



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de investigación previo a la
obtención del título de Ingeniería
Forestal.

TEMA:

Efectos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. probando tres tipos de sustrato
en los viveros de la finca experimental “La Represa”, año 2021.

AUTOR:

Velalcázar Rengifo Ana Liseth

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. For. Gutiérrez Lara Víctor Eduardo M.Sc.

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Velalcázar Rengifo Ana Liseth**, declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría; el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Velalcázar Rengifo Ana Liseth

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. VÍCTOR EDUARDO GUTIERREZ LARA M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante, **Velalcázar Rengifo Ana Liseth** realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado. **“Efectos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. probando tres tipos de sustrato en los viveros de la finca experimental “La Represa”, año 2021.”**, con un porcentaje del 6% de similitud encontrado en el UrKund, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,



.....
ING. VÍCTOR EDUARDO GUTIÉRREZ LARA
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. For. Víctor Eduardo Gutiérrez Lara M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Efectos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. probando tres tipos de sustratos en los viveros de la finca eperimental “La Represa”, año 2021”**, perteneciente a la estudiante de la carrera de Ingeniería Forestal **Velalcázar Rengifo Ana Liseth**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con porcentaje de coincidencia de 6%.

The screenshot displays the URKUND plagiarism report interface. At the top, there is a navigation bar with a back arrow and the text "BACK TO ANALYSIS OVERVIEW". On the right, there are icons for refresh, download, and help, along with a "PROFILE" dropdown menu. Below the navigation bar, a table shows the following information:

SUBMITTER	FILE	SIMILARITY
GUTIERREZ LARA VICTOR EDUARDO	TESIS DE ANA VELALCAZAR.docx	6%

Below the table, there are three tabs: "FINDINGS", "SOURCES", and "ENTIRE DOCUMENT", with the latter being the active tab. Under the "ENTIRE DOCUMENT" tab, there is a "SHOW IN TEXT" section with three toggle switches: "Quotes" (off), "Brackets" (off), and "Detailed text differences" (on). Below this, the text of the document is displayed under the heading "INTRODUCCIÓN".

Gmelina arborea (melina) es una especie de crecimiento rápido, sin embargo, al aplicar una fertilización adecuada se puede aumentar su productividad. La Melina a pesar de ser una especie exótica y debido a sus cualidades particulares como su versatilidad, rápido crecimiento, estética y veteado óptimos y mediana resistencia ha ingresado a países tropicales de la región como Ecuador y a otros a nivel del mundo, supliendo necesidades de madera en la industria, ebanistería y sectores de la construcción, entre otras (Jiménez, 2016).

Es uno de los mejores árboles para pulpa y papel, sus hojas dan un forraje apreciado por el ganado, la corteza, raíces y frutos presentan propiedades medicinales, es una excelente especie melífera, que además de plantar en plantaciones extensivas, se puede plantar en avenidas y jardines como planta ornamental (Jiménez, 2016). Dada la presión por elevar los rendimientos y disminuir los turnos de corta, la relevancia de diagnosticar la condición nutricional de las plantaciones forestales ha aumentado, con lo cual es posible establecer un plan adecuado de fertilización según los requerimientos nutricionales de cada especie (Alvarado, 2012).

En plantaciones de melina es común aplicar fertilizantes ricos en fósforo y nitrógeno al momento de plantar los árboles (Rojas et al. 2004).

At the bottom of the interface, there is a file name "TESIS DE ANA VE...docx" and a "Mostrar todo" button.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Efectos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. Probando tres tipos de sustrato en los viveros de la finca experimental “La Represa”, año 2020.

Presentado a la Comisión Académica como registro previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal

APROBADO POR:

Ing. José Pedro Suatunce C, M. Sc.
Presidente del tribunal

Ing. Edwin Jiménez romero, M. Sc.
Integrante del tribunal

Ing. Fabricio Meza Bone, M. Sc.
Integrante del tribunal

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a las personas que han sido parte de este largo camino y han estado siempre presentes tanto física como moralmente. Agradezco a Dios por guiarme por buen camino y siempre mostrarme una salida a todos mis problemas.

A mi madre, María Leonor Rengifo, mi todo, por ayudarme en lo que pudo y por darme todo el amor y dedicación que una madre puede darle a un hijo.

A mi padre, Edgar Ernesto Velalcázar por apoyarme en lo que necesité y siempre estar pendiente de mí.

A mi esposo, Marcos Alcívar, por entenderme, por su incondicional apoyo y amor, por siempre estar para mí cuando más lo necesité en todo aspecto y en todo momento. Te amo.

A mis suegros y a mis cuñados por ayudarme cuidando a mi bebé cuando yo tenía que salir de casa, o estaba ocupada redactando.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias Ambientales, a la carrera de Ingeniería Forestal. A mis docentes que me ayudaron a formarme profesionalmente, en especial al Ing. For. M.Sc. Eduardo Gutiérrez Lara, mi tutor de tesis por la paciencia y los consejos con los que me ha sabido guiar.

A mis amigas Karina Macías, Shirley Chévez, Marjorie Abad, Nathaly Jiménez porque después de estos cinco años compartiendo momentos juntas me enseñaron que más allá de los desacuerdos y discusiones siempre está en primer lugar el compañerismo, el apoyo y la amistad.

A mi amigo Juan Carlos Toala, por su ayuda y por tenerme paciencia en explicarme lo que se me hacía complicado, gracias amigo. También a mis amigos Henry Meza, Edmundo Ramos y Jean Carlos Moscoso que siempre estuvieron ahí ante cualquier duda e inquietud.

Y a todos quienes fueron mis compañeros de curso, gracias por estar ahí siempre.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, que siempre supo que palabras decir para levantar mi ánimo, que después de todo el esfuerzo que ha hecho por mí durante estos veintitrés años brindándome su afecto, amor y dedicación, espero que se sienta orgullosa.

A mi padre, gracias a su incondicional apoyo durante todos estos años he llegado hasta aquí.

A mi esposo y a mi hijo que son mi motor, mis ganas de seguir adelante, los que han seguido impulsándome para que no me rinda y cumpla con todo lo que me he propuesto, los amo demasiado.

A toda mi familia que de alguna u otra manera han estado conmigo siempre apoyándome y dándome ánimos.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de 3 tipos de sustratos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* (melina) en la finca experimental “La Represa”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los sustratos que se utilizaron fueron: tierra negra como testigo, cascarilla de arroz, arena y abono PRODEUTEQ, cada uno de ellos excepto el testigo fue mezclado con tierra negra en un porcentaje de 75% tierra negra y 25% el sustrato. Previo a la siembra de las semillas se procedió a limpiar y desinfectar las gavetas. Las plántulas empezaron a germinar a la segunda semana luego de la siembra y continuaron germinando gradualmente. En la octava semana se sacó las plántulas de los tubetes y se las llevó al laboratorio de la finca experimental “La María” para poder obtener los datos de peso seco y húmedo mediante la utilización de las estufas por 48 horas. Se pudo determinar que el sustrato en el que hubo mayor número de plantas fue en el sustrato Tierra negra y arena.

Palabras clave: Sustrato, germinación, siembra, plántulas

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effects of 3 types of substrates on the initial growth of *Gmelina arborea* (melina) in the experimental farm "La Represa", belonging to the State Technical University of Quevedo. The substrates that were used were: black earth as a control, rice husk, sand and PRODEUTEQ fertilizer, each one of them except the control was mixed with black earth in a percentage of 75% black earth and 25% the substrate. Prior to sowing the seeds, the drawers were cleaned and disinfected. The seedlings began to germinate in the second week after sowing and continued to germinate gradually. In the eighth week, the seedlings were removed from the tubes and taken to the laboratory of the experimental farm "La María" in order to obtain the data of dry and wet weight by using the stoves for 48 hours. It was possible to determine that the substrate in which there were the greatest number of plants was in the substrate Black earth and sand.

