



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“EVALUACIÓN DE DOS LIXIVIADOS Y CUATRO SUSTRATOS EN LA
PRODUCCIÓN DE *Gmelina arborea* (MELINA) EN EL VIVERO MUNICIPAL
DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO
PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL

EVELIN ROXANA RAMIREZ RODAS

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE DOS LIXIVIADOS Y CUATRO SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE *Gmelina arborea* (MELINA) EN EL VIVERO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**, de responsabilidad de la señorita egresada Evelin Roxana Ramírez Rodas, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



.....
Ms. Carlos Francisco Carpio Coba
Director

.....
01 - 02 - 2019
.....

Fecha



.....
Ing. Marco Anibal Vivar Arrieta
Asesor

.....
01 - 02 - 2019
.....

Fecha

RIOBAMBA-2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Evelin Roxana Ramírez Rodas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y documentos provenientes de otras fuentes están debidamente citados y referenciados. Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación



.....
Evelin Roxana Ramírez Rodas

C.I: 172166010-6

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

DEDICATORIA

Anhelo ofrecer de manera muy especial mi trabajo de titulación a mis abuelitos Vicente Alejandrino Ramírez Vargas y José Gustavo Rodas Naranjo, que aunque ya no están conmigo, sé que desde el cielo se sentirán muy orgullosos por la meta que estoy culminando, porque gracias a sus consejos y enseñanzas eh logrado cumplir con sus expectativas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser mi eje inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso y obtener uno de los anhelos más deseados.

Gracias a mis padres: Carmen y Nervo; y, mi abuelita Lucila, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanos Erick, Bryan y Jordi, mi padrastro Santiago que me ha querido como su hija gracias por estar siempre presentes, apoyándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A toda mi familia primos, primas, tías, tíos, por preocuparse por mí y apoyarme en todo momento.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi carrera, de manera especial, al master Carlos Francisco Carpio Coba director e Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta asesor de mi proyecto de investigación quienes me han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y darme todos los conocimientos requeridos para ser una buena profesional.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Tablas.....	i
Lista de Ilustraciones.....	ii
Lista Figuras.....	iii
I. TITULO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	21
V. RESULTADOS	29
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES	50
VIII. RESUMEN.....	51
IX. ABSTRACT	52
X. BIBLIOGRAFIA.....	52
XI. ANEXOS.....	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la melina	4
Tabla 2. Ejemplo de composición de un lixiviado de vertedero y su variación con el tiempo.	13
Tabla 3 Guía metodológica del trabajo en estudio.....	25
Tabla 4 Promedios de los tratamientos en estudio en campo en los bloques A, B, C, D.	26
Tabla 5. Categoría para la evaluación de la supervivencia de las plantas.	27
Tabla 6. Supervivencia de las plantas de Gmelina arborea a los 60 días del trasplante	29
Tabla 7 Análisis de varianza de Kruskal Wallis de rebrotes viables por tratamiento/ plántula.....	30
Tabla 8. Medias del número de rebrotes viables por tratamiento/ plántula.	31
Tabla 9 Análisis de varianza de mortalidad según Friedman.	32
Tabla 10. Separación de medias para la mortalidad según Friedman.....	33
Tabla 11. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 10%.	34
Tabla 12. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.	35
Tabla 13. Diámetro a la altura del cuello testigo.	36
Tabla 14. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.	37
Tabla 15. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.	38
Tabla 16. Promedio del número de hojas testigo.	39
Tabla 17. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.....	40
Tabla 18. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.	41
Tabla 19. Promedio de la altura de la planta (Testigo).	42
Tabla 20. Diametro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.	43
Tabla 21. Númeo de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.....	45
Tabla 22. Altura de las plantas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.47	

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Materiales para la construcción del cobertizo.....	58
Ilustración 2 Preparación de sitio.....	58
Ilustración 3 Finalización de la construcción.....	58
Ilustración 4 Tierra amarilla.....	
Ilustración 5 Materia Orgánica.....	59
Ilustración 6 Mezcla de sustrato.....	59
Ilustración 7 Tierra negra.....	59
Ilustración 8 Diseño completamente al azar en bloques.....	59
Ilustración 9 Llenado de fundas con diferentes sustratos.....	60
Ilustración 10 Plántulas de melina.....	60
Ilustración 11 Plántulas distribuidas en el sustrato 1.....	60
Ilustración 12 Plántulas distribuidas en el sustrato 3.....	60
Ilustración 13 Plántulas distribuidas en el sustrato 2.....	60
Ilustración 14 Plántulas distribuidas en el sustrato 4.....	60
Ilustración 15 Laguna de lixiviado del botadero de basura de Santo Domingo.....	61
Ilustración 16 Extracción del lixiviado.....	
Ilustración 17 Lixiviado crudo y pre-tratado.....	61
Ilustración 18 Transporte de agua y lixiviados.....	62
Ilustración 19 Materiales de campo.....	
Ilustración 20 Número de hojas.....	62
Ilustración 21 Altura de la planta.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Botaderos Autorizados de Santo Domingo de los Tsáchilas.....	13
Figura 2. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 10%.....	34
Figura 3. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.	35
Figura 4. Diámetro a la altura del cuello testigo.....	36
Figura 5. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %	37
Figura 6. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%	38
Figura 7. Número de hojas.....	39
Figura 8. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %	40
Figura 9. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.....	41
Figura 10. Altura de la planta (Testigo).....	42

I. "EVALUACIÓN DE DOS LIXIVIADOS Y CUATRO SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE *Gmelina arborea* (MELINA) EN EL VIVERO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS".

II. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, en los últimos años la Melina ha ganado gran importancia económica en el ámbito forestal, más aún en la Provincia de Santo Domingo, por lo cual se ve la necesidad de satisfacer todas las inquietudes acerca de la especie. Es por esta razón el investigar acerca de que sustratos ayudarían para mejorar la producción de plantas de a nivel de vivero, es de gran importancia dentro de un proceso de producción, que facilite el desarrollo de esta especie forestal y que las personas interesadas tengan alternativas para esta práctica, más aún si esto conlleva a optimizar, tanto el tiempo como recursos económicos.

El tratamiento de los lixiviados es uno de los problemas más desafiantes en la problemática de la depuración de las aguas residuales y por tanto es imperativo establecer métodos de tratamiento de efluentes generados en rellenos sanitarios que consideren la tecnología existente en el país y traten en su real dimensión la problemática de este tipo de contaminación en el Ecuador y dar un uso agro.

Los lixiviados que se generan en un relleno sanitario son uno de los líquidos más contaminados y contaminantes que se conozcan. Los lixiviados presentan altos contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, presencia abundante de patógenos y de sustancias tóxicas como metales pesados, entre otros compuestos. Los lixiviados pueden contaminar aguas subterráneas, aguas superficiales y suelos, por esta razón los rellenos sanitarios se impermeabilizan, se drenan y sus lixiviados recogidos se tratan empleando la combinación de varios métodos. (Giraldo, 2001).

En el presente proyecto de investigación tiene como objetivo otorgar información de carácter técnico para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas, se plantea el uso de lixiviados crudo, pre-tratado y sustratos

como tratamiento primario para la producción de plantas de *Gmelina arborea* (Melina) a nivel de vivero.

El sustrato requerido debe proporcionar nutrientes para obtener buen desarrollo radicular debe estar libre de patógenos que pueden ocasionar daño desde el trasplante al lugar definitivo. Este sustrato debe proporcionar mejoras en las propiedades físicas del suelo favoreciendo al desarrollo de la plántula.

A. JUSTIFICACIÓN

Debido a que no existen estudios sobre el uso de lixiviados y sustratos en *Gmelina arborea* en nuestro país, esta alternativa es poco valorada. En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la importancia de la especie ha cobrado interés, por lo que los métodos de propagación a nivel de vivero son el punto de partida para una buena producción. Que por los distintos beneficios que ofrece la melina, se ha vuelto una especie importante para la investigación.

Dentro de los beneficios que nos brinda están: como cerca viva, barreras protectoras, cortinas rompe vientos o como especie ornamental en avenidas y jardines. Su fibra es usada contra fiebres biliosas, de sus flores se extrae miel de excelente calidad, es una especie recomendada para el cultivo del gusano de seda.; además la madera de este árbol es de buena calidad y permite la elaboración de herramientas, fabricación de muebles y decoraciones; e incluso su madera puede usarse como leña para cocinar los alimentos.

La presente investigación está encaminada a realizar una evaluación en el uso de lixiviados y sustratos en la producción de *Gmelina arborea* (Melina), y brindar información para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas con los resultados que reflejó la investigación permitirá dar alternativas para el uso de lixiviados y sustratos que generan los botaderos de basura de la provincia dentro del ámbito forestal, debido a que los métodos a utilizar son de fácil acceso y aplicación, esto permitirá que exista un mayor interés de incentivar la producción de plantas de Melina, permitiéndoles pensar en otra práctica que sirva para aumentar sus ingresos económicos mejorando su entorno social.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar dos lixiviados y cuatro sustratos en la producción de *Gmelina arborea* (Melina) en el vivero municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas.

2. Objetivos Específicos

- a. Detallar mortalidad y supervivencia de *Gmelina arborea* (Melina), en los diferentes sustratos y lixiviados.
- b. Analizar el comportamiento y desarrollo de las plántulas de *Gmelina arborea* (Melina), en los diferentes sustratos y lixiviados.
- c. Identificar el sustrato y lixiviado que mejor resultado muestre para la producción en vivero de plántulas de *Gmelina arborea* (Melina).

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

A. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la melina

Reino	Plantae
División	Angiospermas
Clase	Eudicotyledoneae
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Gmelina
Especie	<i>Gmelina arborea</i> Roxb 1814
Nombre científico	<i>Gmelina arborea</i>

Fuente: Estrada, 2017.

1. Descripción botánica

La especie *G. arborea* posee características de rápido crecimiento, oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Su capacidad de rebrote es excelente y los brotes presentan un crecimiento rápido y vigoroso. Es caducifolia, en las zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9 m y con una copa cónica. (Azofeifa & Barquero, 2012).

Copa: Presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta.

Corteza: lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa.

Raíz: Presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad.

Fuste: Tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 50-80 cm de diámetro, en ocasiones hasta de 143 cm, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base.

Las hojas son grandes de 10 – 20 cm de largo, simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos acorazonadas, y de 5 – 18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde glabro, envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estipulas ausentes. (Florez Orjuela & Florez Orjuela, 2013).

La inflorescencia de *Gmelina arborea Roxb* es una cima dicásica terminal con las flores más antiguas en la base de la panícula y las más jóvenes en el extremo superior. La misma inflorescencia presenta numerosas fases de desarrollo de capullos y frutos. Las flores son de coloración pardusca, zigomorfas, bisexual con pequeñas brácteas, pubescentes; cáliz tabular o en ocasiones campanulada, con 4 o 5 dientes, generalmente con glándulas prominentes; corola con 4 – 5 sépalos soldados a la base del ovario, amarillo brillante de 2,5 cm de largo. (Florez Orjuela, & Florez Orjuela, 2013).

El fruto es una drupa carnosa ovoide u oblonga de 3 a 5 mm de largo, el pericarpio es brillante, semilla de 12 a 25 mm de largo, de textura dura y color castaño claro a oscuro y presenta de uno a cuatro lóculos, cada uno de los cuales puede generar una planta. (Florez Orjuela, & Florez Orjuela, 2013).

2. Plagas y enfermedades

En las áreas en donde *G. arborea* es nativa, se han reportado gran cantidad de plagas de insectos y de patógenos. Algunos hongos patógenos se han introducido dentro de las áreas en donde los árboles han sido establecidos como especies exóticas. Entre estos, las manchas de las hojas ocasionadas por el hongo *Pseudocercospora ranjita*, aunque no ha causado ningún daño sustancial. La enfermedad de marchitamiento vascular causada por *Ceratocystis fimbriata* en el Brasil, ha ocasionado la pérdida más seria en las plantaciones de la especie. En las plantaciones dentro del rango natural del árbol, los insectos han causado un daño considerable. Entre estos insectos, el defoliador más importante es *Calopepla leayana* (Chrysomelidae). Sin embargo, en las áreas en donde *G. arborea* crece como una especie exótica no se han reportado problemas con las plagas de insectos. (Mariño Macana, 2006).

B. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

1. Origen y distribución

Es una especie nativa del sureste asiático. En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos hasta secos, abarca desde el nordeste de Pakistán hasta el sudeste de Camboya, India y el sur de China (Estrada, 2017).

2. Composición

Cuenta con propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera, es moderadamente liviana. Tiene un 15% de humedad, impregnación moderadamente fácil. (Estrada, 2017).

3. Usos

Recientemente se ha notado su uso en el pastoreo de ganado al usar sus hojas como forraje y frutos y corteza como fuente secundaria de alimentación para el ganado. Usada en sistemas agroforestales junto con otras especies como tabaco, habichuela, maíz, café y cacao. Se usa como cerca viva, barreras protectoras, cortinas rompe vientos o como especie ornamental en avenidas y jardines. Su fibra es usada contra fiebres biliosas, de sus flores se extrae miel de excelente calidad, es una especie recomendada para el cultivo del gusano de seda. (Estrada, 2017).

C. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

1. Clima.

Su rango altitudinal va de 0 a 1500 m.s.n.m., en el área de distribución natural, esta especie prospera en temperaturas mínimas absolutas de 1 - 16 °C, y máximas de 38 - 48 °C. En Centro y Suramérica se planta con éxito en sitios con temperaturas entre 24 – 29°C. Naturalmente, crece en áreas con precipitación media anual de 750 a 2000 milímetros, también puede desarrollarse en sitios hasta con 4500 mm, Requiere un periodo seco de dos a ocho meses. (Macana, 2006).

2. Relieve y suelos

La posición topográfica del terreno define en gran medida la calidad de sitio de *G. arborea*, siendo las mejores pendientes inferiores o fondos planos, donde por lo general hay mayor disponibilidad de agua y nutrientes. (Macana, 2006).

G. arborea crece bien en suelos profundos, francos, franco arcillosos, húmedos y bien aireados, con buen contenido de nutrientes, alcalinos o ligeramente ácidos con un pH entre cinco y ocho; Puede crecer en suelos ácidos o calcáreos hasta lateritas, aunque su crecimiento se ve afectado en suelos superficiales con capas endurecidas, impermeables, pedregosas, o en suelos ácidos muy lixiviados. (Macana, 2006).

D. MANEJO EN VIVERO

1. Limitantes a nivel de vivero

Independientemente del sistema de producción, los principales problemas de melina en vivero son las hormigas, la podredumbre de la raíz (mal del talluelo) y la heterogeneidad en su crecimiento, para lo cual se recomienda el empleo de gasolina en forma de rocío en los caminos y nidos de los hormigueros, un estricto control de la humedad, tanto de riego como de lluvia (evitando excesos y déficit) y la separación la semilla por tamaño. (Rodríguez, Aguilar, Roque, Montoya, Gamboa, & Arguedas, 2004).

E. SEMILLAS (*Gmelina arborea* Roxb)

La Cantidad de semilla obtenida por kg se encuentra entre 900 y 1500 semillas por kilogramo, dependiendo de la fuente de germoplasma y se reportan 900 plantas reales por kilogramo de semillas a nivel de vivero, la calidad de la semilla tiene una pureza del 100% semillas puras por kilo; van de 1500 a 1600; semillas viables por kilo de 1300-1400, con una germinación del 62% (promedio-semillas frescas), almacenamiento a 4 °C. El método de recolección de las semillas de *G. arborea* ya que al madurar la semilla cae por su propio peso y la recolección se vuelve muy fácil, pues simplemente con canastos se procede a la recolección de los frutos directamente en el piso de la plantación. (Brito, 2016).

1. Procesamiento de la semilla

Una vez que se recolectan los frutos, se los procesó para obtener la semilla, esta actividad se vuelve más eficiente con la máquina confeccionada similar a una chancadora de café, la cual da como resultado semilla limpia. Una vez extraída la semilla se lava con agua limpia y se pone a secar, posteriormente se cura con un fungicida preventivo (Vitavax) y se procede al almacenamiento en cuarto fríos o a su uso inmediato. (Brito, 2016).

2. Tratamientos pre germinativos sugeridos

Tradicionalmente en nuestro medio se colocaba la semilla en agua por tres días y luego extenderla al sol, regándola todos los días hasta que inicie el proceso germinativo, otro método es sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, una vez fuera del agua se recubren con una capa de hojas secas de plátano o sacos de tela, previamente humedecidos y luego se debe remojar diariamente el lote hasta que la semilla muestre signos de germinación, la cual ocurrirá entre una a 3 semanas. (Brito, 2016).

3. Germinación de la semilla.

La melina presenta una germinación epigea, primero emerge la radícula, luego surgen los cotiledones, el porcentaje de germinación de la semilla fresca es elevado; sin embargo después de estar almacenada por un año pierde un alto porcentaje de su viabilidad original. Para producir un kg de semilla de melina (*Gmelina arborea Roxb*) se necesitan aproximadamente 14 kg de frutos. (Brito, 2016).

4. Propagación por semilla

Los frutos maduros son colectados del suelo, transportados en sacos de tela o malla hacia el sitio de trabajo, despulpados y los endocarpios secados hasta llevarlos entre un 9 – 11% de humedad para su almacenamiento. La semilla se siembra al voleo o en hileras, cubriéndola ligeramente con tierra o cascarilla de arroz. Bajo condiciones favorables de riego las semillas de *G. arborea* empiezan a germinar entre los siete a quince días después de la siembra. (Macana, 2006).

5. Propagación Vegetativa

La reproducción asexual es la propagación de una planta a partir de partes vegetativas de esta, esto es posible debido al principio de totipotencia celular, la cual es una capacidad propia de las células somáticas de los tejidos de una planta. (Macana, 2006).

El ciclo de crecimiento de una planta propagada por clonación presenta únicamente dos fases: vegetativa y reproductiva. Algunos meristemos permanecen vegetativos y continúan generando ramas, las cuales son utilizadas para propagar nuevas plantas; otros maduran y responden a estímulos para florecer. (Macana, 2006).

Semilleros fijos: consisten en una pileta que se construye sobre el propio terreno y pueden hacerse de concreto y/o tabique o madera. Generalmente se les da una forma rectangular de 1.20 m de ancho (medida interior) y una altura que varía entre 20 y 80 cm. Su parte interior debe ser impermeable, con una pequeña pendiente y un tubo con tapón que le sirva de drenaje en el momento requerido. (Rodríguez, 2010).

Semilleros portátiles: Es un cajón con dimensiones de fácil manejo (largo=55 cm; ancho=35 cm y alto=12 cm) con orificios para drenar el exceso de agua. Otros recipientes de metal o plástico con perforaciones en su base pueden servir como semilleros portátiles. (Rodríguez, 2010).

F. MANEJO DE LA SEMILLA.

1. Siembra de las semillas

Aunque la siembra directa es factible, por la germinación múltiple que presenta (hasta 3 semillas por fruto) es conveniente la siembra de las semillas en camas con un sustrato que contenga tierra común de vivero y arena de río en partes iguales, previamente esterilizados ya sea con sol (solarización) o con un producto químico o natural. El sustrato debe estar constantemente húmedo pero jamás encharcado o reseco. Para ello se recomienda el riego por nebulización usando gotas muy finas. (Rodríguez, Aguilar, Roque, Montoya, Gamboa & Arguedas, 2004).

2. Características de una buena semilla

En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa con los fines de alcanzar el máximo rendimiento. Las propiedades que deben reunir los lotes de semilla de calidad son:

- ✓ Geniuda: el lote de semillas debe responder a la especie y cultivo deseado.
- ✓ Pureza: Estar libre de semillas extrañas, de semillas de malezas u otros cultivares o especies.
- ✓ Limpieza: Las semillas deben estar libres de materias extrañas como palillos o tierra.
- ✓ Sanidad: Estar libre de plagas y enfermedades.
- ✓ Viabilidad: Las semillas deben ser capaces de germinar y desarrollar una plántula normal en condiciones óptimas de siembra.
- ✓ Vigor: Las semillas deben germinar y desarrollar una plántula normal en situaciones de siembra desfavorables. (Peláes & Anabella, 2011).

G. MÉTODOS DE SIEMBRA EN SEMILLEROS Y VIVERO.

Las semillas se siembran en surcos a una densidad baja. No debe sembrarse muy profunda y debe cubrirse con una capa delgada de sustrato. (García, 2015).

La siembra directa consiste en sembrar directamente en la funda de una a tres semillas a 1 cm de profundidad. Posteriormente, se puede eliminar o no plantas. En este sistema después de la siembra es necesario cubrir las camas con hojas secas para conservar la humedad, evitando que las semillas aflen a la superficie debido a la acción mecánica del agua o irrigación. (García, 2015).

1. Viveros en bolsas de polietileno

Este sistema favorece el crecimiento de las plantas después del trasplante pues las raíces no sufren maltrato, debido a ello es el método más confiable para realizar un almácigo, sin embargo se debe pensar que el costo de las bolsas lo hace más caro que el de eras.

Las plántulas trasladadas del semillero al vivero siguen los siguientes pasos:

- ✓ Llenado de las bolsas con el sustrato. Sacar las plantas del semillero removiendo un poco del suelo para evitar que las raíces se dañen.
- ✓ Hacer huecos en el centro de la bolsa por medio del uso de una estaca u otro material, posterior a la hechura de huecos se colocan las plantas teniendo en consideración que se debe aprisionar el suelo sin dañar la planta.
- ✓ Coloque el fertilizante alrededor de la planta teniendo el cuidado de que no entre en contacto directo con la planta. Las bolsas se deben colocar en hileras dobles de forma tal que entre cada una de ellas se deja un espacio de 30 centímetros para facilitar las labores del cultivo. (Solórzano & Hernández, 2007).

2. El trasplante en un vivero

Se conoce como trasplante al paso de las plántulas del almácigo a los envases colocados previamente en la sección de crecimiento. Mediante el trasplante se permite que cada plántula tenga mayor espacio para su desarrollo hasta lograr la magnitud deseada para la plantación en el campo y conservar sus raíces protegidas por la tierra que las envuelve. (Rodríguez, 2010).

H. LIXIVIADOS

El lixiviado se crea debido a la auto descomposición de los residuos depositados allí, junto con el agua de lluvia o la de escorrentía superficial. Esta agua se filtra en el interior del relleno, diluyendo y arrastrando a su paso numerosos componentes, como compuestos volátiles y orgánicos, compuestos de nitrógeno, metales pesados y cualquier otro componente que pueda contener el residuo o la tierra donde se emplaza el vertedero. (Medina, 2015).

La operación óptima del relleno (por ejemplo, considerando el vertedero en sí mismo como un biorreactor), con recogida y tratamiento de lixiviados y desgasificación del gas metano que se genera en ellos, es la base para un vertedero seguro con las emisiones minimizadas. (Medina, 2015).

Además, se debe tener en cuenta que un vertedero puede continuar produciendo lixiviados hasta 50 años después de su clausura y cese de las actividades. (Medina, 2015).

1. Características de los lixiviados

Los lixiviados tienen un alto poder contaminante, contienen una serie de características contaminantes principales, es decir, alto contenido de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno y fósforo, presencia abundante de patógenos y sustancias tóxicas, como metales pesados y constituyentes orgánicos. (Giraldo, 2001).

Las características físico-químicas de un lixiviado dependen de una serie de factores tales como.

La antigüedad y forma de explotación del vertedero.

La naturaleza y la cantidad de los residuos almacenados.

La climatología del lugar o la época del año considerada. (Medina, 2015).

Su composición es bastante compleja y variable, pudiendo ser sus componentes clasificados en cuatro grandes categorías:

Materia orgánica disuelta, expresada en forma de parámetros generales como Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbono orgánico total (COT).

Componentes inorgánicos (Cl^- , SO_4^{2-} , N-NH_3 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+).

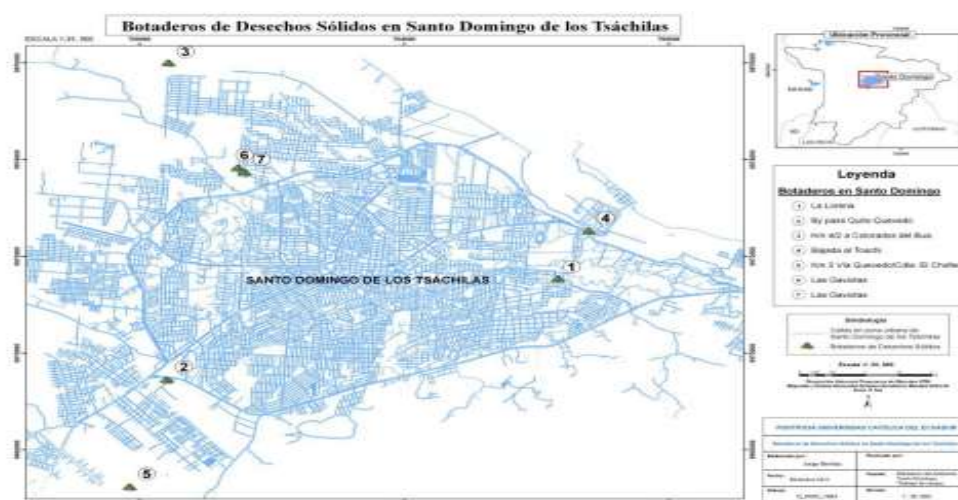
Metales pesados (Fe, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn).

Compuestos xenobióticos, como hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAPs o PAHs, por sus siglas en inglés), Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX, Adsorbable Organic Halogens) y fenoles. (Medina, 2015).

Tabla 2. Ejemplo de composición de un lixiviado de vertedero y su variación con el tiempo.

