30 dds ($p < 0.05$); siendo su CV% 32,43, 15,34 y 17,26 % respectivamente.

La LR que muestra la melina en las evaluaciones realizadas a los 10, 20 y 30 dds con 10,55, 13,23 y 13,86 son superiores estadísticamente a las presentadas por teca y balsa con rangos que van de 4,45 a 7,44 cm, 9,46 a 10,24 cm y 12,23 a 13,49 cm respectivamente. El factor B₁ mostró los mayores promedios de LR en todas las evaluaciones con 8,62, 11,95 y 13,51 cm; siendo estadísticamente superior al B₂ a los 10 y 20 dds, pero iguales a los 30 dds.

La aplicación de compuestos sulfurados obtuvo en las tres evaluaciones los mayores promedios de LR con 7,89, 10,99 y 13,38 cm, aunque estadísticamente iguales a los promedios obtenidos sin la aplicación de sulfuros al sustrato.

El T2 (melina+ turba - aplicación de sulfuros) mostró los mayores promedios de longitud radicular a los 10, 20 y 30 dds con 12,18, 14,16 y 14,76 cm; en igualdad estadística con el resto de tratamientos.

El desarrollo primario de la raíz principal en las especies forestales genera plantas que pueden adaptarse mejor a las condiciones de campo (Gárate, 2013). La raíz principal cumple la función de romper las capas primarias del suelo anclando de mejor manera a planta, así como aumentar el área para la absorción de agua y nutrientes

Una de las características más importantes de la turba es su estructura, poseyendo un alto grado de porosidad y de retención del agua (Arteaga et al, 2005). Estas condiciones fueron probadas por Benavides (2004), al medir el crecimiento de chiles con sustratos con diferentes concentraciones de turba, determinando que sustratos con un 80% de turba rubia canadiense en su composición mostraron las raíces más largas lo que favoreció su crecimiento.

Tabla 4.5. Promedios de longitud radicular (LR) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.

	LR (cm)					
	dds					
	10		20		30	
Factor A						
A ₁	10,55	a	13,23	a	13,86	a
A ₂	7,44	b	10,24	b	13,49	b
A ₃	4,53	c	9,46	b	12,23	b
Factor B						
B ₁	8,62	a	11,95	a	13,51	a
B ₂	6,39	b	10,01	b	12,87	a
Factor C						
C ₁	7,89	a	10,99	a	13,38	a
C ₂	7,13	a	10,96	a	13,00	a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

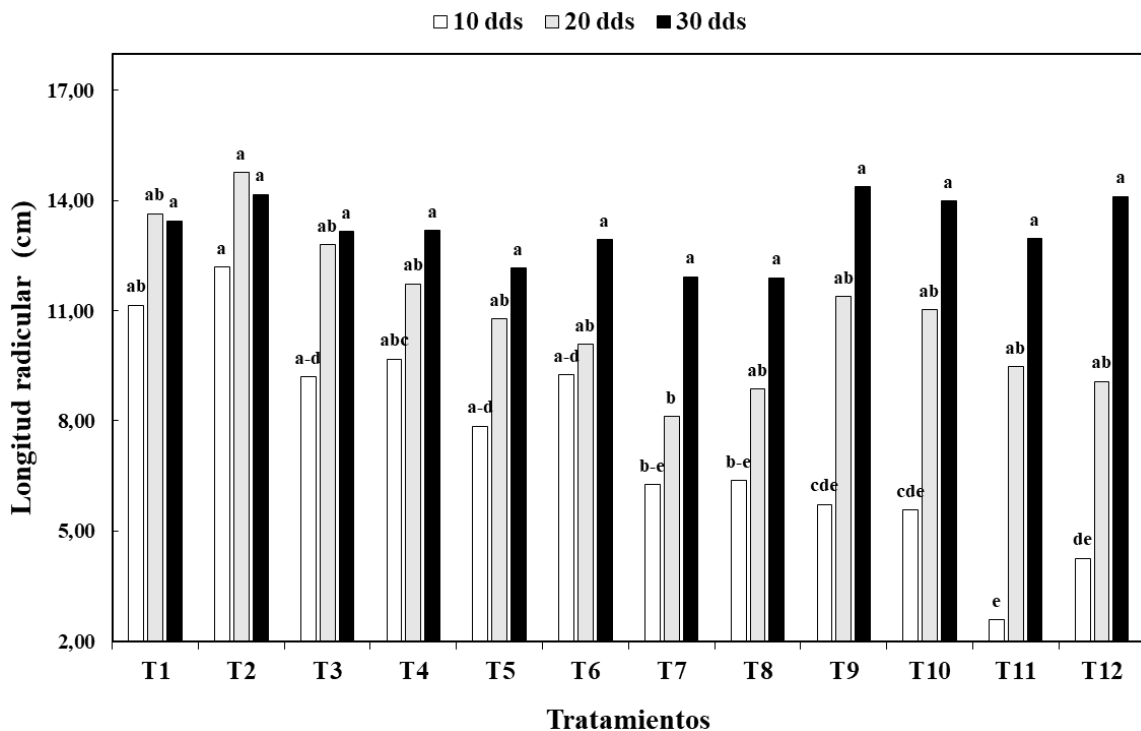


Figura 4.5. Promedio de longitud radicular (LR) por tratamiento a los 10, 20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2.5. Biomasa radicular (BR)

Para la BR, el análisis de varianza muestra que el factor A obtuvo alta significancia estadística a los 10, 20 y 30 dds ($p < 0.01$); el factor B no presentó significancia estadística a los 10 dds, pero sí alta significancia a los 20 y 30 dds. El factor C y sus interacciones no mostraron significancia estadística en ninguna de las mediciones; siendo su CV% 25,85, 29,13 y 35,26 % respectivamente.