Keywords: Substrate, germination, sowing, seedlings

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificado de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria	vii
Resumen ejecutivo	viii
Abstract	ix
Tabla de contenido	x
Índice de Tablas	xiii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Gráficos.....	xiii
Índice de Anexos	xiv
Código Dublín	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problematicación de la Investigación.....	3
1.1.1. Diagnóstico.	3
1.1.2. Pronóstico.	3
1.1.3. Formulación del problema.	3
1.1.4. Sistematización.	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos.	4
1.3. Justificación.	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Marco conceptual	7
2.1.1. Vivero	7
2.1.2. Sustrato	7

2.1.3. Abonos orgánicos	7
2.1.4. Medios de cultivo	8
2.2. Marco referencial	8
2.2.1 Taxonomía de <i>Gmelina arborea</i>	8
2.2.2. Producción de planta	9
2.2.2.2. Tiempo necesario para la germinación de las semillas	9
2.2.2.3. Método de siembra	9
2.2.1. Características de los sustratos.....	10
2.2.1.1. Características físicas	10
2.2.1.2. Características químicas	10
2.2.1.3. Características biológicas	11
2.2.1.4. Propiedades de los sustratos.....	11
2.2.2. Funciones de los sustratos	11
2.2.3. Sustratos a utilizar	12
2.2.3.1 Tierra negra	12
2.2.3.2. Cascarilla de arroz	13
2.2.3.3. Arena	13
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Localización y características del área de estudio.	16
3.1.1. Localización del área de estudio.	16
3.1.2. Características climáticas.....	16
3.2. Manejo de la investigación	16
3.2.1. Tipo de investigación	16
3.2.2. Fuentes de la información.....	16
3.2.3. Colecta experimental.....	17
3.2.4. Diseño de la investigación	17
3.3. Codificación de material de estudio	18
3.3.1. Factor T.....	18
3.3.2. Preparación del sustrato.....	18
3.4. Variables a evaluar	19
3.4.1. Días de germinación.....	19
3.4.2. Altura de la plántula	19
3.4.3. Diámetro de la plántula	20
3.4.4. Número de hojas	20

3.4.5. Longitud de raíz	20
3.4.6. Número de raíces secundarias.....	20
3.4.7. Días de toma de datos de las plántulas	20
3.5. Determinación de los índices de calidad	21
3.6. Porcentaje de sobrevivencia.	21
3.7. Materiales	22
3.5.1. Materiales de campo.....	22
3.5.2. Materiales de oficina	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Evaluación de sobrevivencia, altura, diámetro, número de hojas, longitud de raíz y número de raíces	24
4.1.1. Porcentaje de sobrevivencia.....	24
4.1.2. Altura.....	25
4.1.3. Diámetro de las plantas	25
4.1.4. Número de hojas	26
4.1.5. Longitud de raíz de las plantas (RL)	27
4.1.6. Número de raíces secundarias.....	28
4.1.7. Peso húmedo de las plantas	29
4.1.8. Peso seco de las plantas	30
4.2. Índices de Calidad de plantas.....	31
4.2.1. Índice de robustez.....	31
4.1.9. Índice de calidad de Dickson (ICD).....	32
4.1.10. Índice de lignificación (IL)	33
4.3. Discusión	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones.....	37
5.2. Recomendaciones.....	37
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Bibliografía	39
CAPÍTULO VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunas mezclas recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Guía Agropecuaria)	13
Tabla 2. Características del vivero agroforestal “La Represa”	16
Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para el diseño completamente al azar	17
Tabla 4. Descripción de los tratamientos	18
Tabla 5. Variables e evaluar en el registro de datos.....	19
Tabla 6. Días de inicio de la germinación	19
Tabla 7. Fecha de recolección de datos.....	20
Tabla 8. Categoría de para la evaluación de la supervivencia de plantas	22
Tabla 9. Categoría de para la evaluación de la supervivencia de plantas	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Media de la sobrevivencia de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	24
Figura 2. Media de la variable altura de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	25
Figura 3. Media de la variable diámetro de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	26
Figura 4. Número de hojas de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	27
Figura 5. Longitud de la raíz de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	28
Figura 6. Número de raíz de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	29
Figura 7. Media del peso húmedo de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	30
Figura 8. Peso seco de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	31
Figura 9. Diferentes intensidades el índice de Robustez de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	32
Figura 10. Índice de calidad de Dickson de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	33
Figura 11. Índice de Lignificación de plántulas de <i>Gmelina arborea</i>	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diseño de tratamientos empelando el DCA.....	17
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Limpieza y desinfección de gavetas.	42
Anexo 2. Mezcla de los sustratos utilizados en la investigación.....	42
Anexo 3. Germinación y crecimiento de las plantas de <i>Gmelina arborea</i> (melina).	42
Anexo 4. Toma de datos en campo de las plantas de <i>Gmelina arborea</i> (melina).....	43
Anexo 5. Conteo de raíces y trabajo de laboratorio.....	43
Anexo 6. Resumen del análisis de varianza.	43

CÓDIGO DUBLÍN

Título	Efectos en el crecimiento inicial de <i>Gmelina arborea</i> Roxb. Probando tres tipos de sustrato en los viveros de la finca experimental “La Represa”, año 2020.
Autor	Velalcázar Rengifo Ana Liseth
Palabras claves	Sustrato, germinación, siembra, plántulas.
Fecha de publicación	
Editorial	FCA; Carrera de Ingeniería Forestal; Velalcázar, A.
Resumen (Hasta 300 palabras)	El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de 3 tipos de sustratos en el crecimiento inicial de <i>Gmelina arborea</i> (melina) en la finca experimental “La Represa”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los sustratos que se utilizaron fueron: tierra negra como testigo, cascarilla de arroz, arena y abono PRODEUTEQ, cada uno de ellos excepto el testigo fue mezclado con tierra negra en un porcentaje de 75% tierra negra y 25% el sustrato. Previo a la siembra de las semillas se procedió a limpiar y desinfectar las gavetas. Las plántulas empezaron a germinar a la segunda semana luego de la siembra y continuaron germinando gradualmente. En la octava semana se sacó las plántulas de los tubetes y se las llevó al laboratorio de la finca experimental “La María” para poder obtener los datos de peso seco y húmedo mediante la utilización de las estufas por 48 horas. Se pudo determinar que el sustrato en el que hubo mayor número de plantas fue en el sustrato Tierra negra y arena.
Descripción	
URI	

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Ecuador es uno de los grandes productores de plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb, debido a que es una de las maderas de los más comerciales en el país, y logran desarrollarse tanto en climas húmedos como seco. Jiménez (2016) expresa que la Melina a pesar de ser una especie exótica y debido a sus cualidades particulares como su versatilidad, rápido crecimiento, estética y veteado óptimos y mediana resistencia ha ingresado a países tropicales de la región como Ecuador y a otros a nivel del mundo, supliendo necesidades de madera en la industria, ebanistería y sectores de la construcción, entre otras.

Dada la presión por elevar los rendimientos y disminuir los turnos de corta, la relevancia de diagnosticar la condición nutricional de las plantaciones forestales ha aumentado, Alvarado (2012) manifiesta que es posible establecer un plan adecuado de fertilización según los requerimientos nutricionales de cada especie, Para poder tener plantaciones de calidad y de muy buena producción, dependerá mucho del manejo de desarrollo de plántulas en la etapa de vivero, esto incluye la elaboración del sustrato que ayudará al desarrollo de las plántulas.