Parámetro(*)	Vertedero nuevo (menos de 2/5 años)	Vertedero antiguo (más de 2/5 años)
COT	6.000	80-160
DBO5	10.000	100-200
DQO	18.000	100-500
Alcalinidad (como CaCO ₃)	3.000	200-1.000
Dureza total (como CaCO ₃)	3.500	200-500
pH	6	6,6-7,5
Sólidos en suspensión	500	100-400
Nitrato	25	5 – 10
Nitrógeno amoniacal	200	20-40
Nitrógeno orgánico	200	80-120
Fósforo total	30	5 – 10
Orto fosfato	20	4 – 8
Calcio	1.000	100-400
Cloro	500	100-400
Hierro total	60	20-200
Magnesio	250	50-200
Potasio	300	50-400
Sodio	500	100-200
Sulfatos	300	20-50

Fuente: Tchobanoglous et al. 1997.

**Figura 1.** Mapa de Botaderos Autorizados de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Fuente: Ministerio del Ambiente (Santo Domingo).

El botadero Municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas, se localiza a la altura del kilómetro 14,5 de la vía Santo Domingo-Quinindé, con una extensión de 28 hectáreas, actualmente en conflictos administrativos.

En la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas existen 7 botaderos en funcionamiento, hasta hoy de los cuales dos están en proceso de cierre definitivo por el ministerio del Ambiente. Y corresponden los botaderos denominados Las Gaviotas y Toachi.

Santo Domingo de los Tsáchila cuenta con 7 botaderos autorizados que son los siguientes: botadero km 4 1/2 a Colorados del Búa, Las Gaviotas , Bajada al Toachi , La Lorena , *bypass* Quito Quevedo , El Km 3 vía Quevedo Cdla. El Chofer, km 18 vía Quevedo.

La producción promedio de basura en Santo Domingo de los Tsáchilas se ubica en el orden de 0,84 Kilogramos/habitante/día, teniendo una producción diaria de 225 a 300 toneladas. La capacidad del municipio es de una recolección del 66% de las viviendas del cantón.

En la ciudad se tienen índices de recolección cercanos al 77%, mientras que en la zona rural va desde un valor de 14,59% en Puerto Limón, hasta 25,22% en Valle Hermoso.

Sin embargo, este servicio no es regular, por lo que existe una diferencia que se ha ido acumulando en esteros, lotes vacíos, calles, ríos. Este problema creó un medio óptimo para la proliferación de mosquitos, roedores y otros animales portadores de enfermedades.

I. SUSTRATOS

Los sustratos son una mezcla o compuestos de materiales activados o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies forestales, los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultados complejo de partículas de materiales rocosos y materiales característicos también los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivientes o muertos. De la selección de sustratos apropiados dependerá la rapidez de la germinación de la semilla. (García, 2015).

Se puede emplear tierra de montaña, tierra de cacao, mezclada con pulpa de café descompuesta o en su defecto una mezcla de tres partes de tierra de montaña, más una parte de pulpa de café o gallinaza. En este caso se debe desmenuzar bien el sustrato a emplearse, así como la pulpa de café o gallinaza mezclándola previamente con una pala antes de pasarla a través de una cernidora. (García, 2015).

1. Aspectos generales de los sustratos.

Además de servir de soporte y anclaje de la planta, el sustrato o el suelo artificial deben suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire y nutrientes minerales. Si las proporciones de estos componentes no son las adecuadas, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar diversas fitopatologías, entre las cuales cabe citar:

Asfixia debida a la falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan el suelo.

Deshidratación debida a la falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta. Exceso o carencia de nutrientes minerales desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas. Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles a la ataque de virus, bacterias, hongos. (García, 2015).

Propiedades físicas de los sustratos.

Si al hablar de sustratos la materia mineral disminuye mucho y es ocupada por la orgánica.

Las proporciones de las fases sólida, líquida, y gaseosa en un medio de cultivo varía con la naturaleza del medio y con condiciones exteriores drenaje, temperatura, humedad, etc. Lo primero que llama la atención es la proporción muy inferior de fases sólida de sustrato respecto al suelo mineral (no hay que olvidar que la materia orgánica tiene mucha porosidad), lo que indica que, en un volumen determinado de sustrato habrá más espacio disponible para el agua y aire que en un mismo suelo mineral. Esto explica que las plantas puedan desarrollarse en volúmenes de sustrato reducido, como los contenidos en una maceta. (García, 2015).

2. Características físicas y químicas de los sustratos en general

a. Densidad aparente

Corresponde al peso seco del sustrato por unidad de volumen, incluyendo todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos. (JEREZ, 2007).

Esta característica se utiliza para estimar la capacidad total de almacenaje del sustrato y su grado de compactación. Un sustrato con baja densidad aparente es económicamente beneficioso, debido a que maximiza la capacidad operacional del medio de cultivo, minimizando los costos de transporte y manipulación de materiales. (JEREZ, 2007).

b. Porosidad

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (JEREZ, 2007).

Los regímenes de agua y aire dentro de un sustrato dependen del espacio poroso del medio, sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que ésta se encuentre compartida entre macro poros, que se hallan ocupados por aire y micro poros que alojan agua en su interior (JEREZ, 2007).

c. Aireación

El tipo de material utilizado como sustrato, el tamaño y continuidad de sus poros, la temperatura, profundidad, humedad y actividad microbiológica, son aspectos que deben ser considerados para comprender la dinámica de los gases dentro de un medio de cultivo, donde idealmente el intercambio gaseoso debe ser rápido. Además la utilización de contenedores de volumen reducido, produce cambios en la aireación y retención de agua, afectando el desarrollo de las plantas. (JEREZ, 2007).

d. Retención de agua

La cantidad total de agua retenida por un sustrato en un contenedor depende de la proporción de micro poros y del volumen del contenedor, sin embargo, aunque la retención de agua sea elevada, puede ser adsorbida por las partículas del sustrato, por lo que no se encontrará disponible, esto dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa. Un sustrato adecuado corresponde a aquel que tiene un 20 o 30 % de agua fácilmente disponible. Una baja retención de agua en un sustrato puede producirse por una baja porosidad total, alta proporción de macro poros o micro poros, elevada concentración de sales en solución acuosa o una combinación de las situaciones anteriores (JEREZ, 2007).

e. Granulometría

La granulometría del sustrato debe ser mediana a gruesa, con tamaños de 0,25 a 2,6 mm, que produzcan poros de 30 a 300 μm , permitiendo una buena aireación y retención de agua. También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. (JEREZ, 2007).

f. Estabilidad de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica en el sustrato debe ser mínima, ya que puede producir una textura más fina y una baja aireación. Dentro del contenedor, el volumen del sustrato es pequeño para el crecimiento de las raíces y cualquier reducción significativa es perjudicial para el normal desarrollo de las plantas. (JEREZ, 2007).

g. Relación Carbono Nitrógeno

Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un sustrato es biodegradable y por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se encuentra en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad. (JEREZ, 2007).

El rango óptimo en los sustratos orgánicos es de 30 kg de N por 1 kg de C. Los excesos de cualquiera de los dos componentes conllevan a una situación de carencia. Si el sustrato es rico en carbono y pobre en nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el carbono se perderá en forma de dióxido de carbono. Para el caso contrario, en altas concentraciones relativas de nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad. (JEREZ, 2007).

h. PH

Corresponde a la medida de concentración de la acidez en la solución del sustrato y tiene la capacidad de controlar la disponibilidad de todos los nutrientes (JEREZ, 2007).

El pH del sustrato depende de la especie que se esté cultivando, la mayoría de las especies crecen bien en pH ligeramente ácido entre 6,2 a 6,8. Con valores inferiores a 5 pueden aparecer deficiencias de N, K, Ca, Mg y B. Con valores superiores a 6, se producen problemas en la disponibilidad de Fe, P, Zn, Mn y Cu (JEREZ, 2007).

i. Tipos de sustrato que se emplean en el llenado de funda.

Los sustratos para llenar fundas, son fabricados mediante la realización de mezclas hasta conseguir las características que se consideran más apropiadas para el desarrollo radical en el ambiente de ellos, se recomiendan las siguientes mezclas de suelos: 2 Pares de migajón o suelo franco.

1 Parte de arena.

1 Parte de arena cernida.

5 Kg. de caliza agrícola por metro cúbico.

2 Kg. de superfosfato simple por metro cúbico

1 Kg. de nitrato de amonio por metro cúbico

0,5 k sulfato de potasio por metro cúbico. (García, 2015).

J. TIPOS DE SUSTRATOS A UTILIZAR

1. Suelo

El suelo es, por naturaleza, el principal medio de crecimiento de las plantas, su utilización en vivero es muy común debido a su disponibilidad e inclusive sin costo, aunque no siempre cumplen con condiciones óptimas para su utilización en vivero. El suelo común presenta problemas como:

La degradación del suelo superficial por el llenado de bolsa, es hospederio de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura, pobre compactación que perjudica al momento de hacer el trasplante al campo definitivo, la calidad de la parte física y química no es constante. Por lo tanto, es necesario tratar a cada suelo de modo específico, con el fin de conseguir que las altas exigencias de este tipo de cultivos sean satisfechas. Este objetivo se alcanza con mayor facilidad en terrenos con contenidos de 50-60% de arena, 12-20% de limo, 10-15% de arcilla y 6-8% de materia orgánica. (Tut, 2014).

2. Arena de río

La arena es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, disponibilidad y económico. Las recomendaciones sobre su tamaño son considerablemente variable. (Tut, 2014).

Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. La arena reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0,5 a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La CIC es de 5 a 10 meq/l. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos. (Tut, 2014).

3. Turba

Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura, aunque también se usan con bastante frecuencia en sistemas de producción como la floricultura, los frutales, forestales entre otros. La turba (césped) es una acumulación de vegetación en descomposición parcial o materia orgánica que es único para las áreas naturales llamadas turberas. Son ecosistemas conformados por estratos subyacentes originados por acumulación de materia orgánica de origen vegetal en distintos estados de degradación anaeróbica (sin la presencia de oxígeno) y un estrato superficial biológicamente activo, conformado por asociaciones de especies, entre las que predominan plantas hidrófilas con gran capacidad de retener humedad. (López, 2017).

4. Aserrín

El aserrín son residuos del proceso de aserrío y pueden llegar a ser un problema en la industria de la madera, debido a que ocupan mucho espacio en la línea de producción después del aserrío. (Córdova, Aldrete, Alcalá, &Upton 2008).

K. TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS.

Las semillas forestales presentan una testa o cáscara dura, por lo tanto es conveniente acelerar la germinación, colocando las semillas en agua caliente, o hirviendo y dejar que el agua con las semillas se enfríen lentamente. (García, 2015).

También se sumergen la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas y una vez fuera del agua se recubren con una capa de hoja seca de plátano o saco de tela previamente humedecido, luego se debe remojar diariamente hasta que las semillas muestren signos de germinación lo cual ocurrirá en unas tres semanas. Otro tratamiento consiste en dejar la semilla de melina en agua para tres días y luego extenderla al sol regándola todos los días hasta que inicie el proceso de germinación. (García, 2015).

L. PROGRAMA DE INFOSTAT

InfoStat es un programa para análisis estadístico de aplicación general, desarrollado bajo la plataforma Windows, que ofrece una interfaz avanzada para el manejo de datos basada en el difundido concepto de planilla electrónica. Permite importar y exportar bases de datos en formato texto, Excel y Epiinfo. Posee rápido acceso a herramientas para el manejo de datos como por ejemplo utilizar fórmulas, aplicar transformaciones, ordenar, categorizar variables, generar variables aleatorias mediante el uso de la simulación, concatenar tablas, seleccionar registros activos, etc. Las capacidades de copia y pegado permiten trasladar fácilmente tablas, resultados y gráficos a otras aplicaciones Windows. (Corvi & Fanjul, 2016).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizara en el vivero municipal perteneciente al cantón Santo Domingo que se encuentra ubicado en las estribaciones de la Cordillera Occidental, a 133 Km de Quito, capital del Ecuador. Tiene una gran riqueza hidrológica, existen cinco cuencas y micro cuencas importantes: al este y noreste, el curso medio y bajo del Toachi, perteneciente a la cuenca del río Blanco; al sur, la subcuenta del Borbón, que pertenece a la gran cuenca del río Guayas y empata con el Babis; al suroeste, la subcuenta del río Peripa; al noreste, la subcuenta del Quinindé que, al igual que la subcuenta del Blanco, al noroeste, pertenecen a la cuenca del río Esmeraldas.

Sus límites son:

NORTE: Provincia de Esmeraldas y los cantones Puerto Quito y San Miguel de los Bancos

SUR: Las provincias de los Ríos y Cotopaxi

ESTE: Los cantones Quito y Mejía

OESTE: La provincia de Manabí

2. Ubicación geográfica

El plan Participativo de Desarrollo del Cantón Santo Domingo, indica que junto a dos cantones forman la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y abarca un territorio de aproximado de 450.000 habitantes (INEC).

X = 722593

Y = 9970848

Altitud sobre el nivel del mar: 655 m

- Zona baja: 100 m s. n. m.
- Zona alto: 1800 m s. n. m.

FUENTE: GAD Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017.