La tabla 4.6 muestra los promedios de BR logrados por la melina a los 10, 20, y 30 dds son estadísticamente superiores al teca y la balsa con 0,05, 0,22 y 0,27 gr respectivamente; la turba fue estadísticamente superior al sustrato común en todas las evaluaciones mostrando medias de BR de 0,03, 0,15 y 0,22 gr. La adición de compuestos sulfurados originarios del ajo y cebolla no obtuvieron una influencia significativa en la acumulación de materia seca por parte de las raíces.

El T2 (melina+ turba+ sin aplicación de sulfuros) mostró los mayores promedios de BR a los 10, 20 y 30 dds con 0,07, 0,29 y 1,11 gr; en igualdad estadística con los tratamientos T1, T3 y T4; y a su vez superiores al resto de tratamientos con promedios de BR de 0,02, 0,05 y 0,28 gr respectivamente.

El crecimiento de los pelos adsorbentes de las raíces secundarias es un factor determinante para el desarrollo de los cultivos, ya que son estos los encargados de absorber el agua y los nutrientes disueltos en esta. Mientras mayor sea la capacidad de la planta para activar el ciclo continuo de crecimiento de las raíces mayor es su potencial productivo por la eficacia de la raíz (Gallardo, 2015).

Por ende, el potencial genético de la melina y las condiciones dadas por la turba comercial dan como resultado un aumento en la formación de raíces que asegura la disponibilidad de nutrientes y agua para los procesos fotosintéticos que se reflejan en un mayor crecimiento.

Tabla 4.6. Promedios de biomasa radicular (LR) a los 10, 20 y 30 dds. Los valores son la media de cinco repeticiones.

	BR (gr)					
	dds					
	10		20		30	
Factor A						
A₁	0,05	a	0,22	a	0,27	a
A₂	0,03	b	0,05	b	0,11	b
A₃	0,01	c	0,04	b	0,10	b
Factor B						
B₁	0,03	a	0,15	a	0,22	a
B₂	0,02	b	0,06	b	0,10	b
Factor C						
C₁	0,03	a	0,12	a	0,18	a
C₂	0,03	a	0,09	a	0,15	a

Fuente: elaboración propia

Nota a, b, c, d Diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

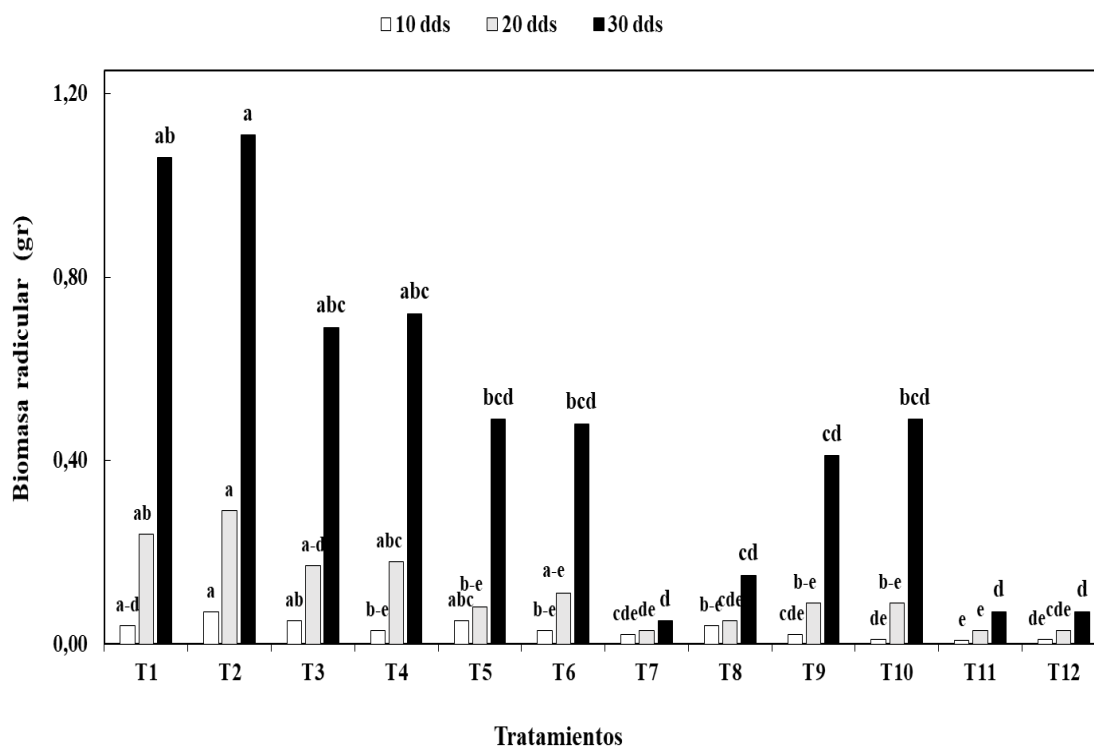


Figura 4.6. Promedio de longitud radicular (LR) por tratamiento a los 10,20 y 30 dds; a, b, c, d diferencias de promedios según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.3. RENTABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOREGULADORES EN MELINA, TECA Y BALSA EN LA ETAPA DE VIVIERO

En la tabla 4.7 muestra el análisis de presupuesto parcial de la producción de melina, balsa y teca con diferentes sustratos y con la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo en etapa de vivero.

Para la especie melina y teca los tratamientos compuestos por turba comercial – aplicación sulfuros obtuve el mayor beneficio neto con \$14,22 y 15,12 con un costo variable total de \$7,83 y 4,83 respectivamente.