En los sustratos que se efectúan para el desarrollo de las plántulas es primordial que se cumpla con las características idóneas para el respectivo crecimiento, para ello debe contar con buen almacenaje de nutrientes, porosidad, drenaje, etc. Por ello, en el presente documento se determinará los efectos de tres tipos de sustratos a nivel de vivero para así poder observar su desarrollo en sus primeras semanas luego de la germinación.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización de la Investigación.

1.1.1. Diagnóstico.

No existe información acerca de los efectos del crecimiento inicial de *Gmelina arborea* probando 3 tipos de sustratos, en la zona de Quevedo, en la finca Experimental la represa, los mismos que serán evaluados en el año 2021.

1.1.2. Pronóstico.

Se prevé que los sustratos utilizados en *Gmelina arborea* favorecerán el correcto desarrollo de las plántulas a nivel de vivero.

1.1.3. Formulación del problema.

¿Cuáles son los efectos en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea*, probando tres tipos de sustratos?

1.1.4. Sistematización.

¿Cuáles son los efectos de los sustratos tierra negra y arena, tierra negra y cascarilla de arroz, y tierra negra y abono “PRODEUTEQ” producidos en *Gmelina arborea*?

¿Con cuál sustrato la especie tiene mejor desarrollo?

¿Cuál es el índice de calidad de plantas de *Gmelina arborea*, bajo el efecto de los tres sustratos empleados?

1.2. Objetivos.

1.2.1. General.

- Evaluar el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb., probando tres tipos de sustratos a nivel de vivero.

1.2.2. Específicos.

- Evaluar los efectos de tres tipos de sustratos en el desarrollo de plántulas de *Gmelina arborea* Roxb producidos en tubetes.
- Determinar el sustrato más eficiente en el crecimiento de las plántulas de *Gmelina arborea* Roxb producidos en tubetes.
- Determinar el índice de calidad de plantas de *Gmelina arborea* Roxb., bajo el efecto de los tres sustratos empleados.
- Evaluar si existen diferencias significativas entre los sustratos establecidos en la etapa inicial de *Gmelina arborea* Roxb.

1.2.3. Hipótesis

H0. Existe diferencia significativa de las plántulas de *G. arborea* en las variables de crecimiento inicial de altura, diámetro e índice de calidad.

H1. No existe diferencia significativa de las plántulas de *G. arborea* en las variables de crecimiento inicial de altura, diámetro e índice de calidad.

1.3. Justificación.

Observar el desarrollo y comportamiento inicial de una especie frente a distintos tipos de sustrato, permitirá tener conocimiento sobre en qué sustrato o bajo qué tipo de nutrientes la planta se desarrollará mejor para así reducir las pérdidas por mortalidad o por el desarrollo inadecuado de la misma, lo cual se vería reflejado en pérdidas económicas a futuro. La finalidad del presente proyecto de investigación es contribuir información, para que viveristas o personas que establezcan un vivero puedan desarrollar un sustrato adecuado para el desarrollo óptimo inicial de *Gmelina arborea* Robx en la etapa de vivero.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Vivero

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como hemos visto, la producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo (Vásquez *et al.*, 1997).

2.1.2. Sustrato

Según indica Pastor (1999), el término “sustrato”, que se aplica en la producción viverística, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que, colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turberas, corteza de pino, etc.) (Vásquez *et al.*, 1997).

2.1.3. Abonos orgánicos

Los abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos (Pastor , 1999).

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado. Existen dos tipos

de abonos orgánicos: líquidos de uso directo y abonos sólidos que deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa. Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, lo que agota la materia orgánica del suelo; por esta razón se debe proceder, permanentemente, a restituir los nutrientes perdidos, abonos orgánicos como el estiércol animal u otro tipo de materia del medio son importantes (Pastor , 1999).

2.1.4. Medios de cultivo

El material en el cual se plantan semillas, se insertan brotes, o se establecen plantas, se le llama sustrato o medio. El medio da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radical. El propósito de un medio, es propiciar un buen crecimiento, dentro del espacio limitado de un recipiente, y preparar las plantas para un trasplante exitoso. Existen muchos materiales y sus mezclas. Cada productor que trata de crear su propio medio, a veces hace un uso innecesario o inadecuado de componentes. Tierra es el medio más común, pero hay más. Algunos medios son orgánicos y otros inorgánicos. Un medio sin tierra puede suministrar oxígeno, agua, nutrientes y soporte para las plantas, tan bien como lo hace el suelo. Conforme mejor sea el medio mayor es el desarrollo del sistema radical absorbente y se produce un almácigo de más calidad, el que soportará mejor el trasplante y dará mayor crecimiento. Este es un factor económico fundamental para la siembra definitiva, que el productor no debe descuidar (Pastor , 1999).

2.2. Marco referencial

2.2.1 Taxonomía de *Gmelina arborea*

Según indica (Chavelas y Dewall, 1988), la melina se describe de la siguiente manera:

2.2.1.2. Nombre científico

Gmelina arborea Roxb.

2.2.1.3. Nombre(s) común(es)

Melina.

2.2.1.4. Estatus

Especie introducida.

2.2.1.5. Origen

Originario del Sureste de Asia, especialmente de la India, Nepal, Bangladesh, Sri Lanka, Paquistán, Malasia y el sureste de China.

2.2.1.6. Forma biológica

Árbol de 20 m de altura, pero a veces alcanza los 30 m; y cuyo diámetro normal varía de 60 a 90 cm.

2.2.1.7. Fenología

Hojas: En su hábitat de origen, pierde sus hojas a finales de enero hasta marzo

Flores: Florece de enero a junio en México.

Frutos: Los frutos maduran de mayo a junio en Paquistán, y de marzo a julio en México.

2.2.2. Producción de planta

2.2.2.1. Tratamientos pre germinativos

Remojo en agua de 1 a 3 días, antes de efectuarse la siembra (PRONARE, 2000).

2.2.2.2. Tiempo necesario para la germinación de las semillas

El tiempo necesario para que inicie la germinación a partir de la siembra es de 2 a 3 semanas (PRONARE, 2000).

2.2.2.3. Método de siembra

Cuando se siembran directamente en el envase se deben colocar dos semillas para asegurar la germinación de por lo menos de una de ellas. Cuando se producen en semilleros, se

preparan pequeños surcos paralelos con una profundidad de 2 a 3 cm, colocando la semilla en los surcos para posteriormente cubrirlos con una capa delgada de sustrato (PRONARE, 2000) .

2.2.1. Características de los sustratos

OIRSA (2002) indica que, a diferencia del suelo, que mantiene más o menos estables sus características en el tiempo, los sustratos no se comportan de igual forma. Varios materiales y sus mezclas son utilizados para preparar medios. Las características resultantes de las mezclas no siempre son la suma de las características de sus partes, por lo que lo importante de un sustrato no son sus ingredientes y componentes sino sus propiedades y parámetros. Para obtener buenos resultados se requiere que un sustrato tenga las siguientes características:

- Debe ser suficientemente denso y firme para sostener en su sitio las plantas o estacas, durante la germinación o el enraizamiento. Su volumen debe ser constante tanto si está húmedo como seco.
- Debe retener suficiente humedad, para que el riego no sea muy frecuente.
- Debe ser suficientemente poroso para que el exceso de agua drene del mismo, permitiendo la entrada de oxígeno a las raíces.
- Debe tener un bajo contenido de sales.

2.2.1.1. Características físicas

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son: Densidad real y aparente, distribución granulométrica, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución de tamaños de poros, estabilidad estructural (Pastor , 1999).