3. Características climáticas

Clima: Invierno (4-7 meses, del 16 de enero al 5 de junio)

Verano (dura 2-3 meses, del 5 de agosto al 13 de octubre.)

Temperatura promedio: 21 °C a 32 °C

Precipitación promedio anual: 3000 a 4000 mm anuales

Velocidad viento: 12 km/h

Humedad relativa: 85%

FUENTE: Anuario de INAMHI, 1993.

4. Clasificación ecológica

BsTc01 Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial (el ecosistema corresponde a bosques siempreverdes, multiestratificados que se encuentran dentro de la penillanura y llanura de la región biogeográfica Litoral del Ecuador); **BsPn01 Bosque siempreverde pie montano de Cordillera Occidental de los Andes** (Este ecosistema comprende bosques siempreverdes multiestratificados, con un dosel entre 25 a 30 m, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas, y algunas especies de bosques montano bajos); **BsBn04 Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes** (bosques siempreverdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental) (MAE, 2013).

B. MATERIALES

1. Material experimental.

2 lixiviados, 4 sustratos, Semillas de melina

2. Materiales de campo

Fundas de polietileno Azadones, Machete, Cinta métrica, Sacos, Rastrillo, Regaderas, Carretilla, Zaranda, Bomba de mochila, Calibrador de vernier, Balanzas, Manguera.

3. Materiales de oficina

Libreta de apuntes, lápiz, computadora, cámara Fotográfica, Software informático (INFOSTAD).

C. METODOLOGÍA

1. Definición del área de estudio

a. Reconocimiento del lugar

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo.

2. Selección de Factores de Estudio.

Los factores en estudio serán: sustratos y lixiviados.

a. Sustratos (S)

S1= Tierra amarilla 90% + Arena de río 10%

S2= Tierra amarilla 70% + Materia orgánica 30%

S3= Tierra amarilla 80 % + Arena de río 10% + Aserrín 10 %

S4= Tierra negra 80 % + 20 % de hojarasca de cacao

b. Lixiviados (L)

L1 lixiviado crudo.

L2 lixiviado pre-tratado.

L3 Sin ningún tipo de Lixiviado (Agua).

3. Análisis químico para los diferentes sustratos.

Los análisis químicos de los diferentes sustratos se realizaron en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en el laboratorio químico agropecuario (AGROLAB).

4. Variables evaluadas

- a. Porcentaje de supervivencia y mortalidad a los 60 días.
- b. Diámetro a la altura del cuello después del trasplante, a los 15, 30, 45 y 60 días.
- c. Número de hojas después del trasplante, a los 15, 30, 45 y 60 días.
- d. Altura después del trasplante, a los 15, 30, 45 y 60 días.

5. Manejo del ensayo

a. Construcción de cobertizo

Se construyó un cobertizo de una dimensión de 2,5 m x 3,5 m con materiales del lugar (Caña guadua, sarán y alambre) para dar protección al vivero de la radiación solar en un 50%.

b. Preparación del sustrato.

Para las respectivas mezclas se pesó cada sustrato, después se utilizó la cantidad requerida, este proceso se realizó con los Porcentajes requeridos para la investigación.

c. Transplante

El llenado de fundas se realizó de forma manual, completando el volumen total de la funda de polipropileno, se procedió a realizar una mezcla homogénea del sustrato una vez elaborado se colocó la plántula.

d. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual en su totalidad, se eliminó las malezas que salieron en las fundas y alrededor del trabajo experimental, esto se realizó cada 15 días.

e. Control fitosanitario

Se utilizó insumos para eliminar la presencia de insectos minadores, o masticadores y controlar patógenos. Se colocó un insecticida y fungicida de nombre Daconil para evitar el ataque de insectos como el minador.

f. Riego

El riego se aplicó conjuntamente con los lixiviados cada dos días en dos dosis diferentes de 5% y 10% por cada lixiviado dejando bien húmedo los diferentes sustratos.

2. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó el diseño de bloque completo al azar (DBCA) con 20 tratamientos, 4 repeticiones y dos submuestras con unidad experimental. Ver tabla 3

a. Tratamientos

Tabla 3 Guía metodológica del trabajo en estudio.

Trat.	Códigos	Especie	Rep.	U. exp.	Ev. 15(*)	Ev. 30(*)	Ev. 45(*)	Ev. 60(*)
T1	S1L1 (a)	Melina	8	2	*	*	*	*
T2	S2L1 (a)	Melina	8	2	*	*	*	*
T3	S3L1 (a)	Melina	8	2	*	*	*	*
T4	S4L1 (a)	Melina	8	2	*	*	*	*
T5	S1L2 (c)	Melina	8	2	*	*	*	*
T6	S2L2 (c)	Melina	8	2	*	*	*	*
T7	S3L2 (c)	Melina	8	2	*	*	*	*
T8	S4L2 (c)	Melina	8	2	*	*	*	*
T9	S1L1 (b)	Melina	8	2	*	*	*	*
T10	S2L1 (b)	Melina	8	2	*	*	*	*
T11	S3L1 (b)	Melina	8	2	*	*	*	*
T12	S4L1 (b)	Melina	8	2	*	*	*	*
T13	S1L2 (d)	Melina	8	2	*	*	*	*
T14	S2L2 (d)	Melina	8	2	*	*	*	*
T15	S3L2 (d)	Melina	8	2	*	*	*	*
T16	S4L2 (d)	Melina	8	2	*	*	*	*
T17	S1L3	Melina	16	4	*	*	*	*
T18	S2L3	Melina	16	4	*	*	*	*
T19	S3L3	Melina	16	4	*	*	*	*
T20	S4L3	Melina	16	4	*	*	*	*
			192	48				

Elaboración: Ramírez, 2018

Tabla 4 Promedios de los tratamientos en estudio en campo en los bloques A, B, C, D.

Trat.	Código	Sustrato	Lixiviado
	S1L1		
T1	(a)	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	Crudo 10%
	S2L1		
T2	(a)	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	Crudo 10%
	S3L1		
T3	(a)	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	Crudo 10%
	S4L1		
T4	(a)	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	Crudo10%
	S1L1		
T9	(b)	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	Crudo 5 %
	S2L1		
T10	(b)	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	Crudo 5 %
	S3L1		
T11	(b)	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	Crudo 5 %
	S4L1		
T12	(b)	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	Crudo 5 %
	S1L2		
T5	(c)	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	Pre-tratado 10%
	S2L2		
T6	(c)	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	pre-tratado 10%
	S3L2		
T7	(c)	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	Pre-tratado 10%
	S4L2		
T8	(c)	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	Pre-tratado 10%
	S1L2		
T13	(d)	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	Pre-tratado 5%
	S2L2		
T14	(d)	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	Pre-tratado 5%
	S3L2		
T15	(d)	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	Pre-tratado 5%
	S4L2		
T16	(d)	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	Pre-tratado 5%
T17	S1L3	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	Agua
T18	S2L3	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	Agua
T19	S3L3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	Agua
T20	S4L3	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	Agua

Elaborado por: Ramírez, 2018.

3. Datos a Evaluar

a. Altura de la planta

La altura se tomó desde el cuello de la raíz hasta el ápice o punto de crecimiento vegetativo, 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra, los datos están expresados en cm.

b. Diámetro de tallo en cm (DT)

Las variables se tomaron a los 15, 30, 45 y 60 días luego de la siembra, para lo cual se utilizó un calibrador de Vernier, mismo que se ubicó en un punto inmediatamente inferior a la inserción de la primera hoja y se expresa en milímetros.

c. Número de hojas (NH)

Se contó las hojas por planta a los 15, 30, 45 y 60 días luego de la siembra, se consideró hoja formada a la que se encuentre bajo las dos últimas hojas del ápice.

d. Porcentaje de supervivencia (PSV)

La supervivencia fue determinada en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición a los 60 días.

Para la evaluación de la especie: *Gmelina arborea* se utilizaron las categorías propuestas en la (Tabla 4).

Tabla 5. Categoría para la evaluación de la supervivencia de las plantas.

Categoría	Porcentaje de supervivencia
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 79%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

Fuente: Centeno, 1993.

Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{Pv}{(Pv+Pm)} * 100$$

Donde:

Pv: plantas viva

Pm: plantas muertas

Fuente: Linares, 2005.

e. Porcentaje de mortalidad.

La mortalidad fue determinada en base a la relación entre el número de plantas muertas y el número de plantas establecidas encontradas al momento de la medición que fue echa a los 60 días.

$$\% \text{ Mortalidad: } \frac{Pm}{n} * 100$$

Donde

Pm: Plantas muertas

N: Número total de plantas

V. RESULTADOS

A. Para determinar el primer objetivo referente a la mortalidad y supervivencia de las plantas en estudio de *Gmelina arborea* se utilizó las siguientes fórmulas.

1. Supervivencia de las plantas según los datos tomados a los 60 días del trasplante.

$$\frac{Pv}{(Pv + Pm)} * 100$$

Donde:

Pv: plantas viva

Pm: plantas muertas

Fuente: Linares, 2005.

Tabla 6. Supervivencia de las plantas de *Gmelina arborea* a los 60 días del trasplante

Tratamientos	Descripción	# individuos	% Supervivencia
T 1	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	0	0
T 2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	0	0
T 3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	2	25
T 4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8	100
T 5	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	0	0
T 6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	4	50
T 7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	7	87,5
T 8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8	100
T 9	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	8	100
T 10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	8	100
T 11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	2	25
T 12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8	100
T 13	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	8	100
T 14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	7	87,5
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	4	50
T 16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8	100
T 17	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	11	68,75
T 18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	14	87,5
T 19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	11	68,75
T 20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	16	100
			67,5

Elaborado: Ramírez, 2018

Después de evaluar, la supervivencia a los 60 días en la producción de *Gmelina arborea* la especie presentó un porcentaje del 67,5 % (Tabla 6). Según Centeno 1993, que presenta una categoría para la clasificación de la supervivencia de las plantas, haciendo una comparación con los datos obtenidos en el trabajo de investigación se ha clasificado en el rango de 60-70% categorizada como buena.

2. Análisis estadístico de supervivencia por tratamiento/ repetición.

Tabla 7 Análisis de varianza de Kruskal Wallis de rebrotes viables por tratamiento/ plántula.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	T²	P – valor
TRATAMIENTO 1	5,13	6,51	<0,0001
TRATAMIENTO 2	2,63		
TRATAMIENTO 3	7,63		
TRATAMIENTO 4	12,63		
TRATAMIENTO 5	2,63		
TRATAMIENTO 6	10,13		
TRATAMIENTO 7	12,63		
TRATAMIENTO 8	12,63		
TRATAMIENTO 9	12,63		
TRATAMIENTO 10	12,63		
TRATAMIENTO 11	7,63		
TRATAMIENTO 12	12,63		
TRATAMIENTO 13	12,63		
TRATAMIENTO 14	12,63		
TRATAMIENTO 15	12,63		
TRATAMIENTO 16	12,63		
TRATAMIENTO 17	10,13		
TRATAMIENTO 18	12,63		
TRATAMIENTO 19	12,63		
TRATAMIENTO 20	12,63		

Elaboración: Ramírez, 2018.

En la tabla N° 7 se aprecia el análisis de varianza según Friedman para la variable de la sobrevivencia y mortalidad según el número de individuos vivos en base a los 20 tratamientos aplicados, donde se obtuvo un p-valor de 0,001; lo cual indica una que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos y por ende se acepta la hipótesis alternativa, de acuerdo a lo obtenido se procedió a la separación de medias para su respectivo análisis.

Separación de medias según Friedman al 5 %

Tabla 8. Medias del número de rebrotes viables por tratamiento/ plántula.

Tratamientos	Descripción	Media	n	
T 5	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	2,63	4	A
T 2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	2,63	4	A B
T 1	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	5,13	4	A B C
T 11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	7,63	4	C D
T 3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	7,63	4	C D E
T 17	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	10,13	4	D E F
T 6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	10,13	4	D E F
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	12,63	4	F
T 14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	12,63	4	F
T 16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	12,63	4	F
T 20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	12,63	4	F
T 19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	12,63	4	F
T 18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	12,63	4	F
T 8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	12,63	4	F
T 7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	12,63	4	F
T 4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	12,63	4	F
T 9	Arena de río 10% tierra amarilla 90%	12,63	4	F
T 13	Arena de río 10% + tierra amarilla 90%	12,63	4	F
T 12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	12,63	4	F
T 10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	12,63	4	F

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Comparaciones múltiples “a posteriori”; $p>0,05$).

Elaboración: Ramírez, 2018.

De acuerdo a la separación de medias de Friedman al 5% para la variable sobrevivencia por tratamiento en cada repetición, se determinó que los tratamientos 10 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado crudo) y 12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado crudo) obtuvieron los valores más altos con un promedio de 12,63 individuos vivos, seguido de los tratamientos 6 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado pre tratado) y 17 (Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Agua) con un promedio de 10,13 individuos vivos, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en los tratamientos 2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% +Lixiviado crudo) y 5 (Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado) con un promedio de 2,63 individuos vivos. Por lo tanto estos tratamientos con mejores promedios pueden ser aplicados en la germinación y desarrollo de esta especie. Tabla N° 8.