El T₁₀ conformado por balsa + turba comercial - aplicación de sulfuros, con un costo variable total de \$ 2,83 y un ingreso bruto de \$20,19 mostro el mayor beneficio neto de todos los tratamientos evaluados con \$17,35. Estos valores producen un ingreso neto de \$0,21 por planta, generando 19% más ingresos netos por planta que las especies melina y teca. Díaz et al. (2010), al evaluar la producción de viveros y de la comercialización de plántulas forestales en el área de influencia del cantón Quevedo determino que la rentabilidad promedio de los viveristas pequeños es del 23 %, los viveristas tecnificados presentan una rentabilidad promedio del 26% y la mayor rentabilidad la obtuvieron los productores de platas in-vitro con 33%.

Tabla 4.7. Análisis económico de la producción de plántulas forestales utilizando diferentes sustratos y la aplicación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo.

Indicadores	Tratamientos											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
Rendimiento (Plantas)	83	86	76	75	81	84	74	73	82	85	72	77
5% de Ajuste	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rendimiento Ajustado	79	82	72	71	77	80	70	69	78	81	68	73
Beneficio Bruto (\$)	21,29	22,06	19,49	17,81	19,24	19,95	17,58	17,34	19,48	20,19	17,10	18,29
Costo de la semilla	7,00	7,00	7,00	7,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Costo de la Turba	0,83	0,83	-	-	0,83	0,83	-	-	0,83	0,83	-	-
Costo del Sustrato común	-	-	0,06	0,06	-	-	0,06	0,06	-	-	0,06	0,06
Costo de los Sulfuros	0,84	-	0,84	-	0,84	-	0,84	-	0,84	-	0,84	-
Costo de la Aplicación (\$)	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-
Costos Variables totales (\$)	8,70	7,83	7,87	7,00	5,70	4,83	4,87	4,00	3,70	2,83	2,87	2,00
Beneficio Neto (\$)	12,59	14,22	11,63	10,81	13,53	15,12	12,71	13,34	15,77	17,35	14,23	16,29

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Por presentar los mayores promedios de PG% y de las variables pertenecientes al desarrollo vegetativo, la melina es la especie forestal que mejor respondió en la etapa de vivero durante el estudio.

Las características físicas y químicas que posee la turba comercial produjeron una influencia positiva en la respuesta de la AP, BA, LR y BR en todas las especies forestales bajo estudio, lo que la convierte en el sustrato predilecto para el desarrollo de plántulas en etapa de vivero.

La incorporación de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo al sustrato no tuvieron un mayor dominio sobre la respuesta de las variables bajo estudio.

El tratamiento T₁₀ mostro el mayor beneficio neto en respuesta al bajo costo de los componentes del mismo, la especie forestal melina mostró las mejores condiciones durante el proceso de la investigación pero el alto costo de los tratamientos produjo una reducción significativa en los ingresos netos por planta.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuras investigaciones probar estos tratamientos en otras especies forestales de interés, así como su respuesta sobre diferentes tipos de turbas comerciales.

Para reducir los costos y volver más rentable la utilización de compuestos sulfurados en la producción de especies forestales se recomienda cambiar los compuestos sulfurados sintéticos que poseen un alto costo por extractos de ajo y cebolla que presentan las mismas propiedades, pero a un bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alizaga, R., & Herrera, J. (2010). Tratamientos pregerminativos en semillas de melina (*Gmelina arborea*). *Tecnología en Marcha*, 14(2), 52-58. Obtenido de <file:///C:/Users/luigybar/Desktop/tesis%20Robinson/germinacion%20melina%201554-4933-1-SM.pdf>
- Almendros, P., Alvarez, J., Gonzalez, D., & Obrador, A. (2006). Efecto de la adición de una turba comercial en la asimilabilidad del cobre, zinc, hierro y manganeso de un suelo en el que se ha cultivado trigo. 335-338. Madrid, España. Obtenido de http://oa.upm.es/36907/1/INVE_MEM_2014_196413.pdf
- Arteaga Martínez, B., León, S., & Amador, C. (2005). Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* en vivero. *Foresta Veracruzana*, 5(2), 9-16. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49750202>
- Benavides-Mendoza, A., Salazar-Torres, A. M., & Ramírez-Godina, F. (marzo de 2004). Tratamiento de semilla de chile con ácidos salicílico y sulfosalicílico y respuesta de las plántulas al frío. *Terra Latinoamericana*, 22(1), 41-44.
- Charley H. *Tecnología de Alimentos*. Trad. A. González, M Solís. México: Limusa, 1995. pp. 154-156, 652-660.
- Chen, J. (20 de agosto de 2018). www.pthorticulture.com. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Delgado, M. d. (2016). Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 32(4), 455-462. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v32n4/0188-4999-rica-32-04-00455.pdf>