2.2.1.2. Características químicas

Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan: Capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de nutrimentos, relación C/N (Pastor , 1999).

2.2.1.3. Características biológicas

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999). Entre las características biológicas destacan: contenido de materia orgánica, estado y velocidad de descomposición (Pastor, 1999).

Una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al “sustrato ideal”. Ante la reiterada pregunta, de si existe un sustrato ideal, la respuesta es “no”; el sustrato adecuado para cada caso concreto dependerá de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato. Por lo tanto, la imposibilidad de referenciar un sustrato ideal, pero sí que puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener, como son: Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.) (Pastor, 1999).

2.2.1.4. Propiedades de los sustratos

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar, que una vez colocada ésta en el contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivo adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio “retención de agua – aireación”. Condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo (Insituto Nacional Tecnológico, 2016).

2.2.2. Funciones de los sustratos

Según indica OIRSA (2002) hay cuatro funciones con las que debe cumplir un medio para

mantener un buen crecimiento de las plantas:

- Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.
- Servir como depósito para los nutrientes de la planta.

La única función garantizada por el medio, después de hecha la mezcla, es el soporte; las demás deben ser controladas por el productor. Para alcanzar sus funciones el sustrato utilizado debe ser (OIRSA, 2002):

- De peso liviano y fácil manejo.
- De buena porosidad, bien drenado, pero con buena capacidad de retención de humedad.
- Ligeramente ácido y con buena capacidad de intercambio de cationes.
- Capaz de mantener un volumen constante tanto cuando está húmedo o seco.
- Fácil de almacenar por periodos largos sin cambios en sus propiedades físicas y químicas.

2.2.3. Sustratos a utilizar

2.2.3.1 Tierra negra

La tierra provee una CIC, nutrientes y retención de agua razonables. Cuando un tercio del suelo es sustituido por arena, esas propiedades se reducen. Es materia vegetal de color oscuro descompuesta producto del barrido de bosques. La tierra negra o tierra de sembrado es materia vegetal de color oscuro descompuesta producto del barrido de bosques. Es una mezcla de ramitas, corteza y hojas, que al encontrarse por debajo de la superficie y con años de acumulación, presenta un principio de humificación (OIRSA, 2002).

La composición del humus depende en parte del tipo de suelo, ya que éste puede favorecer el desarrollo de sustancias orgánicas, facilitando la aireación o, por el contrario, puede paralizarla, originando condiciones anaeróbicas. Sobre suelos pesados actúa esponjando el terreno, promueve la agregación del suelo (formación de terrones) y el almacenamiento de agua. Sobre suelos livianos, sueltos, mejora la retención de nutrientes disminuyendo su pérdida por lixiviación (lavado) (OIRSA, 2002).

Tabla 1. Algunas mezclas recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (Guía Agropecuaria)

Fórmula		Mezclas		
N°1	Arena 10 %	Cascarilla de arroz 25%	Tierra buena 50%	Burucha descompuesta 15%
N°2	Arena 10 %	Cascarilla de arroz 15%	Tierra buena 50%	Compost 25%
N°3	Arena 10 %	Burucha descompuesta 15%	Tierra buena 50%	Estiércol de vacuno 25%
N°4	Arena 10 %	Cascarilla de arroz 15%	Tierra buena 50%	Gallinaza 25%

En general los suelos de los países tropicales son arcillosos y poseen una capacidad muy alta de fijación de fósforo, lo que los hace deficientes para su utilización como sustrato para la producción de plantas. Esto es un problema serio en la producción de árboles frutales y forestales en bolsas, los que son llevados al campo sin haber desarrollado un sistema radical adecuado, lo cual redunda en bajos rendimientos iniciales (OIRSA, 2002).

2.2.3.2. Cascarilla de arroz

El tamaño de partícula es ligeramente mayor a la de aserrín. La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje. Está disponible a un costo bajo en ciertas áreas y puede ser utilizado en sustitución o junto con turba. La cascarilla de arroz es de peso ligero, uniforme en grado y calidad, más resistente a la descomposición que el olote y posee menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas. Se utiliza, sin compostar, como un sustituto de la vermiculita por su peso ligero, volumen y resistencia a la descomposición. Sus características se pueden mejorar mediante molienda. Es un material rico en carbono. La granza tiene contenidos altos en potasio y sílice (OIRSA, 2002).

2.2.3.3. Arena

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. El tamaño de partícula de

la arena es un factor crítico en la selección de este componente. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es; su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. El uso de las arenas finas contribuye poco en mejorar las condiciones del sustrato, y puede haber reducción del drenaje y la aireación. Como es de conocimiento, algunas arenas pueden contener limo y arcilla por lo que se deben lavar completamente para poder remover estas partículas que son muy finas. Se prefiere una arena limpia con tamaños de partícula de 0,5 a 2 mm de diámetro. El porcentaje de partículas medias (0,25 a 0,50 mm) y finas (0,05 a 0,25) deben formar una proporción relativa pequeña de la arena usada en un medio de cultivo. La adición de arena puede producir un cemento, junto con las partículas del suelo, y provocar una compactación mayor que la deseada. La arena es el agregado grueso más económico, pero a la vez el más pesado. El peso adicional aumenta los costos de manejo y embarque de plantas cultivadas en un medio que la contiene. Es baja en nutrientes y en capacidad de retención de humedad, y es química y biológicamente inerte. Un medio que contiene arena debe ser pasteurizado porque la arena puede ser contaminada con patógenos del suelo en el proceso de lavado. La arena es un medio viejo favorito para enraizamiento de esquejes. También es utilizado para ofrecer drenaje y aireación en mezclas que incluyen turba, suelo, y compost. Deberá de lavarse y tamizar para dejarla libre de partículas mayores de 2 mm de diámetro o menores de 0,6 mm. (OIRSA, 2002).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y características del área de estudio.

3.1.1. Localización del área de estudio.

El presente trabajo se realizó en los viveros de la finca experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la cual se encuentra localizada en Ecuador, en la provincia de Los Ríos, cantón Quevedo y pertenece a la parroquia San Carlos.

3.1.2. Características climáticas

Tabla 2. Características del vivero agroforestal “La Represa”

Parámetros	Promedio/año
Zona ecológica	Bh-T
Altitud	75 msnm
Precipitación media anual	269,12 mm
Temperatura media anual	24,93 °C
Humedad relativa	85,5%
Topografía	Regular

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Carlos, 2015.

3.2. Manejo de la investigación

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó en el presente proyecto es el método experimental, analítico y correccional, por lo que este tipo de investigación corresponde a realizar registros y evaluar el crecimiento de las plántulas.

3.2.2. Fuentes de la información

La información necesaria para los resultados de la información se obtuvo a través de la observación y recopilación de datos en campo. La información secundaria se realizó mediante una rigurosa búsqueda a través tesis, libros electrónicos, artículos científicos, páginas web, etc.

3.2.3. Colecta experimental

Las semillas de *Gmelina arborea* para la investigación se las adquirió en el vivero “Guayjil”, y estas se les realizó un tratamiento pre germinativo que consiste en remojar las semillas por 24 horas.