3. Mortalidad de las plantas según los datos tomados a los 60 días del trasplante.

$$\% \text{ Mortalidad: } \frac{58}{192} * 100$$

% Mortalidad: 32,50

Luego de evaluar, la mortalidad a los 60 días en la producción de *Gmelina arborea* la especie presentó un porcentaje del 32,50 %.

4. Análisis estadístico de mortalidad por tratamiento/ repetición

a.- Anova de la mortalidad según Friedman.

Tabla 9 Análisis de varianza de mortalidad según Friedman.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	T²	P – valor
TRATAMIENTO 1	15,88	6,51	<0,0001
TRATAMIENTO 2	18,38		
TRATAMIENTO 3	13,38		
TRATAMIENTO 4	8,38		
TRATAMIENTO 5	18,38		
TRATAMIENTO 6	10,88		
TRATAMIENTO 7	8,38		
TRATAMIENTO 8	8,38		
TRATAMIENTO 9	8,38		
TRATAMIENTO 10	8,38		
TRATAMIENTO 11	13,38		
TRATAMIENTO 12	8,38		
TRATAMIENTO 13	8,38		
TRATAMIENTO 14	8,38		
TRATAMIENTO 15	8,38		
TRATAMIENTO 16	8,38		
TRATAMIENTO 17	10,88		
TRATAMIENTO 18	8,38		
TRATAMIENTO 19	8,38		
TRATAMIENTO 20	8,38		

Elaborado por: (Ramírez, 2018)

En la tabla N° 9 se aprecia el análisis de varianza según Friedman para la variable de la mortalidad según el número de individuos muertos en base a los 20 tratamientos aplicados, donde se obtuvo un p-valor de 0,001; lo que indica que existe diferencia

altamente significativa entre tratamientos y por ende se acepta la hipótesis alternativa, de acuerdo a lo obtenido se procedió a la separación de medias para su respectivo análisis.

b. Separación de medias para la mortalidad según Friedman al 5%.

Tabla 10. Separación de medias para la mortalidad según Friedman.

Tratamientos	Descripción	Medias	n	
T 14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	8,38	4	A
T 13	Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%	8,38	4	A
T 12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8,38	4	A
T 10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	8,38	4	A
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	8,38	4	A
T 20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8,38	4	A
T 19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	8,38	4	A
T 18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	8,38	4	A
T 16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8,38	4	A
T 4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8,38	4	A
T 7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	8,38	4	A
T 8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%	8,38	4	A
T 9	Arena de rio 10% tierra amarilla 90%	8,38	4	A
T 17	Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%	10,88	4	A N
T 6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	10,88	4	A N
T 3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	13,38	4	N P
T 11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%	13,38	4	N P
T 1	Arena de rio 10% tierra amarilla 90%	15,88	4	P R
T 2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%	18,38	4	R
T 5	Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%	18,38	4	R

***Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Comparaciones múltiples “a posteriori”; $p>0,05$).**

Elaborado por: (Ramírez, 2018)

De acuerdo a la separación de medias de Friedman al 5% para la variable de la mortalidad por tratamiento en cada repetición, se determinó que los tratamientos 2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% +Lixiviado crudo) y 5 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado) obtuvieron los valores más altos con un promedio de 18,38 individuos muertos, seguido de los tratamientos 1 (Arena de rio 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo) y 11 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado crudo) con un promedio de 13,38 y 15,88 individuos muertos, mientras que los valores más bajos de mortalidad se obtuvieron en los tratamientos 14 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado pre tratado), 13 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado) con un promedio de 8,38 individuos muertos.

Estadísticamente los tratamientos 14, 13, son menores a los tratamientos 2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% +Lixiviado crudo) y 5 (Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado), 1 (Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo) y 11 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado crudo). Por lo tanto los tratamientos con menor promedio pueden ser aplicados en la germinación y desarrollo de esta especie. Ver tabla N° 10.

B. Comportamiento y desarrollo de las plántulas de *Gmelina arborea* (Melina).

a. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 10%.

Tabla 11. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 10%.

Tratamientos	Descripción	DT 10 %
T1	Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	0,04
T2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% +Lixiviado crudo	0,03
T3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% +Lixiviado crudo	0,08
T4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% +Lixiviado crudo	0,22
T5	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	0,07
T6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado pre tratado	0,12
T7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado pre tratado	0,16
T8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	0,25

Elaborado por: Ramírez, 2018.

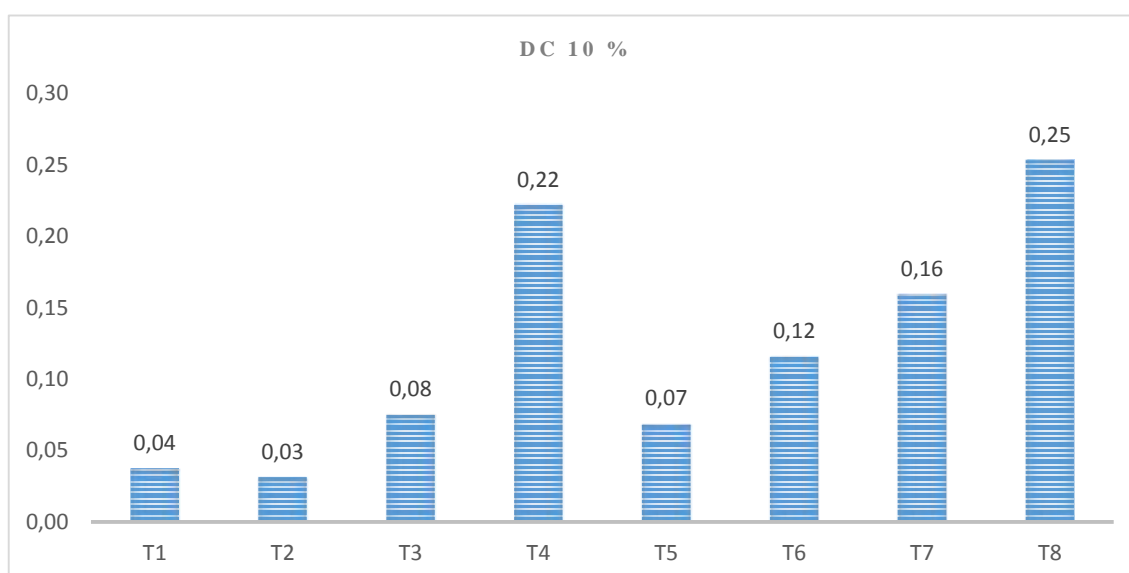


Figura 2. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 10%.

Al finalizar la investigación para la variable del diámetro del tallo en las plantas de *Gmelina arborea* con lixiviados al 10 % Figura N° 2, se estableció que el tratamiento que mejor desarrollo mostró en cuanto al diámetro del tallo fue el T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado; 0,25mm) ; seguido del tratamiento que menor diámetro del tallo mostró que fue el T2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% +Lixiviado crudo; 0,03mm).

b. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Tabla 12. Diámetro del tallo con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Tratamientos	Descripción	DT 5%
T9	Arena de río 10% tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	0,21
T10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado crudo	0,24
T11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado crudo	0,08
T12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado crudo	0,25
T13	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	0,20
T14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Lixiviado pre tratado	0,15
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado pre tratado	0,14
T16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	0,24

Elaborado por: Ramírez, 2018.

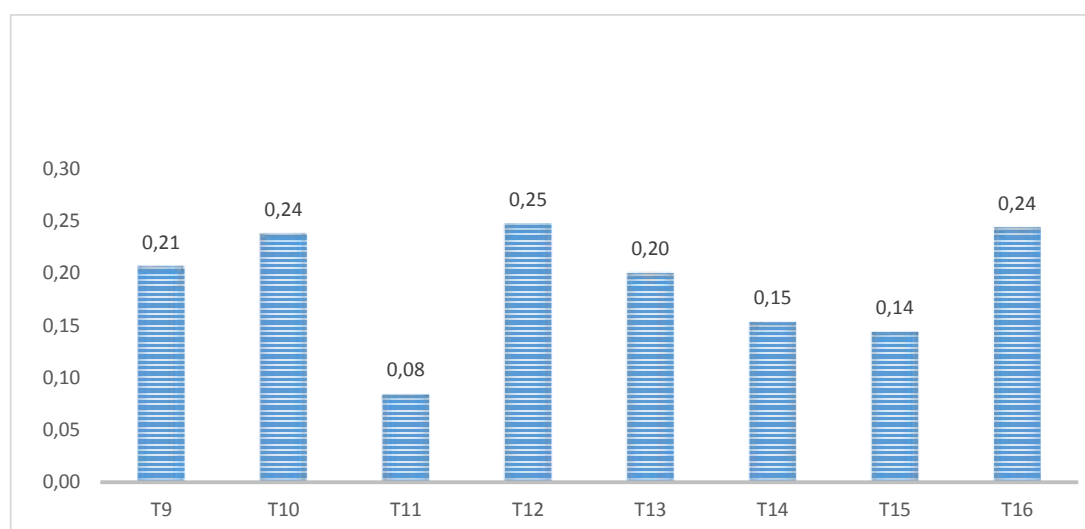


Figura 3. Diámetro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Se puede apreciar en la Figura N° 3 para la variable del diámetro del tallo en las plantas de *Gmelina arborea* con dosis de lixiviados al 5 %, los tratamiento que mejor comportamiento mostraron fueron el T12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado crudo; 0,25 mm); mientras que el tratamiento que menor diámetro obtuvo fue el T11 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado crudo; 0,08 mm).

c. Diámetro a la altura del cuello (Testigo).

Tabla 13. Diámetro a la altura del cuello (Testigo).

Tratamientos	Descripción	DT (Testigo)
T17	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Agua	0,15
T18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Agua	0,16
T19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Agua	0,13
T20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua	0,25

Elaboración: Ramírez, 2018.

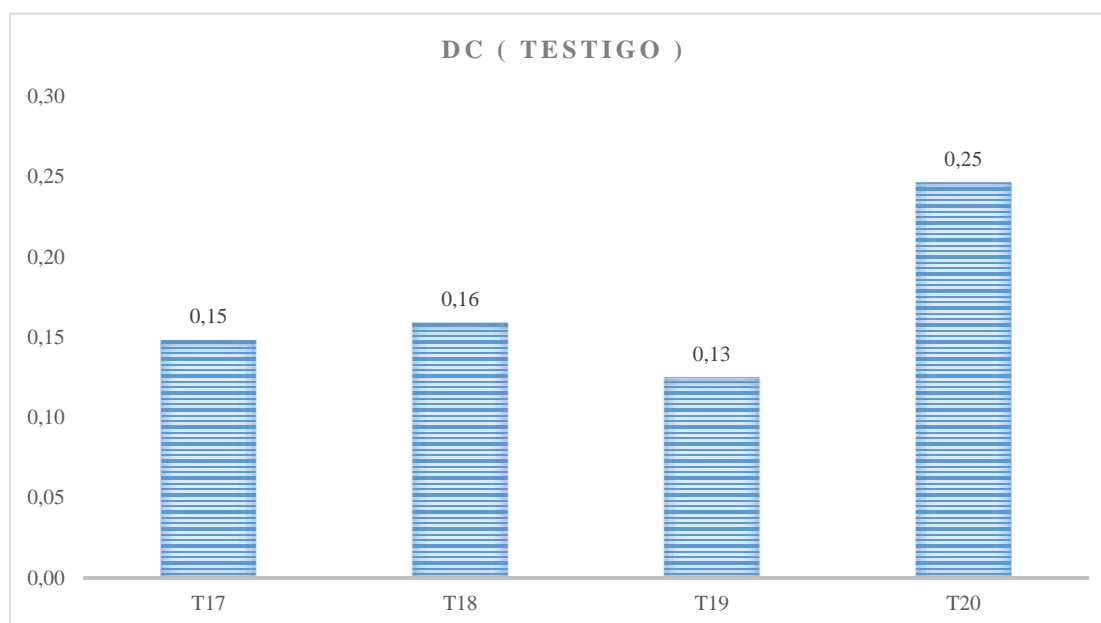


Figura 4. Diámetro a la altura del cuello testigo.

Una vez concluido el proyecto, se observó que el desarrollo de las plantas de Melina con agua (Testigo) Figura N° 3 el que mejor desarrollo presento fue el T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua; 0,25 mm); seguido del que menor desarrollo del diámetro de tallo mostró el T19 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Agua; 0,13 mm).

d. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Tabla 14. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Tratamientos	Descripción	NH 10 %
T1	Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	0,7
T2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+Lixiviado crudo	0,75
T3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+Lixiviado crudo	1,78
T4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%+Lixiviado crudo	3,93
T5	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	1,13
T6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+ Lixiviado pre tratado	2,43
T7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+ Lixiviado pre tratado	3,7
T8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	5,55

Elaboración: Ramírez, 2018.