- Dermofarmacia. 2007. Fitoterapia. El ajo. (en línea), consultado 09 dic 2017. Disponible: http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=37&id=13097334
- Departamento forestal. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Términos y definiciones (en línea), consultado 09 febrero 2018. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>.
- Díaz, G., & Torres, E. (2010). Análisis de la producción de viveros y de la comercialización de plántulas en el área de influencia del cantón quevedo, provincia de los ríos para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.F.). *Ciencia y Tecnología*, 3(2), 13-20.
- Dicovski, L. (2008). Estadística Básica. Nicaragua: UNI- NORTE. Obtenido de http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/estadistica1_1_.pdf
- Ecuador Forestal, s/f. Ficha Técnica No. 5 Balsa. (en línea), consultado 25 noviembre 2017. Disponible: <http://www.ecuadorforestal.org/download/content/balsa.pdf>
- ESPOL. 2004. ESPOL estimula el cultivo rentable de la teca, generando trabajo y buenas prácticas ambientales y sociales. (en línea) consultado el 3 de nov 2017. Disponible en: <http://www.espolinforma.espol.edu.ec/informativo/detalle.jsp?id=373&catid=0>).
- Ferreira, T., & Rasband, W. (2012). *ImageJ User Guide. Manual*, 114.
- Fonseca, W. 2004. Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* Lam f) en Costa Rica. (en línea). Consultado 10 nov 2017. Disponible: www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf+descripcion+botanica+de+tectona+grandis&hl=es-419&gl=ec
- Florez, H. (2015). Evaluación Técnico Económica De Cuatro Turbas Como Sustratos Para Semilleros Del Cultivo De Tabaco (*Nicotiana tabacum*). Tesis Pre-Grado, 22-33.

Obtenido de [https://stadium.unad.edu.co/preview/ UNAD.php?url=/bitstream/10596/3409/1/12210429%20pdf](https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3409/1/12210429%20pdf)

Gallardo, S. (2015). Fisiología vegetal. Raíces, cuanto más largas, mejor. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <http://nexciencia.exactas.uba.ar/raices-cuanto-mas-largas-mejor-fisiologia-vegetal-biologia-molecular-plantas-jose-estevez-melina-velazquez>

Gárate, M. B. (2013). Importancia de la caracterización de la biomasa de raíces en la simulación de ecosistemas forestales. *Ecosistemas*, 22(3), 66-73. doi:10.7818/ECOS.2013.22-3.10

INAMHI. (2015). Boletín Climatológico Anual. Boletín, Quito.

Jiménez, F. S/f. Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación (en línea). Consultado 09 febrero 2018. Disponible: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf

Johny, V. (2011). Estrategia de negocio para una empresa productora de semillas. Tesis para optar al grado de magíster en gestión y dirección de empresas. Santiago, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132149/Estrategia-de-negocio-para-una-empresa-productora-de-semillas.pdf;sequence=1>

Lambert. (2017). www.lambertpeatmoss.com. Obtenido de <http://www.lambertpeatmoss.com/es/products/mezcla-para-germinacion-lm-19/>

López, J. (2011). Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 491-494.

MAGAP. (2017). "Establecimiento de 120.000 hectáreas de plantaciones forestales con fines comerciales a nivel nacional. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2017/Noviembre2017/k%20Planes%20y%20programas%20en%20ejecuci%C3%B3n/GPR%20%20120%20MIL%20HAS%20NOV.pdf>

- Morales, D. (noviembre de 2014). Efecto del Quitomax en el crecimiento, las relaciones hídricas y el rendimiento y sus componentes en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos manejos del agua de riego. Cuba: Conference: Conference: XIX Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/269548507_Efecto_del_Quitomax_en_el_crecimiento_las_relaciones_hidricas_y_el_rendimiento_y_sus_componentes_en_plantas_de_frijol_Phaseolus_vulgaris_L_sometidas_a_dos_manejos_del_agua_de_riego
- Negreros, P., & Apodaca, M. (2010). Effect of substrate and density on the quality of seedlings of Mexican cedar, mahogany and roble (*Tabebuia*). *Madera bosques*, 16(2). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000200001
- Ñústez, C., Santos, M., & Segura, M. (2009). Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*solanum tuberosum* L.) en zipaquirá, cundinamarca (colombia). *Rev. Fac. Nac. Agron.*, 62(1), 4823-4834.
- Ortega, L, Josset, O., & Ramón, D. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Ra Ximhai*, 6(3), 365-372. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Pradas, B., Pereira, C., & Pérez, A. (2016). Elaboración de un Extracto de Ajo Rico en Compuestos Saludables. 1-16. Obtenido de [file:///C:/Users/luigybar/Downloads/extracto%20de%20ajo%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/luigybar/Downloads/extracto%20de%20ajo%20(2).pdf)
- Pintxo. 2013. Guías. Las propiedades funcionales del ajo. (en línea). consultado 08 dic 2017. Disponible: <https://www.sabrosia.com/2013/01/las-propiedades-funcionales-del-ajo/>
- Ramírez, J. (2017). Nursery stage development of *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm subjected to three doses of fertilization and two substrates. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 45-52. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n2/ctr06217.pdf>

- Rodríguez, R. (2010). Manual de prácticas de viveros forestales (1 er ed.). Hidalgo, Mexico: © Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Lagu na/2.pdf
- Rodríguez A., Guillén C., Uva V., Segura R. Laprade S., Sandoval J. 2010. Proyecto demostrativo con implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo del banano aspectos a considerar sobre el control biológico. (EN LINEA) consultado 09 febrero 2018. Disponible en: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicacionescorbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb 02-2010%20CONTROL%20BIOLOGICO.pdf>
- Roncancio, D. 2001. Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral ecuatoriano. Proyecto Piloto para la reforestación. CORMADERA, OIMT. Quito-Ecuador.
- Ruano, R., E, L., & A, M. (2001). Sustratos alternativos al empleo de la turba en el cultivo de brinzales de pino. 1-10. Zaragoza, España: Departamento de Biología Vegetal. Escuela Politécnica Superior de Gandía. Obtenido de <file:///C:/Users/luigybar/Downloads/6009-6006-1-PB.pdf>
- Scielo. 2014. Genero Fusarium, Retrato Microbiano. Revista Chilena Infectol. 31 (1): 85-86
- Tewari, D. N. 1995. A monograph on Gamari (*Gmelina arborea* Roxb.). International Book Distributions, Dehra Dun, India. 125 p.
- Trujillo, E. (20 de abril de 2016). Tips de producción en vivero para Teca, Melina, Acacia mangium, Pinus spp, Eucalyptus spp y algunas especies nativas. Obtenido de <http://elsemillero.net/tips-de-produccion-en-vivero-para-teca-melina-acacia-mangium-pinus-spp-eucalyptus-spp-y-algunas-especies-nativas/>

Vargas, W. (2017). Evaluación de tres cepas trichoderma sp, con dos métodos de siembra, para controlar damping off en balsa (*Ochroma pyramidale*). Ecuador.