3.2.4. Diseño de la investigación

Se utilizará un diseño completamente al azar (DCA) con muestras de tres tratamientos + un testigo y con tres repeticiones cada uno, con un muestreo de 480 unidades experimentales. Para el análisis de varianza se empleó la prueba de Tukey con $p=0.05$ de confiabilidad para determinar las diferencias de promedios en los tratamientos en cada fase. A continuación, se detalla los tratamientos en el gráfico 1:

Gráfico 1. Diseño de tratamientos empelando el DCA

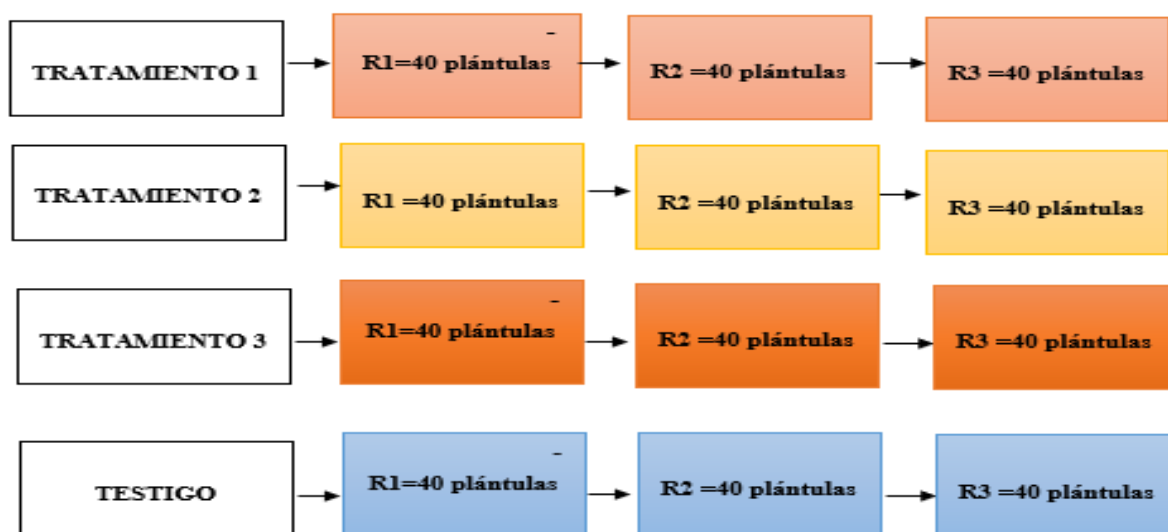


Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para el diseño completamente al azar

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fcal
Tratamiento	t - 1	$\Sigma(X^2t/r) - c$	SCt/gl	CMt/CME
Error	resta	resta	SCE/gl	
Total	rt - 1	$\Sigma(X^2) - c$		

*FV = Fuente de variabilidad, Gl= Grados de libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado medio, t= número de tratamientos, r = número de repeticiones, c = Factor de corrección = $(\Sigma X)^2/N$, N = # total de repeticiones

Fuente: Badii *et al.*, 2007

3.3. Codificación de material de estudio

3.3.1. Factor T

El tratamiento (T) se estableció en cada muestra 40 plántulas en cada que en total había 480^a plantas de la especie de *Gmelina arborea*, se estableció 3 tratamientos + 1 testigo en el que se les constituyo un código por cada tratamiento (cuadro 3)

3.3.2. Preparación del sustrato

Para establecer un adecuado sustrato que puedan germinar y desarrollar las plántulas de *Gmelina arborea*, esta se logró mediante la siguiente mezcla (tabla 4).

- Tratamiento 1 está compuesto de tierra común o tierra negra (75%) y de arena de río (25%)
- Tratamiento 2 está integrado de tierra común o tierra negra (75%) y cascarilla de arroz (25%)
- Tratamiento 3 está conformado de tierra común o tierra negra (75%) y abono PRODEUTEQ (25%)
- Tratamiento 4 está constituido de tierra común o tierra negra (100%).

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

CODIGO	CATEGORÍA	PROPORCIÓN
T1	Tierra negra	75% (37,5 lb)
	Arena	25% (12,5 lb)
T2	Tierra negra	75% (37,5 lb)
	cascarilla de arroz	25% (12,5 lb)
T3	Tierra negra	75% (37,5 lb)
	Abono PRODEUTEQ	25% (12,5 lb)
T0	Testigo (tierra negra)	100% (50lb)

3.4. Variables a evaluar

En la tabla 4 se demuestra las variables a evaluar para determinar un desarrollo adecuado de las plántulas de la investigación.

Tabla 5. Variables a evaluar en el registro de datos

Nº	VARIABLES	ABREVIATURA
1	Días de la germinación	DG
3	Porcentaje de sobrevivencia	PSV
5	Altura de la plántula en cm	AP
6	Diámetro del tallo en mm	DT
7	Numero de hojas	NH
8	Longitud de Raíz	LR
9	Número de raíces secundarias	NRS

3.4.1. Días de germinación.

Se recolecto un registro de datos de la fecha y culminación de la siembra y germinación de las semillas. Luego del tratamiento pre germinativo de remojo de 24 horas, se procedió a realizar la respectiva siembra el día 15 de enero del 2021; las primeras semillas comenzaron a germinar el día 18 de enero de 2021 y las últimas semillas fueron el 22 de enero de 2021.

Tabla 6. Días de inicio de la germinación

GERMINACIÓN		
Día de siembra	Inicio	Máxima
15/01/2021	18/01/2021	22/01/2021

3.4.2. Altura de la plántula

Los datos de la variable crecimiento en altura, se efectuó mediante una regla, que se las media desde su base hasta la yema de su tallo, y estas medidas se mostraron en cm.

3.4.3. Diámetro de la plántula

Las variables del diámetro se realizaron utilizando un calibrador, estas medidas fueron registradas en mm.

3.4.4. Número de hojas

Para el conteo del número de hojas se procedió a realizar desde el desarrollo de las primeras hojas verdaderas de las plántulas.

3.4.5. Longitud de raíz

Este procedimiento se realizó midiendo la raíz principal con una regla con medidas en cm, y se procedió a medir desde el largo desde el cuello de la raíz hasta el extremo más distante de la raíz principal.

3.4.6. Número de raíces secundarias

Para cuantificar el número de raíces secundarias de cada plántula, se los realizo contando las raíces que sobresalían directamente de la raíz principal.

3.4.7. Días de toma de datos de las plántulas

El registro de datos de las variables de altura, diámetro, número de hojas se realizó la primera toma el 24 de enero del 2021, luego se procedió recolectando datos cada 15 días dándonos un total de 4 tomas de datos reflejados en la tabla 7.

Tabla 7. Fecha de recolección de datos

FECHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Datos	Fechas
Primera –Datos Iniciales	29 / 01 / 2021
Segunda	05 / 02 / 2021
Tercera	12 / 02 / 2021
Cuarta	19 / 02 / 2021
Peso seco y húmedo	09 / 03 / 2021

3.5. Determinación de los índices de calidad

Con los datos de las variables anteriormente señaladas, se determinó los siguientes índices de calidad de la planta (Tinoco y Ramírez 2014):

A. Índice de robustez (IR)

$$IR = \frac{Altura (cm)}{Diametro\ cuello\ de\ la\ raiz (mm)}$$

IR: Índice de robustez

Altura (cm): tamaño de la planta en cm

Diámetro (mm): circunferencia de la planta en mm

B. Índice de lignificación (IL)

$$IL = \left[\frac{Peso\ seco\ total\ de\ la\ planta (g)}{Peso\ humedo\ total (g)} \right] \times 100$$

Donde:

IL: índice de lignificación

Peso seco total: peso seco en gramos

Peso húmedo total: peso húmedo en gramos

C. Índice de calidad de Dickson (ICD):

$$ICD = \frac{Peso\ seco\ total (g)}{\frac{Altura (cm)}{Diametro (mm)} + \frac{Peso\ seco\ parte\ aerea (g)}{Peso\ seco\ raiz (g)}}$$

3.6. Porcentaje de sobrevivencia.

El porcentaje de sobrevivencia se lo realizó mediante un registro de conteo del número de plantas vivas y número de plantas germinadas (Camino, 2012):

$$PSV = \frac{Número\ de\ plantas\ vivas}{Número\ de\ plantas\ germinadas} \times 100$$

Tabla 8. Categoría de para la evaluación de la supervivencia de plantas

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

Fuente: López, 2010.