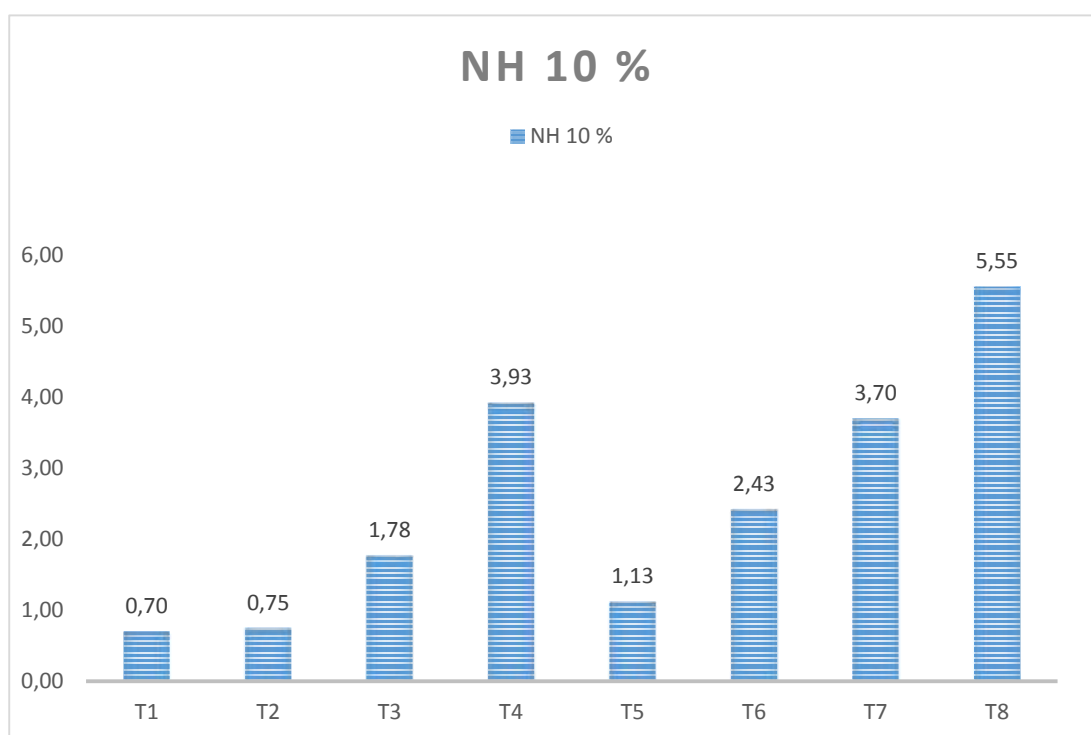


Figura 5. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Una vez concluido el experimento, se observó que para el número de hojas con dosis en lixiviados al 10 % Figura N° 4; el que mejor características desarrollo fue el T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado; 5,55); seguido del tratamiento T1 (Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo; 0,70) presentando el menor número de hojas.

e. **Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.**

Tabla 15. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Tratamientos	Descripción	NH 5%
T9	Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	4,94
T10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+Lixiviado crudo	5,75
T11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+Lixiviado crudo	2,19
T12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%+Lixiviado crudo	6,5
T13	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	5
T14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+ Lixiviado pre tratado	4,41
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+ Lixiviado pre tratado	3,59
T16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	6,38

Elaborado por: Ramírez, 2018.

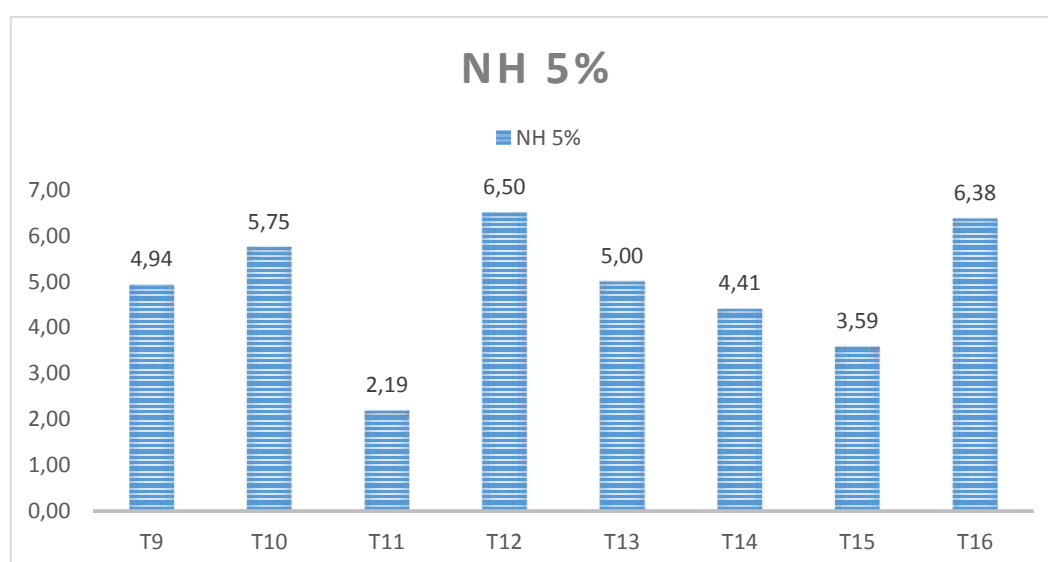


Figura 6. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Se puede apreciar en la Figura N° 6, para la variable del número de hojas con dosis de lixiviados al 5 %, que el tratamiento que mejor comportamiento mostro fue el T12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado crudo; 6,50); mientras que el tratamiento con el menor número de hojas fue las del T11 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Lixiviado crudo; 2,19).

f. Número de hojas (Testigo).

Tabla 16. Promedio del número de hojas testigo.

Tratamientos	Descripción	NH 10 %
T17	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Agua	3,9
T18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Agua	3,09
T19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Agua	3,64
T20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua	6

Elaborado por: Ramírez, 2018.

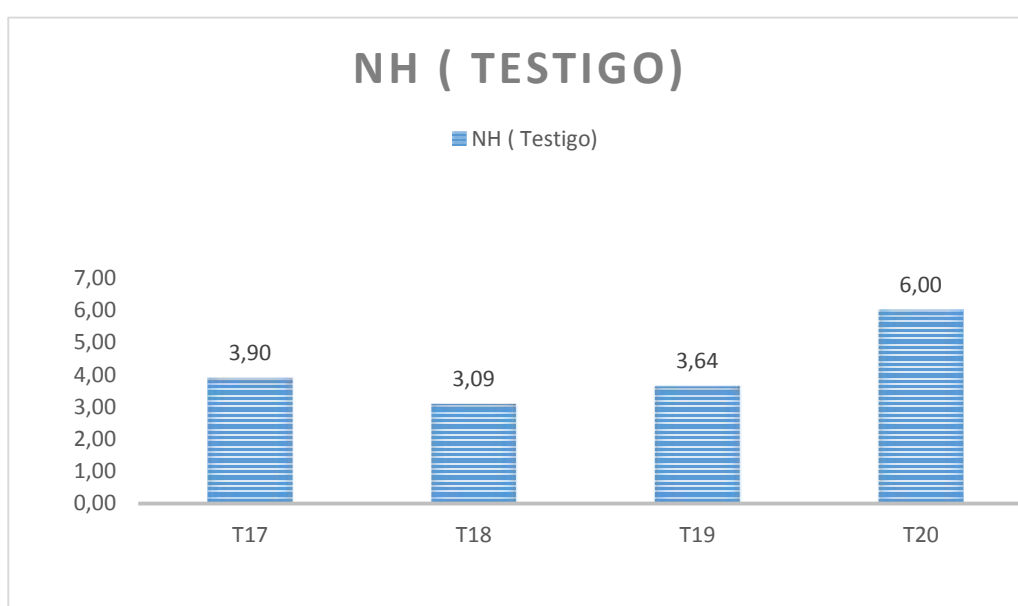


Figura 7. Número de hojas.

Culminado el experimento el mayor número de hojas se presentó en el T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua) con un promedio de 6,00 con respecto a los demás tratamientos evaluados. Los individuos que formaron el menor número de hojas fue el T18 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Agua), con un promedio de 3,09 hojas. Figura N° 6

g. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Tabla 17. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Tratamientos	Descripción	AP 10 %
T1	Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	1,59
T2	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+Lixiviado crudo	2,01
T3	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+Lixiviado crudo	3,28
T4	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%+Lixiviado crudo	14,55
T5	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	1,91
T6	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+ Lixiviado pre tratado	4,82
T7	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+ Lixiviado pre tratado	5,6
T8	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	16,61

Elaborado por: Ramírez, 2018.

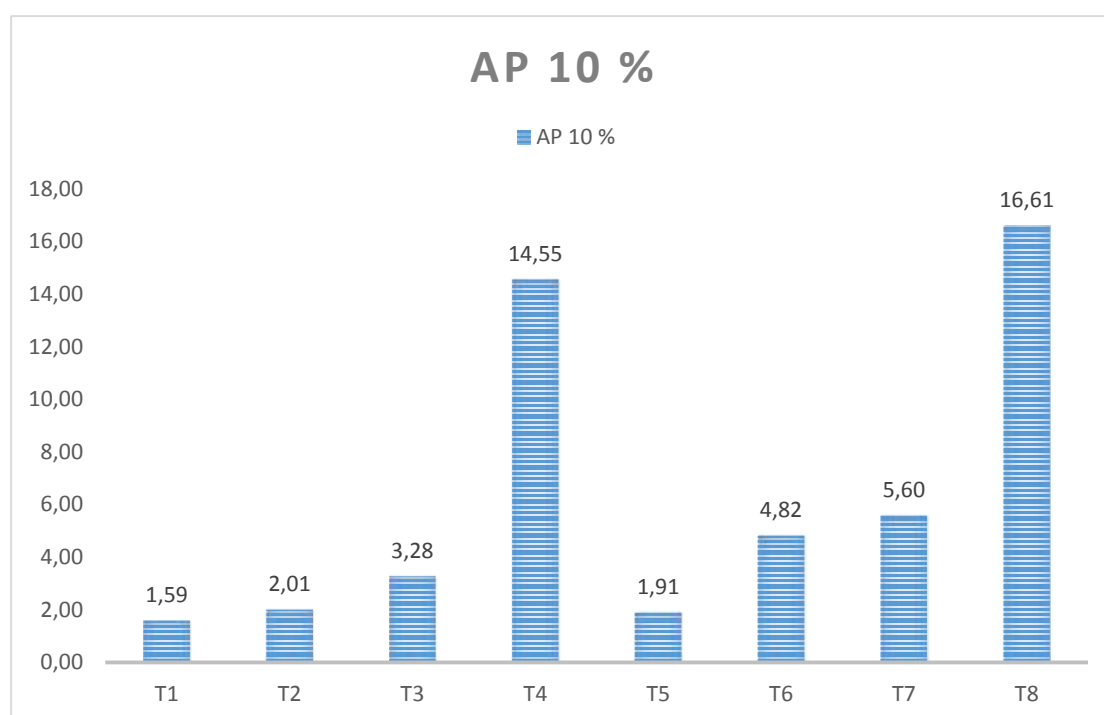


Figura 8. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 10 %.

Al finalizar el experimento para la variable de altura de la planta con dosis de lixiviados al 10 % Figura N° 7 se pudo observar que el T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado; 16,61cm) fue el que mejor resultados desarrollo; siendo el que menor altura alcanzo el T1 (Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo; 1,59 cm).

h. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Tabla 18. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Trat.	Descripción	AP 5%
T9	Arena de río 10%+ tierra amarilla 90% + Lixiviado crudo	8,08
T10	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+Lixiviado crudo	9,76
T11	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+Lixiviado crudo	3,26
T12	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%+Lixiviado crudo	14,69
T13	Arena de río 10% + tierra amarilla 90% + Lixiviado pre tratado	6,17
T14	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%+ Lixiviado pre tratado	6,6
T15	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+ Lixiviado pre tratado	4,05
T16	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado	16,69

Elaborado por: Ramírez, 2018.

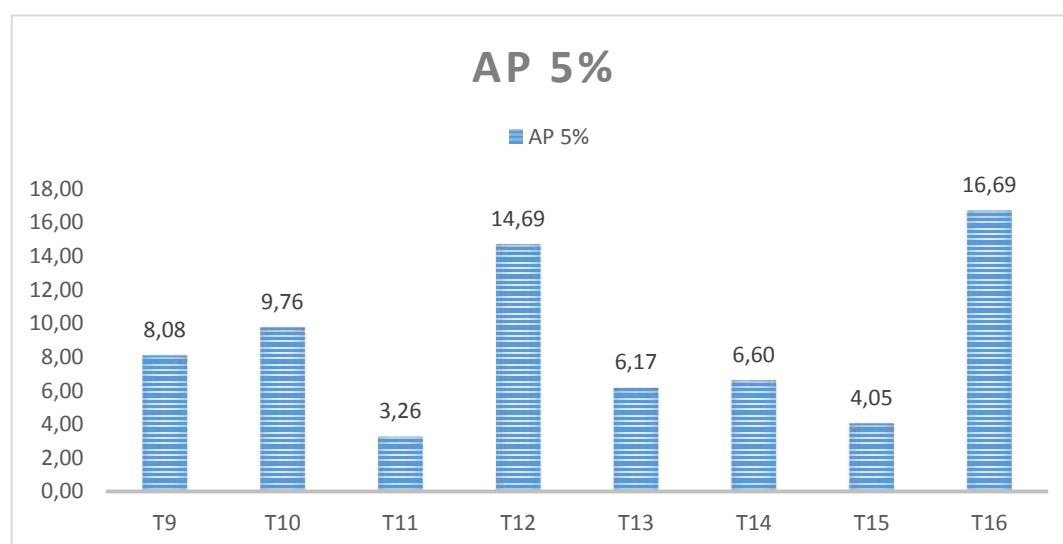


Figura 9. Altura de la planta con los diferentes sustratos y lixiviados al 5%.