Vinueza, M. 2012. Ficha técnica N°3: Melina. Fichas técnicas de especies forestales. Ecuador Forestal.

Zimmerman, M. 2001. “Phytochemicals: Nutrients of the future”. (en línea). Guatemala. Consultado 28 nov de 2017. Disponible en <http://www.realtime.-net/anr/phytonu.html>

ANEXOS

Anexo 1. Urkund del Proyecto de Investigación

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Zambrano Tesis.docx (D41257540)
Submitted: 9/7/2018 4:29:00 PM
Submitted By: hcanchignia@uteq.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

Proy. Inv. Orlando Rosado... URKUND 1.docx (D27124778)
TESIS- LUIS ALBERTO MEDINA MOREIRA.pdf (D11286166)
Tesis para urkund palma Rojas 2017.docx (D29960014)
tesis final ochroma pyramidale.docx (D10316025)
PROYECTO J LÓPEZ CORREGIDA-URKUND.docx (D24631774)
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123307.pdf>
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6353/durabilidad_madera_termotratada_gmelina_arborea_tectona_grandis_costa_rica.pdf;sequence=1

Instances where selected sources appear:

17

Ag²

Anexo 2. Resumen Estadístico

Anexo. 2. Resumen Estadístico por Germinación

Summary Statistics for germination								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. Of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	11,5	5,77831	50,25%	4	19	15	0,075279
2	10	11	5,88784	53,53%	3	19	16	0,026354
3	10	9,3	7,24262	77,88%	1	18	17	-0,02651
4	10	8,9	6,69079	75,18%	2	18	16	0,4058
5	10	14	4,44722	31,77%	9	20	11	0,207934
6	10	13,7	4,21769	30,79%	8	19	11	-0,42214
7	10	9	5,37484	59,72%	0	16	16	-0,45036
8	10	11,3	3,94546	34,92%	4	17	13	-0,29008
9	10	7,6	7,90499	104,01%	0	17	17	0,108721
10	10	9	8,40635	93,40%	0	19	19	0,115905
11	10	8,5	7,02772	82,68%	0	17	17	0,060441
12	10	8,9	7,20262	80,93%	0	18	18	0,006277

Anexo 2.2. Resumen Estadístico para la variable de Altura en la primera evaluación

1 evaluacion								
Summary Statistics for altura de planta								
trataamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	3,6	0,956847	26,58%	2,4	5	2,6	-0,0429818
2	10	3,59	0,946866	26,38%	1,2	4,8	3,6	-2,42157
3	10	3,06	0,537897	17,58%	2,3	3,9	1,6	0,32849
4	10	3,23	0,934582	28,93%	2,1	4,6	2,5	0,770379
5	10	1,41	0,435762	30,91%	1	2,4	1,4	1,78927
6	10	2,18	3,11263	142,78%	0,7	11	10,3	4,01558
7	10	0,67	0,182878	27,30%	0,4	1	0,6	0,71414
8	10	1,1	0,496655	45,15%	0	1,7	1,7	-1,5807
9	10	1,57	0,614727	39,15%	0,5	2,5	2	-0,330856
10	10	1,53	0,170294	11,13%	1,3	1,8	0,5	0,117636
11	10	1,11	0,715619	64,47%	0	2,1	2,1	0,0267727
12	10	1,87	0,634298	33,92%	1	3,2	2,2	1,03224

Anexo 2.3. Resumen Estadístico para la variable de Altura en la segunda evaluación

2 evaluacion								
Summary Statistics for altura de planta								
trataamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	8,82	1,85341	21,01%	6,2	11,7	5,5	-0,164727
2	10	8,31	1,32367	15,93%	5,7	10,3	4,6	-0,562068
3	10	11,72	2,58104	22,02%	5,6	15	9,4	-1,79336
4	10	11,1	1,46591	13,21%	9,5	14,1	4,6	1,09732
5	10	2,1	0,362093	17,24%	1,8	2,7	0,9	1,08774
6	10	2,29	0,363471	15,87%	1,7	2,8	1,1	-0,385804
7	10	2,55	0,464878	18,23%	2	3,4	1,4	0,985179
8	10	3	0,79861	26,62%	1,8	4,1	2,3	-0,166865
9	10	5,68	0,649444	11,43%	4,7	6,7	2	-0,158514
10	10	5,93	0,778959	13,14%	4,5	7	2,5	-0,665679
11	10	7,07	1,43066	20,24%	4,5	9,8	5,3	-0,0790421
12	10	7,74	1,59248	20,57%	4,4	10,9	6,5	-0,247456
Total	120	6,35917	3,46991	54,57%	1,7	15	13,3	1,71252

Anexo 2.4. Resumen Estadístico para la variable de Longitud Radicular en la primera evaluación