3.7. Materiales

3.5.1. Materiales de campo.

- Tubetes
- Sustratos
- Abono “PRODEUTEQ”
- Cuaderno de apuntes
- Semillas

3.5.2. Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Pendrive
- Hojas A4

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

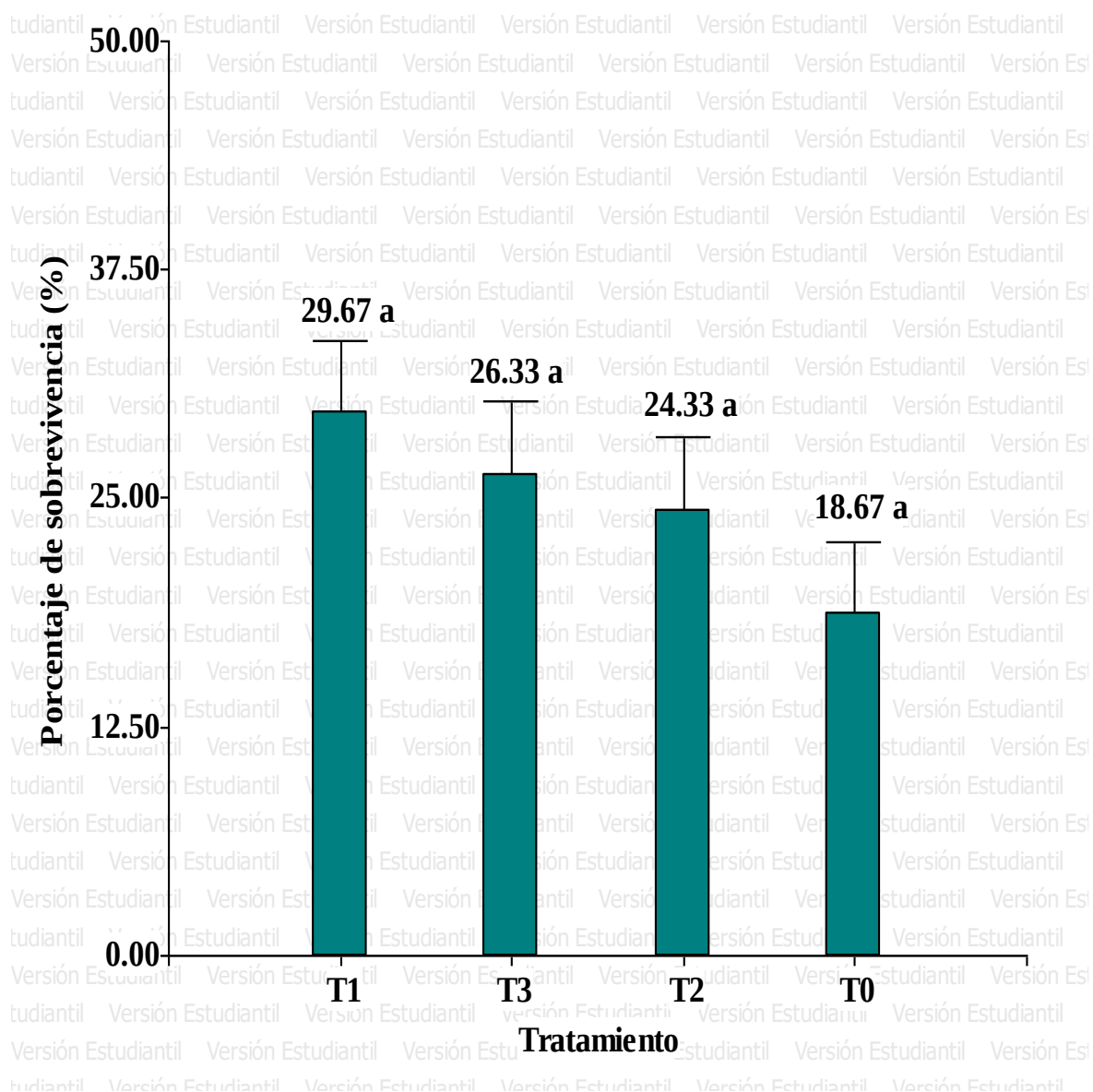
4.1. Evaluación de sobrevivencia, altura, diámetro, número de hojas, longitud de raíz y número de raíces

4.1.1. Porcentaje de sobrevivencia

En la figura 1 se observa el porcentaje de sobrevivencia de plántulas de *Gmelina arborea* en tratamientos aplicados, en la prueba de tuckey realizado en el análisis de varianza demostró que no existen diferencias significativas en los tratamientos aplicados ($p=0,3256$), presentando el T1 (tierra negra + arena) el mayor valor en porcentaje (29,67%) que presento un sobresaliente porcentaje en sobrevivencia a diferencia de los demás tratamientos, mientras que el T0 (tierra negra) que demostró un menor valor porcentual (18,67%).

Figura 1. Media de la sobrevivencia de plántulas de *Gmelina arborea*

Sobrevivencia (%) de plántulas de *G. arborea* en los tratamientos establecidos



En la tabla 9 se muestra la evaluación de los tratamientos, donde el T0, T1, T2, T3 se encuentran en un rango malo según López (2010).

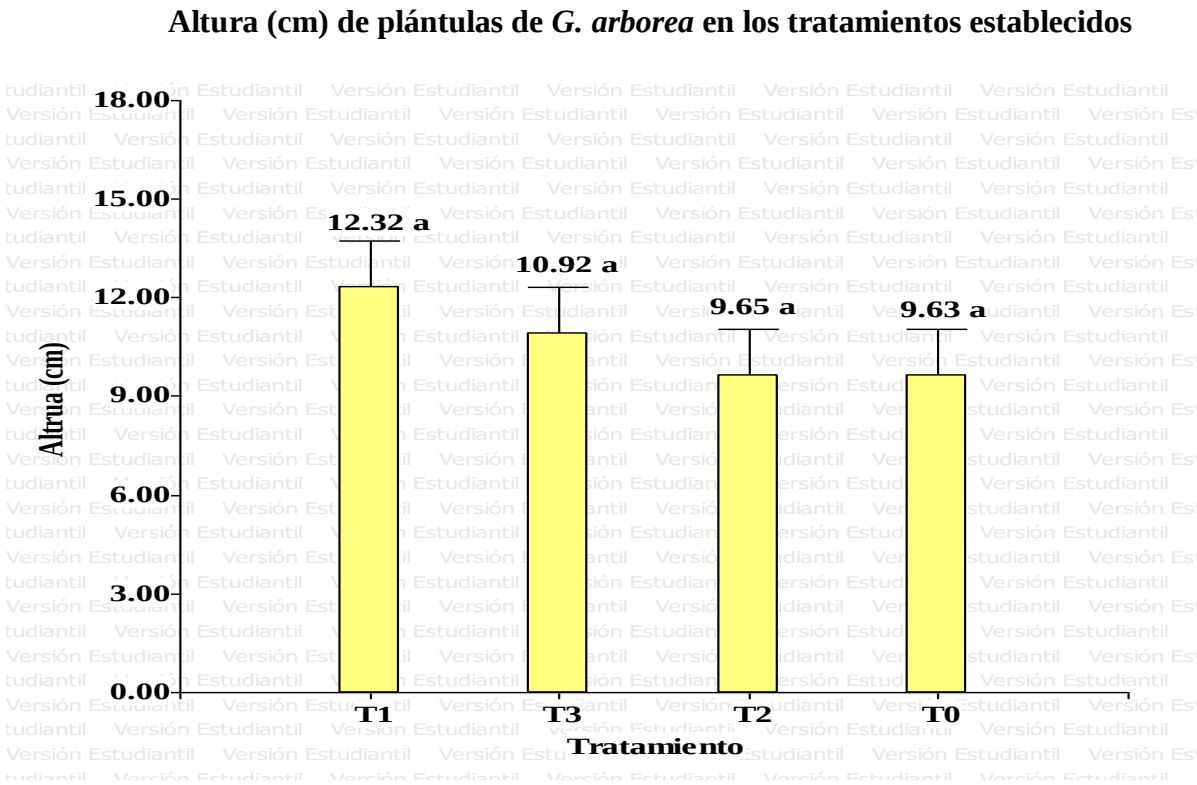
Tabla 9. Categoría de para la evaluación de la supervivencia de plantas