Al finalizar el experimento para la variable de altura de la planta con dosis de lixiviados al 5 % Figura N° 9 se pudo observar que el T16 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Lixiviado pre tratado ; 16,69 cm) fue el que mejor resultados desarrollo; siendo el que menor altura alcanzo el T11 (Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10%+Lixiviado crudo ; 3,26 cm).

i. Altura de la planta (Testigo).

Tabla 19. Promedio de la altura de la planta (Testigo).

Tratamientos	Descripción	AP (Testigo)
T17	Arena de rio 10% + tierra amarilla 90% + Agua	5,99
T18	Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30% + Agua	8,22
T19	Tierra amarilla 80% + Arena de río 10% + Aserrín 10% + Agua	6,76
T20	Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua	16,32

Elaborado por: Ramírez, 2018.

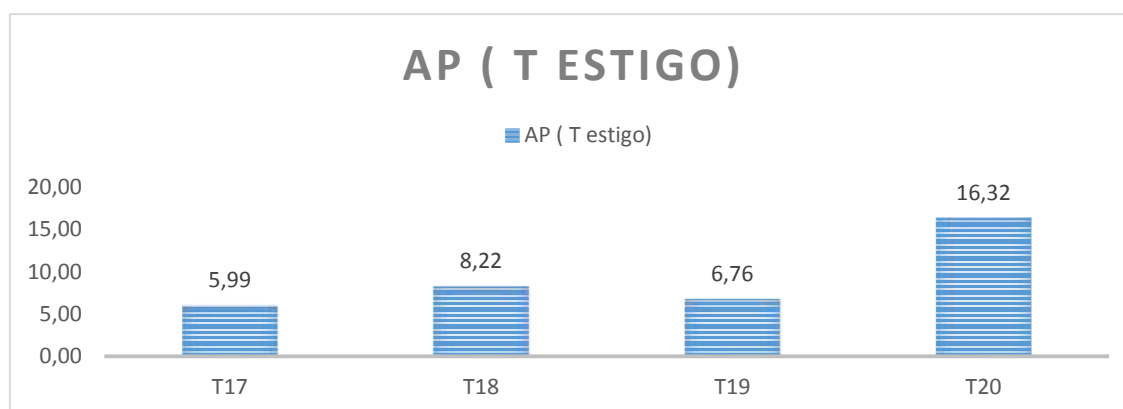


Figura 10. Altura de la planta (Testigo).

Al finalizar el experimento para la variable de altura de la planta Figura N° 9 se pudo observar que el T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20% + Agua; 16,32 cm) fue el que mejor resultados desarrollo; siendo el que menor altura alcanzo el T17 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90% + Agua; 5,99 cm).

C. Identificar el sustrato y lixiviado que mejor resultado mostro para la producción en vivero de plántulas de *Gmelina arborea* (Melina).

Tabla 20. Diametro a la altura del cuello con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.

DIÁMETROS DEL TALLO					
Tratamiento	Lixiviado	Porcentaje	Medias	n	
T2	crudo	10%	0,04	4	A
T1	Crudo	10%	0,04	4	A
T5	Pre-tratado	10%	0,07	4	A B
T3	crudo	10%	0,08	4	A B C
T11	crudo	5%	0,09	4	A B C D
T6	pre-tratado	10%	0,12	4	A B C D
T19	Agua	-	0,13	4	B C D E
T15	Pre-tratado	5%	0,15	4	B C D E F
T17	Agua	-	0,15	4	B C D E F
T14	pre-tratado	5%	0,16	4	C D E F G
T18	Agua	-	0,16	4	C D E F G
T7	Pre-tratado	10%	0,16	4	D E F G
T9	Crudo	5%	0,21	4	E F G H
T4	Crudo	10%	0,22	4	F G H
T10	Crudo	5%	0,24	4	G H
T20	Agua	-	0,25	4	H
T16	Pre-tratado	5%	0,25	4	H
T12	Crudo	5%	0,25	4	H
T8	Pre-tratado	10%	0,25	4	H
T13	Pre-tratado	5%	0,26	4	H

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Comparaciones multiples “a posteriori”; $p>0,05$). **Elaborado por:** Ramírez, 2018.

1. Análisis de la variable diámetro a la altura del cuello.

Al finalizar el experimento, se determinó que tratamientos obtuvieron las mejores características para la producción de plantas de Melina (*Gmelina arborea*) con respecto a la variable del diámetro del tallo los que mejor características mostraron fueron los T10 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%);T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T16 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T13 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%) las plantas de melina presentaron mayor diámetro del tallo , mientras que en los T2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%);T1 (Arena de rio 10% tierra amarilla 90%);T5 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%) en las plantas de melina se evidenció un número menor del diámetro del tallo. La variable del diámetro a la altura del cuello nos dió un promedio de 0,25 mm a los 60 días, mientras que Ramos, (2015) registró un promedio de crecimiento en diámetro a la altura del cuello de 0,28 mm en plántulas de *Gmelina arborea* a los 60 días. No obstante, en todos los ambientes las plantas de diámetro más grande tienen mayor supervivencia (Reyes& otros 2018).Concluido el experimento, se estableció que el factor que más influye en el desarrollo inicial de las plantas de melina (*Gmelina arborea*) es el sustrato. Demostrando que el sustrato 4 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%) es el mejor de los cuatro sustratos en estudio para el desarrollo en cuanto al diámetro del tallo. Argumento que mantiene relación a lo expuesto por (Ortega, Josset, Díaz, & Ocampo, 2010), en donde manifiestan que las mezclas empleadas al conformar un sustrato logran una mejoría en una o más propiedades del material original, siendo muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal. Corroborado también por (Ramos, 2016). Quien menciona que la función del sustrato es sustituir al suelo permitiendo, el anclaje y un adecuado crecimiento de sistema radicular de la planta, en la mayoría de los casos no es necesario una fertilización gracias a los niveles de fertilidad de los sustratos.

Tabla 21. Número de hojas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.

NÚMERO DE HOJAS					
Tratamiento	Lixiviado	Porcentaje	Medias	n	
T1	Crudo	10%	0,88	4	A
T2	crudo	10%	0,94	4	A
T5	Pre-tratado	10%	1,41	4	A B
T11	crudo	5%	2,19	4	A B C
T3	Crudo	10%	2,22	4	A B C
T6	pre-tratado	10%	3,03	4	B C D
T18	Agua	-	3,09	4	B C D
T15	Pre-tratado	5%	3,6	4	C D
T19	Agua	-	3,64	4	C D
T17	Agua	-	3,9	4	C D E
T14	pre-tratado	5%	4,41	4	D E F
T7	Pre-tratado	10%	4,63	4	D E F G
T4	Crudo	10%	4,91	4	D E F G H
T9	Crudo	5%	4,94	4	D E F G H
T13	Pre-tratado	5%	5	4	D E F G H
T10	Crudo	5%	5,75	4	E F G H
T20	Agua	-	6	4	F G H
T16	Pre-tratado	5%	6,38	4	F G H
T12	Crudo	5%	6,5	4	G H
T8	Pre-tratado	10%	6,94	4	H

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Comparaciones múltiples “a posteriori”; $p > 0,05$).

Elaborado por: Ramírez, 2018.

2. Análisis de la variable número de hojas.

Una vez concluido el experimento, se estableció que el factor que más influye en el desarrollo inicial de las plantas de Melina (*Gmelina arborea*) con respecto a la altura de la planta. Los que mejor características mostraron fueron los tratamientos T10 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%);T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T16 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%) las plantas de Melina presentaron mayor cantidad de hojas, mientras que en los tratamientos T1 (Arena de rio 10%+ tierra amarilla 90%);T2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%); T5 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%) en las plantas de Melina se evidenció un número de hojas con un promedio de 6,94; a comparación de Ramos (2015) que registró un promedio de crecimiento en diámetro de mm en plántulas de *Gmelina arborea* de 7,77 a los 60 días.

Concluido el experimento, se estableció que el factor que más influye en el desarrollo inicial de las plantas de Melina (*Gmelina arborea*) es el sustrato. Demostrando que el sustrato 4 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%) es el mejor de los cuatro sustratos en estudio para el desarrollo en cuanto a número de hojas de las plantas. Argumento que mantiene relación a lo expuesto por (Reyes, Morales, Fuentes, Pérez &Palomeque 2018). Menciona que las características morfológicas que notan baja calidad son escasez de follaje, síntomas de daños mecánicos (roturas), torceduras, follaje amarillento y pequeñez, tamaño muy grande y clorosis o deformaciones relacionadas con deficiencias nutrimentales.

Tabla 22. Altura de las plantas con los diferentes sustratos y lixiviados al 5% y 10 %.

ALTURA DE LA PLANTA						
	Lixiviado	Porcentaje				
T1	Crudo	10%	8	2	4	A
T5	Pre-tratado	10%	11	2,75	4	A
T2	crudo	10%	13	3,25	4	A B
T11	crudo	5%	18	4,5	4	A B
T3	Crudo	10%	18	4,5	4	A B
T15	Pre-tratado	5%	23	5,75	4	B C
T6	pre-tratado	10%	32	8	4	C D
T7	Pre-tratado	10%	33	8,25	4	C D
T17	Agua	-	36	9	4	D E
T14	pre-tratado	5%	40	10	4	D E
T13	Pre-tratado	5%	41	10,3	4	D E F
T19	Agua	-	44	11	4	E F G
T18	Agua	-	51	12,8	4	F G H
T9	Crudo	5%	52	13	4	G H
T10	Crudo	5%	60	15	4	H I
T4	Crudo	10%	64	16	4	I
T12	Crudo	5%	68	17	4	I K
T20	Agua	-	72,5	18,1	4	K
T8	Pre-tratado	10%	77,5	19,4	4	K
T16	Pre-tratado	5%	78	19,5	4	K

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Comparaciones múltiples “a posteriori”; $p > 0,05$).

Elaborado por: Ramírez, 2018.

3. Análisis de la variable altura de la planta

Al finalizar el experimento, se determinó que tratamientos obtuvieron las mejores características para la producción de plantas de Melina (*Gmelina arborea*) con respecto a la variable de la altura de la planta. Los que mejor resultados presentaron en los tratamientos fueron T12 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T20 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%); T8 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);T16(Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%);mientras que en los tratamientos:T1 (Arena de rio 10% tierra amarilla 90%);T2 (Tierra amarilla 70%+ Materia orgánica 30%); T5 (Arena de rio 10% + tierra amarilla 90%) las plantas de melina obtuvieron una menor altura de la planta. La altura de la planta nos dio un promedio de 19,5 cm; sin embargo Ramos (2015), registró un promedio de crecimiento en altura de 14,67 cm a los 60 días. Concluido el experimento, se estableció que el factor que más influye en el desarrollo inicial de las plantas de Melina (*Gmelina arborea*) es el sustrato. Demostrando que el sustrato 4 (Tierra negra 80%+ Hojarasca de cacao 20%) es el mejor de los dos sustratos en estudio para el desarrollo en cuanto a la altura de la planta. Argumento que mantiene relación a lo expuesto por (Reyes & Otros, 2018)., en donde manifiesto que la altura de la planta se utiliza para su calificación, aunque la altura inicial no se correlaciona con la supervivencia; es decir, por si sola es de valor limitado, pero combinada con otras variables como el diámetro influye de manera importante.

VI. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo una supervivencia del 67,5 % que según la categorización de Centeno (1993), presenta un porcentaje bueno.
2. Los tratamientos que mayor resultado presentaron en todas las variables analizadas, fueron los tratamientos: 4, 8, 12, 16 y 20 los mismos que están compuestos del sustrato 4 (Tierra negra 80% + Hojarasca de cacao 20%), concluyendo que para el desarrollo de las plántulas a nivel de vivero el factor determinante fue el sustrato que favoreció la producción de plantulas de *Gmelina arborea*.
3. Los tratamientos que menor resultados obtuvieron en todas las variables analizadas, fueron los tratamientos: 1, 2 (Arena de río 10% + tierra amarilla 90%) y 5 (Tierra amarilla 70% + Materia orgánica 30%), con dosis de lixiviado al 10% tanto en crudo como el pre-tratado.
4. En esta investigación ni el tipo de lixiviados ni la dosificación tuvieron una influencia directa en la producción de plántulas de *Gmelina arborea*.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar 80% tierra negra + 20% hojarasca de cacao para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas de melina en vivero.
2. Realizar ensayos con lixiviados a distintas dosis aplicados a nivel foliar, para probar si existe o no relevancia en la aplicación en futuras investigaciones.
3. Elaborar estudios similares mezclando el sustrato utilizado en el vivero del Municipio de Santo Domingo, 80% tierra negra + 20% hojarasca de cacao.