Summary Statistics for longitud radicular								
trataamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	12,07	0,561842	4,65%	11,5	13,3	1,8	1,72371
2	10	11,588	0,997383	8,61%	8,95	12,7	3,75	-3,01396
3	10	8,049	3,91448	48,63%	0,3	12,2	11,9	-1,24609
4	10	9,153	2,53924	27,74%	4,5	11,75	7,25	-1,3926
5	10	6,5	3,25668	50,10%	2,4	11,23	8,83	0,241592
6	10	6,257	4,10189	65,56%	1,7	11,99	10,29	0,371054
7	10	4,369	3,2722	74,90%	0,6	11,4	10,8	1,26061
8	10	4,84	2,5221	52,11%	0	8,7	8,7	-0,53524
9	10	9,41	1,66029	17,64%	6,4	10,9	4,5	-1,80271
10	10	9,27	2,06023	22,22%	4,5	11	6,5	-1,91937
11	10	5,28	2,91769	55,26%	0	10,6	10,6	-0,129256
12	10	6,75	2,15471	31,92%	4,3	10,6	6,3	0,948086

Anexo 2.5. Resumen Estadístico para la variable de Longitud radical en la segunda evaluación

Summary Statistics for longitud radicular								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	13,93	0,678315	4,87%	13	15	2	-0,053981
2	10	13,55	1,26337	9,32%	10,5	14,7	4,2	-2,26291
3	10	13,36	1,13255	8,48%	11,5	15	3,5	-0,870686
4	10	12,9	0,876863	6,80%	11,8	14	2,2	0,215418
5	10	14,27	1,89622	13,29%	10,5	18	7,5	-0,0676974
6	10	13,63	1,40558	10,31%	10,5	15,8	5,3	-1,40989
7	10	13,93	3,69596	26,53%	4	17	13	-3,26567
8	10	13,63	0,71655	5,26%	12	14,5	2,5	-1,80673
9	10	11,49	0,525885	4,58%	10,5	12	1,5	-1,05573
10	10	12,86	0,592921	4,61%	11,5	13,6	2,1	-1,6582
11	10	12,09	1,114	9,21%	10	13,5	3,5	-0,897502
12	10	12,4	0,948683	7,65%	11	14,4	3,4	0,786256

Anexo 2.6. Resumen Estadístico para la variable de Peso fresco aéreo en la primera evaluación

Summary Statistics for peo fresco aereo								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,28812	0,0750655	26,05%	0,1557	0,4503	0,2946	0,684772
2	10	0,33928	0,0878481	25,89%	0,1477	0,4822	0,3345	-1,03616
3	10	0,34015	0,0783574	23,04%	0,1992	0,4657	0,2665	-0,319479
4	10	0,35228	0,0869308	24,68%	0,1671	0,4846	0,3175	-1,05922
5	10	0,00572	0,001785	31,21%	0,003	0,0082	0,0052	-0,548079
6	10	0,00555	0,00225647	40,66%	0,0027	0,0093	0,0066	0,204506
7	10	0,00652	0,00333593	51,16%	0,0025	0,0127	0,0102	0,713933
8	10	0,00803	0,00423085	52,69%	0	0,0156	0,0156	-0,0295059
9	10	0,1251	0,0402154	32,15%	0,0489	0,192	0,1431	-0,268102
10	10	0,13195	0,0323576	24,52%	0,0792	0,1803	0,1011	-0,311407
11	10	0,10834	0,0549047	50,68%	0	0,1878	0,1878	-0,922767
12	10	0,12349	0,0247905	20,07%	0,0794	0,1557	0,0763	-0,495406

Anexo 2.7. Resumen Estadístico para la variable Peso fresco aéreo en la segunda evaluación

Summary Statistics for peo fresco aereo								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,7907	0,303689	38,41%	0,331	1,31	0,979	0,247088
2	10	0,6971	0,178546	25,61%	0,438	0,964	0,526	-0,0771422
3	10	1,3838	0,447578	32,34%	0,536	1,769	1,233	-1,41927
4	10	1,14168	0,451351	39,53%	0,1488	1,876	1,7272	-1,17998
5	10	0,16161	0,0408282	25,26%	0,087	0,2221	0,1351	-0,656859
6	10	0,1737	0,0630468	36,30%	0,082	0,263	0,181	0,327691
7	10	0,3479	0,128639	36,98%	0,108	0,525	0,417	-1,01766
8	10	0,31788	0,181078	56,96%	0,032	0,551	0,519	-0,318138
9	10	0,46563	0,118536	25,46%	0,274	0,6602	0,3862	0,0978848
10	10	0,46464	0,10632	22,88%	0,3065	0,642	0,3355	0,500519
11	10	0,57313	0,155833	27,19%	0,3445	0,836	0,4915	0,708019
12	10	0,65934	0,249291	37,81%	0,3315	1,1435	0,812	0,621496

Anexo 2.8. Resumen Estadístico para la variable de Biomasa aérea en la primera evaluación

Summary Statistics for Biomasa aerea								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,05331	0,013463	25,25%	0,0288	0,0821	0,0533	0,623298
2	10	0,05443	0,011129	20,45%	0,0405	0,072	0,0315	0,538576
3	10	0,05057	0,009939	19,65%	0,0377	0,0658	0,0281	0,39302
4	10	0,05292	0,009183	17,35%	0,0355	0,0728	0,0373	0,606777
5	10	0,00292	0,000909	31,13%	0,0017	0,0041	0,0024	-0,00435
6	10	0,00365	0,001593	43,63%	0,0007	0,0056	0,0049	-0,82682
7	10	0,0031	0,001411	45,52%	0,0014	0,0067	0,0053	2,57509
8	10	0,00381	0,001716	45,03%	0	0,006	0,006	-1,43035
9	10	0,02321	0,005813	25,05%	0,0159	0,0326	0,0167	0,392108
10	10	0,022	0,005609	25,49%	0,0137	0,0302	0,0165	-0,2228
11	10	0,0213	0,009826	46,13%	0	0,0332	0,0332	-1,25072
12	10	0,02289	0,003912	17,09%	0,0172	0,0303	0,0131	0,949086