Categoría	Porcentaje de supervivencia	Evaluación de la supervivencia
Muy bueno	80 – 100 %	
Bueno	60 – 79 %	
Regular	40 – 59 %	
Malo	< 40 %	T0 – T1 – T2 – T3

4.1.2. Altura

En cuanto a la variable altura, los valores medios muestran que el tratamiento con mayor influencia en el crecimiento en altura fue el T1 (Tierra negra + Arena) con 12,32 cm, seguido del T3 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) con 10,92 cm. El tratamiento que registró un menor valor en altura fue el T0 (Testigo) con 9, 63 cm (Figura 2). Por medio, de análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existen diferencias significativas entre tratamientos (p=0,518).

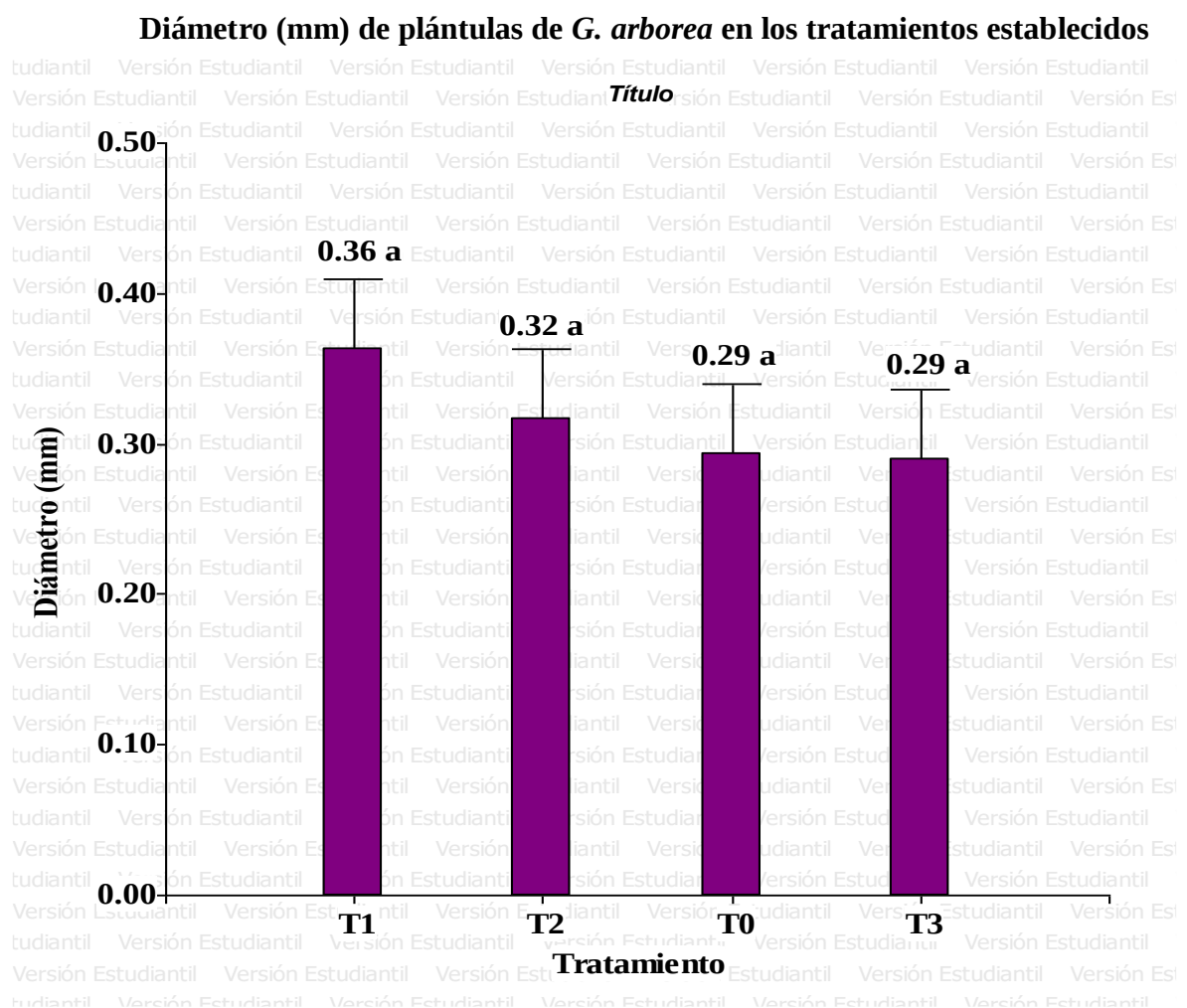
Figura 2. Media de la variable altura de plántulas de *Gmelina arborea*



4.1.3. Diámetro de las plantas

La figura 3 presenta las medias registradas en los diferentes tratamientos aplicados en la investigación. El T1 (Tierra negra +Negra) mostró buenos resultados en cuanto al crecimiento en diámetro registrando un valor de 0,36 mm, mayor que los demás tratamientos. Por el contrario, el T3 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) y T0 (Testigo) tuvieron un valor inferior (0,29 mm). Mediante el análisis de varianza (ANOVA), se observó que no existieron diferencias significativas entre tratamiento ($p=0,6755$).