VIII. RESUMEN

La presente investigación se propone: evaluar dos lixiviados y cuatro sustratos en la producción de *Gmelina arborea* (melina) en el vivero municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas; para ello se aplicó un diseño experimental con bloques al azar con 20 tratamientos, del 1 al 16 se trabajó con 2 submuestras y del 17 en adelante sin submuestras; cada una de ellas con 4 repeticiones, dando un total de 192 unidades experimentales. Se registró datos de altura, diámetro del cuello, número de hojas después del repique, a los 15, 30, 45 y 60 días, para la altura, diámetro, número de hojas, se encontró que el mejor sustrato fue el 4 (Tierra negra 80 % + 20 % de hojarasca de cacao) presentando un porcentaje de supervivencia del 67,5 %, una media para la variable altura a los 60 días luego del repique de 9,43 cm; para el diámetro del cuello 0,18 mm y para el número de hojas de 4,76; en base a los resultados obtenidos se determinó que los tratamientos que proveen mayor desarrollo inicial fueron los tratamientos que contienen el S4 (T4 ; T8; T12; T16; T20). El sustrato 1 presentó los resultados más bajos en cuanto a los parámetros de diámetro del tallo, número de hojas y altura de la planta. Se concluye que los tratamientos más efectivos para la producción de melina fueron los tratamientos T16; T12 y T8.

Palabra clave: Especie Forestal- Lixiviado-Sustrato



IX. ABSTRACT

The present investigation is proposed to evaluate two leaches and four substrates in the production of *Gmelina arborea* (meline) in the municipal glasshouse of Santo Domingo de los Tsáchilas; for this, an experimental design with at random blocks and 20 treatments from 1 to 16 was applied; the work was carried out with two subsamples and from 17 on without subsamples; each of them with 4 replications giving a total of 192 experimental units. Height, neck diameter and leaf number data were recorded after chopping at 15,30,45 and 60 days for the height, diameter and leaf number. It was found that the best substrate was 4 (80% black soil + cacao fallen leaves) presenting a survival percentage of 67.5%, a mean for the height variable at 60 days after chopping of 9.43 cm for the neck diameter 0.18 mm and for the leaf number of 4.76. From the results it was determined that the treatments providing a major initial development were the treatments containing the S4 (T4; T8; T12; T16; T20). Substrate 1 presented the lowest results as to the stem diameter, leaf number and plant height parameters. It is concluded that the most effective treatments for the meline were treatments T16; T12 and T8.

Keywords: FOREST SPECIES - LEACHATE - SUBSTRATUM



X. BIBLIOGRAFIA

1. Azofeifa, B., & Barquero, L. (2012). *Evaluación del comportamiento de la regeneración natural en sitios plantados con Gmelina arborea como una técnica de restauración en sitios dominados por pastos dentro del Corredor Biológico Rincón-Cacao*, Guanacaste, Costa Rica. Recuperado en septiembre 15, 2018, de <http://investigadoresacg.org/blog/wp-content/uploads/2013/06/Trabajo-Final-Melina.pdf>.
2. Carbajal Estrada, A. T. (2017) *Sistema Silvopastoril con árboles multipropósito: gmelina arborea Roxb. ex Sm., Enterolobium cyclocarpum Jacq Griseb y Swietenia macrophylla King. en Palmar Grande, Municipio de Tlatlaya, Estado de México*. Recuperado en julio 17, 2018, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/79765/Carbajal-Estrada%2C%202017.%20Tesis.pdf?sequence=1>.
3. Centeno, M. (1993). *Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Trabajo diploma. Ingeniería Forestal. Managua, Nicaragua UNA*. P. 79. Recuperado el 02 de diciembre de 2017. <http://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk101864v.pdf>.
4. Corvi, E., & Fanjul, L. (2016). *Framework para facilitar la integración de métodos matemáticos y aplicarlos a la gestión por indicadores*. Recuperado en octubre 15, 2018, de <http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/768/Tesis%20-%20Corvi%2C%20Emiliano%20-%20Fanjul%2C%20Luciano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. Florez Orjuela, J. A., & Florez Orjuela, O. R. (2013). *Estudio del crecimiento de “Gmelina arborea” en los consejos comunitarios de Quiparadó y Domingodó (Choco Colombia)*. Recuperado en diciembre 18, 2017, de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/419/402_Florez_Orjuela_Jhon_Alexander_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
6. Giraldo, E. (2001). *Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: avances recientes*. Revista de ingeniería, (14), 44-55.

7. Gonzabay Ramos, J. A. (2016). *Efectos de seis sustratos, en Plantas de Melina (Gmelina Arborea) para la producción en vivero, en la Zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2016). Recuperado el 10, 2018, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3026/1/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000007.pdf>.
8. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2009). *Anuario meteorológico*. Quito. Recuperado el 26 de noviembre del 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202009.pdf>
9. Jerez, Z. D. P. M. (2007). *Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de Eucalyptus globulus (Labill)*. Recuperado en marzo 14, 2018, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifm9711c/doc/fifm9711c.pdf>.
10. Linares, E. (2005). *Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales*. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6). Recuperado el 10 de septiembre de 2017. <http://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk101864v.pdf>.
11. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental. Recuperado el 10 de agosto del 2018, de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.
12. Mariño Macana, Y. A. (2006). *Evaluación del punto de marchitez permanente bajo condiciones de invernadero como variable para la asignación de clones de Gmelina arborea (roxb) a sitios potenciales de plantación* (Tesis de grado. Ingeniero Biólogo). Pontificie Universidad Javeriana. Bogota. Facultad de Ciencias). Recuperado en septiembre 12, 2018, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8947/tesis93.pdf?sequence=1>.

13. Martínez López, J. S. (2017). *Evaluación del efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de uchuva (Physalis peruviana L.) en condiciones de invernadero*. Recuperado en marzo 15, 2018, de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13652/1/1070960065.pdf>
14. Medina, M. R. (2015). *Lixiviados en plantas de residuos. Una contribución para la selección del proceso de tratamiento* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia). Recuperado en noviembre 10, 2018, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56763/REYES%20-%20Lixiviados%20en%20plantas%20de%20residuos.%20Una%20contribuci%C3%B3n%20para%20la%20selecci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20trat...pdf?sequence=1>.
15. Olaso Solórzano, A., & Castillo Hernández, E. (2007). *Consideraciones para el manejo de semilleros y viveros de pejibaye para palmito (Bactris gasipaes) (No. 634.6 O42)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José (Costa Rica) Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica, San José (Costa Rica) Universidad de Costa Rica, San José (Costa Rica). Recuperado el febrero 23, 2018 <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F03-9307.PDF>
16. Ortega, L., Josset, S., Díaz, R., & Ocampo, J. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate*. México: Sistema de Información Científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Recuperado el noviembre 02, 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>.
17. Peláes, F., & Anabella, I. (2011). *Trabajo de graduación realizado en San Francisco, Petén, Guatemala, CA con énfasis en “identificación y determinación de 15 especies maderables para su producción en Pilonos de Antigua S. A, (Finca Tierra Maya)”* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado el agosto 08, 2018, de

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6732/1/Documento%20integrado%28TESIS%29%20-%20IRIS%20ANABELLA%20FAJARDO%20PEL%C3%81ES.pdf>.

18. Ramos García, J. R. (2015). *Producción de plantas de melina (Gmelina arborea Roxb.) con dos tratamientos pre germinativos, en fundas plásticas a nivel de vivero en el cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado en julio 16, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4991/1/33T0153.pdf>.

19. Reyes Reyes, J., de la Torre, P., de Jesús, D., Rodríguez Morales, J. A., Fuentes Pérez, M. A., & Palomeque Figueroa, E. (2018). *Calidad de planta de Gmelina arborea Roxb. producida con diferentes mezclas de sustratos en vivero*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(47), 111-130. Recuperado en diciembre 2, 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711322018000300111&script=sci_arttext&tlng=pt.

20. Rodríguez, F. R., Aguilar, D. A., Roque, R. M., Montoya, A. M., Gamboa, O. M., & Arguedas, M. (2004). *Manual para productores de melina Gmelina arborea en Costa Rica. Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago*. Recuperado el octubre 22, 2018, de <http://www.fonafifo.go.cr/media/1334/manual-para-productores-de-melina.pdf>.

21. Rodríguez, R. (2010). *Manual de prácticas de viveros forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Colección "Manuales de Ingeniería Forestal"*. Primera Edición, México, 52. Recuperado en mayo 26, 2018, de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf.

22. Sánchez-Córdova, T., Aldrete, A., Cetina-Alcalá, V. M., & López-Upton, J. (2008). *Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín*. *Madera y bosques*, 14(2), 41-49. Recuperado en noviembre 26, 2018, de <file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-CaracterizacionDeMediosDeCrecimientoCompuestosPorC-2721690.pdf>

23. Simbaña Brito, M. A. (2016). *Evaluación de los métodos de propagación sexual, asexual y comportamiento de Melina (Gmelina arborea Roxb), en plantación, en la hacienda Pizará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado el Agosto 16, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5137/1/33T0158.pdf>.
24. Tut, M. O. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii rose)*; Santa Catalina LA tinta, Alta Verapaz. San Juan Chamelco, Alta Verapaz, Guatemala. Recuperado en noviembre 16, 2018, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

XI. ANEXOS

Anexo 1. Construcción del cobertizo



Ilustración 1 Materiales para la construcción del cobertizo.



Ilustración 2 Preparación de sitio.



Ilustración 3 Finalización de la construcción.

Anexo 2. Preparación de los sustratos.



Ilustración 4 Tierra amarilla.



Ilustración 5 Materia Orgánica.



Ilustración 7 Tierra negra



Ilustración 6 Mezcla de sustrato.

Anexo 3. Diseño experimental aplicado en campo.



Ilustración 8 Diseño completamente al azar en bloques.

Anexo 4. Llenado de fundas.



Ilustración 9 Llenado de fundas con diferentes sustratos.

Anexo 5. Trasplante de las plántulas.



Ilustración 10 Plántulas de melina.



Ilustración 11 Plántulas distribuidas en el sustrato



Ilustración 13 Plántulas distribuidas en el sustrato 2.



Ilustración 12 Plántulas distribuidas en el sustrato 3.



Ilustración 14 Plántulas distribuidas en el sustrato 4.

Anexo 6. Recolección de lixiviados.

Ilustración 15 Laguna de lixiviado del botadero de basura de Santo Domingo.



Ilustración 16 Extracción del lixiviado.



Ilustración 17 Lixiviado crudo y pre-tratado.

Anexo 7. Riego.

Ilustración 18 Transporte de agua y lixiviados.

Anexo 8. Toma de datos.

Ilustración 19 Materiales de campo.



Ilustración 20 Número de hojas.



Ilustración 21 Altura de la planta.

Anexo 9. Análisis químico de los sustratos.

Nombre	pH	C.E	MO	NH4	P	S	k	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Cu)	B	Ca/Mg	Σ bases
Sustrato 1	5,38	0,1	1	8,38	5,83	7,3	0,08	6	1,77	2	3,5	1,2	131	2	0,11	3,39	7,85
Nivel	ácido	no salino	bajo	bajo	bajo	medio	bajo	medio	medio	alto	bajo	bajo	alto	medio	bajo	óptimo	bajo

Nombre	pH	C.E	MO	NH4	P	S	k	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Cu)	B	Ca/Mg	Σ bases
Sustrato 2	5,15	0,28	5,56	14,83	20,5	11,06	0,37	17	1,93	1,7	4,8	10,8	73,7	1,7	0,47	8,81	19,3
Nivel	ácido	no salino	alto	bajo	alto	medio	medio	Alto	medio	medio	bajo	alto	alto	medio	medio	alto	alto

Nombre	pH	C.E	MO	NH4	P	S	k	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Cu)	B	Ca/Mg	Σ bases
Sustrato 3	5,27	0,19	6,15	12,25	3,42	7,96	0,26	4	0,91	1,3	5,7	1,3	122	1,3	0,09	4,4	5,17
Nivel	ácido	no salino	alto	bajo	bajo	medio	medio	alto	alto	medio	medio	bajo	alto	medio	bajo	óptimo	bajo

Nombre	pH	C.E	MO	NH4	P	S	k	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Cu)	B	Ca/Mg	Σ bases
Sustrato 4	5,13	0,76	9,17	76,08	26,2	23,66	1,57	14	2,67	2,4	7,7	6,1	177	2,4	0,87	5,24	18,24
Nivel	ácido	no salino	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	medio	medio	medio	alto	medio	alto	alto	alto