Anexo 2.9. Resumen Estadístico para la variable Biomasa aérea en la segunda evaluación

Summary Statistics for Biomasa aerea ultima								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,16719	0,060337	36,09%	0,0546	0,2443	0,1897	-0,59083
2	10	0,144	0,053226	36,96%	0,0588	0,2348	0,176	-0,17987
3	10	0,19687	0,074752	37,97%	0,064	0,3085	0,2445	-0,27361
4	10	0,2011	0,058054	28,87%	0,0715	0,2733	0,2018	-1,38078
5	10	0,02991	0,007787	26,03%	0,0182	0,0436	0,0254	0,07557
6	10	0,03486	0,014405	41,32%	0,0107	0,0568	0,0461	0,012222
7	10	0,04851	0,018098	37,31%	0,0169	0,0743	0,0574	-0,95558
8	10	0,191092	0,309722	162,08%	0,0182	0,9447	0,9265	2,73351
9	10	0,1078	0,029869	27,71%	0,0726	0,1661	0,0935	0,966205
10	10	0,10641	0,030072	28,26%	0,0547	0,1511	0,0964	-0,29153
11	10	0,11321	0,037854	33,44%	0,0407	0,1687	0,128	-0,70324
12	10	0,1366	0,03984	29,17%	0,0478	0,1978	0,15	-1,20066

Anexo 2.10 Resumen Estadístico para la variable de Peso radical aéreo en la primera evaluación

Summary Statistics for peso radical								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,06936	0,0385339	55,56%	0,0344	0,1372	0,1028	1,23484
2	10	0,16049	0,0760223	47,37%	0,0388	0,3	0,2612	0,27091
3	10	0,09227	0,026583	28,81%	0,0471	0,1326	0,0855	-0,102631
4	10	0,05943	0,018171	30,58%	0,0325	0,0862	0,0537	0,304852
5	10	0,01573	0,0110304	70,12%	0,0057	0,0378	0,0321	1,37607
6	10	0,01692	0,0132609	78,37%	0,0018	0,0391	0,0373	0,740836
7	10	0,00832	0,0084314	101,34%	0,0013	0,0261	0,0248	1,79478
8	10	0,01271	0,00841222	66,19%	0	0,0249	0,0249	-0,173022
9	10	0,07067	0,0363502	51,44%	0,0237	0,1347	0,111	0,835895
10	10	0,06985	0,0289288	41,42%	0,0373	0,1139	0,0766	0,44156
11	10	0,03093	0,0159855	51,68%	0	0,0525	0,0525	-0,910726
12	10	0,05656	0,0263164	46,53%	0,006	0,0911	0,0851	-0,788023

Anexo 2.11. Resumen Estadístico para la variable de Peso radical aéreo en la segunda evaluación

Summary Statistics for peso radical								
trataamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	1,3307	0,436036	32,77%	0,314	1,825	1,511	-1,90104
2	10	1,2761	0,403115	31,59%	0,414	1,866	1,452	-0,949614
3	10	0,5125	0,202406	39,49%	0,166	0,879	0,713	0,0506377
4	10	0,5576	0,193855	34,77%	0,131	0,78	0,649	-1,33321
5	10	0,2406	0,0512666	21,31%	0,168	0,321	0,153	0,68529
6	10	0,3682	0,177672	48,25%	0,121	0,747	0,626	1,457
7	10	0,1888	0,0930971	49,31%	0,033	0,322	0,289	-0,872326
8	10	0,162	0,0851091	52,54%	0,049	0,317	0,268	0,311251
9	10	0,34817	0,121144	34,79%	0,1804	0,5607	0,3803	0,66208
10	10	0,3936	0,132864	33,76%	0,2368	0,6209	0,3841	1,27648
11	10	0,21335	0,103639	48,58%	0,0363	0,3366	0,3003	-0,502126
12	10	0,22452	0,10229	45,56%	0,0732	0,3841	0,3109	-0,0193717

Anexo 2.12. Resumen Estadístico para la variable de Biomasa radical en la primera evaluación

Summary Statistics for Biomasa radicular								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,04201	0,0205686	48,96%	0,0228	0,0794	0,0566	1,33627
2	10	0,0961	0,0474441	49,37%	0,0247	0,1851	0,1604	0,538632
3	10	0,05272	0,0168688	32,00%	0,0284	0,0827	0,0543	0,323744
4	10	0,02718	0,0108435	39,90%	0,0153	0,0469	0,0316	1,1993
5	10	0,01125	0,00783003	69,60%	0,0043	0,0252	0,0209	1,19585
6	10	0,01354	0,011197	82,70%	0,0015	0,0331	0,0316	0,97542
7	10	0,00668	0,00635012	95,06%	0,0005	0,0212	0,0207	2,07094
8	10	0,00814	0,0050643	62,22%	0	0,0148	0,0148	-0,257906
9	10	0,04404	0,0251389	57,08%	0,016	0,094	0,078	1,2379
10	10	0,04399	0,0200283	45,53%	0,018	0,08	0,062	0,466205
11	10	0,01489	0,00991894	66,61%	0	0,0342	0,0342	0,809927
12	10	0,03104	0,0149555	48,18%	0,0028	0,0535	0,0507	-0,324947

Anexo 2.13. Resumen Estadístico para la variable de Biomasa radical en la segunda evaluación

Summary Statistics for Biomasa radical ultima								
Tratamientos	Count	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Minimum	Maximum	Range	Std. skewness
1	10	0,4097	0,135953	33,18%	0,0914	0,5409	0,4495	-2,12679
2	10	0,40362	0,144498	35,80%	0,0748	0,6584	0,5836	-1,08627
3	10	0,15574	0,0778894	50,01%	0,0272	0,318	0,2908	0,758429
4	10	0,1786	0,0824516	46,17%	0,0297	0,3285	0,2988	-0,0605088
5	10	0,07437	0,0335264	45,08%	0,0312	0,1266	0,0954	0,207038
6	10	0,10071	0,10299	102,26%	0,0212	0,38	0,3588	3,42933
7	10	0,05535	0,035106	63,43%	0,0061	0,1119	0,1058	0,297697
8	10	0,11452	0,180212	157,36%	0,0189	0,62	0,6011	3,87072
9	10	0,13763	0,0747311	54,30%	0,0547	0,2975	0,2428	1,47584
10	10	0,11716	0,0388164	33,13%	0,0741	0,2048	0,1307	1,67105
11	10	0,04964	0,0258542	52,08%	0,012	0,0805	0,0685	-0,242641
12	10	0,05377	0,0241174	44,85%	0,0151	0,0831	0,068	-0,369372

Anexo 3. Fase de campo

Foto 1. Sulfuro de Alilo Y Disulfuro de Dialilo



Foto 2. Preparación de sustrato convencional (cascarilla de arroz quemado, tierra amarilla, fibra de palma procesada, turba desinfectada).



Foto 3. Preparación de sustancia con los sulfuros de alilo y disulfuro de dialilo donde de cada uno se aplicó 4 ul



Foto 4. Aplicación de sustancias preparada en el sustrato convencional.



Foto 5. Preparación de la turba comercial para la aplicación de la sustancia de sulfuro de alilo y disulfuro de dialilo.



Foto 6. Aplicación de la sustancia en la turba comercial.



Foto 7. Siembra de semillas de la especie *Gmelina arborea* (melina).

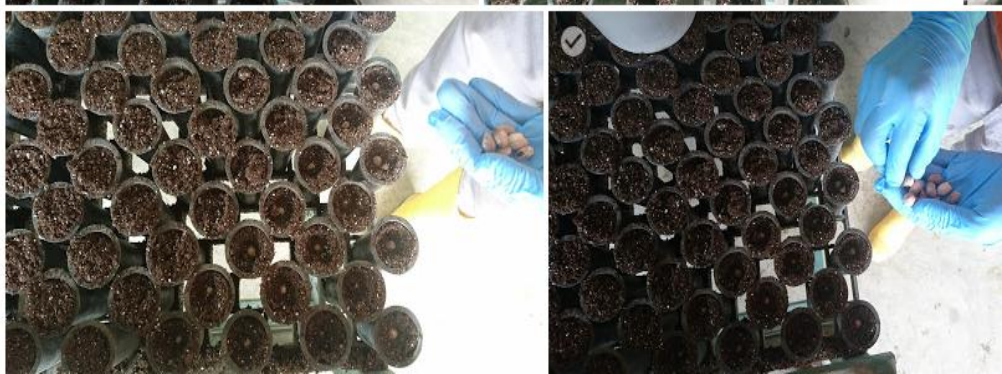


Foto 8. Siembra de semillas de la especie *Ochroma pyramidale* (balsa).



Foto 9. Siembra de semillas de la especie *Tectona grandis* (teca).



Foto 10. Establecimiento del ensayo



Foto 11. Medición de las variables



Anexo 4. Ficha técnica de Sulfuro de Alilo

SIGMA-ALDRICH

sigmaaldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.com

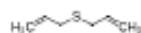
Email USA: techserv@sial.com

Outside USA: eurtechserv@sial.com

Product Specification

Product Name:
Allyl sulfide 97%

Product Number: **A35801**
CAS Number: 592-88-1
MDL: MFCD00008658
Formula: C₆H₁₀S
Formula Weight: 114.21 g/mol
Storage Temperature: 2 - 8 °C



TEST	Specification
Appearance (Color)	Colorless
Appearance (Form)	Liquid
Infrared spectrum	Conforms to Structure
Purity (GC)	≥96.5 %

Remarks:

Specification Date : 11/19/2010

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

1 OF 1

Anexo 5. Ficha técnica de Disulfuro de Alilo

SIGMA-ALDRICH

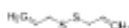
sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA
Website: www.sigmaaldrich.com
Email USA: techserv@sigmaaldrich.com
Outside USA: eurtechserv@sigmaaldrich.com

Product Specification

Product Name:
Allyl disulfide - ≥80%, FG

Product Number: W202800
CAS Number: 2179-57-9
MDL: MFCD00008656
Formula: C₆H₁₀S₂
Formula Weight: 146.27 g/mol



TEST	Specification
Appearance (Color)	Colorless to Yellow
Appearance (Form)	Liquid
Refractive index at 20 °C	1.530 - 1.560
Infrared spectrum	Conforms to Structure
Total Purity (sum of major and minor components)	≥ 95.0 %
GC (% Major 1) Allyl Disulfide	≥ 80.0 %
GC (% Minor 1) Allyl Mercaptan	≤ 7 %
GC (% Minor 2) Allyl Sulfide	≤ 15 %
Arsenic (As)	≤ 3 ppm
Cadmium (Cd)	≤ 1 ppm
Mercury (Hg)	≤ 1 ppm
Lead (Pb)	≤ 10 ppm
Expiration Date Period 5 Years	

Specification: PRD.2.ZQ5.10000030893

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.