Figura 3. Media de la variable diámetro de plántulas de *Gmelina arborea*

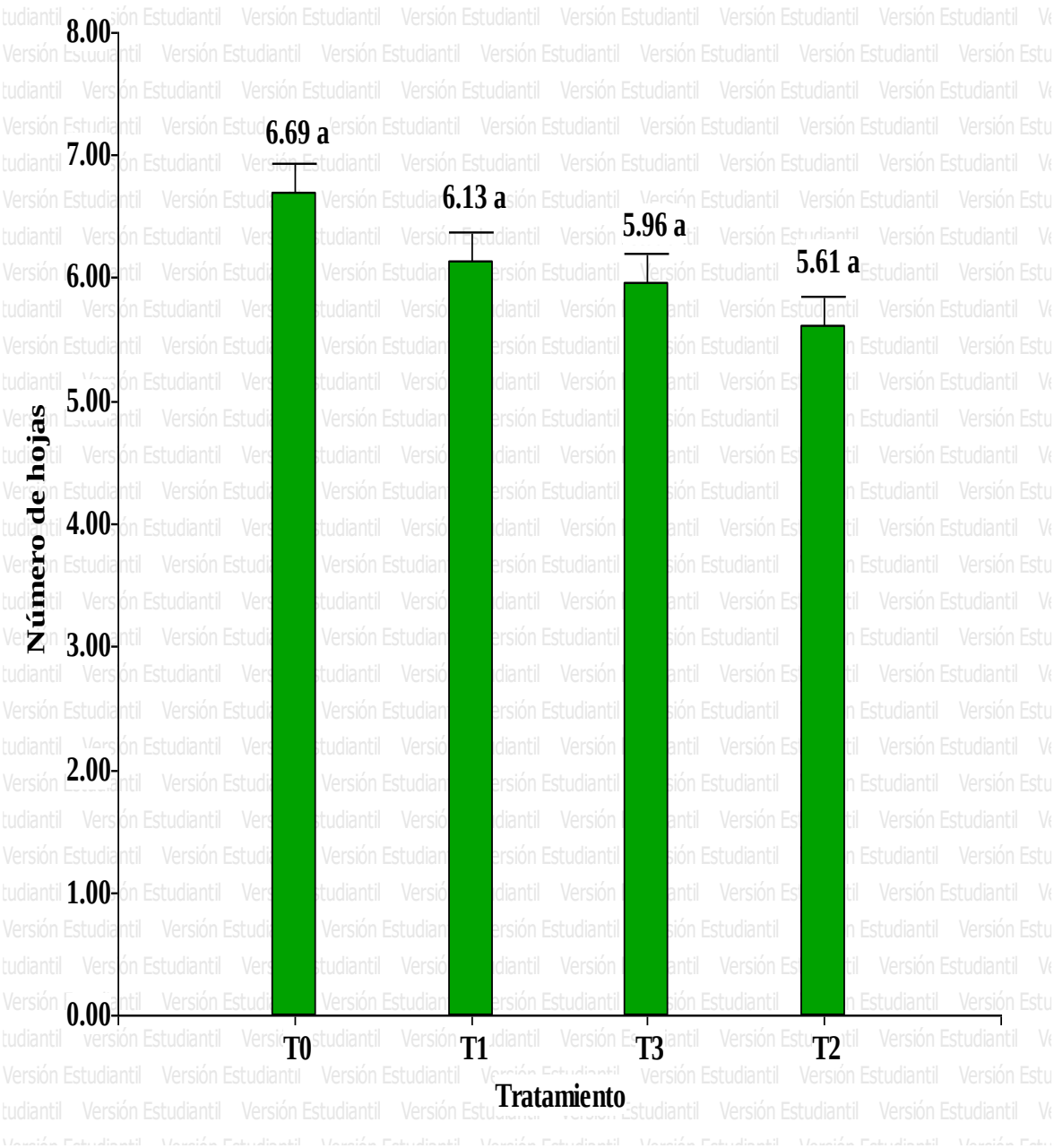


4.1.4. Número de hojas

En lo que concierne a la presencia de hojas en las plántulas de melina producidas en el vivero, el T0 (Testigo) y T1 (Tierra negra + Arena) presentaron los valores más relevantes, siendo éstos 6,69 hojas (T0) y 6,13 hojas (T1) (Figura 4). Por tal razón, los valores registrados en la prueba ANOVA muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos

aplicados ($p=0,3174$).

Figura 4. Número de hojas de plántulas de *Gmelina arborea*
Número de hojas (cm) de plántulas de *G. arborea* en los tratamientos establecidos



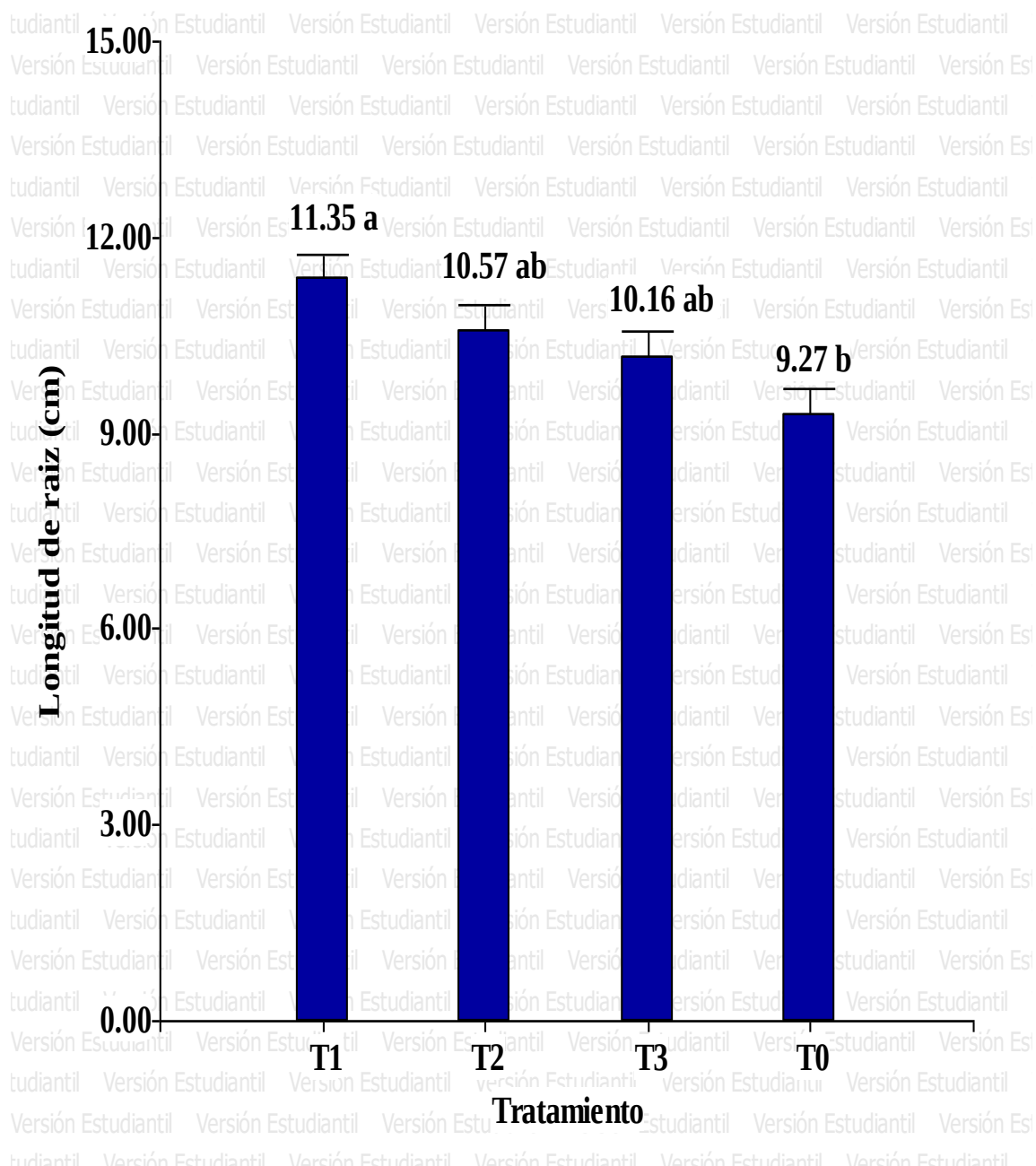
4.1.5. Longitud de raíz de las plantas (RL)

Los valores medios registrados en la investigación para la variable de longitud de raíz se muestran en la figura 5, donde se observa que el T1 (Tierra negra + Arena) obtuvo mejores resultados en cuanto al crecimiento de la raíz con un valor de 11,35 cm, seguido por T2 (Tierra negra + Cascarilla de arroz) con 10,57 cm. Mientras que el T0 (Testigo) tuvo resultados inferiores para la longitud de raíz (9,27 cm). Mediante la prueba de ANOVA se

determinó que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados a nivel de vivero ($p=0,0356$).

Figura 5. Longitud de la raíz de plántulas de *Gmelina arborea*

Longitud de raíz (cm) de plántulas de *G. arborea* en los tratamientos establecidos

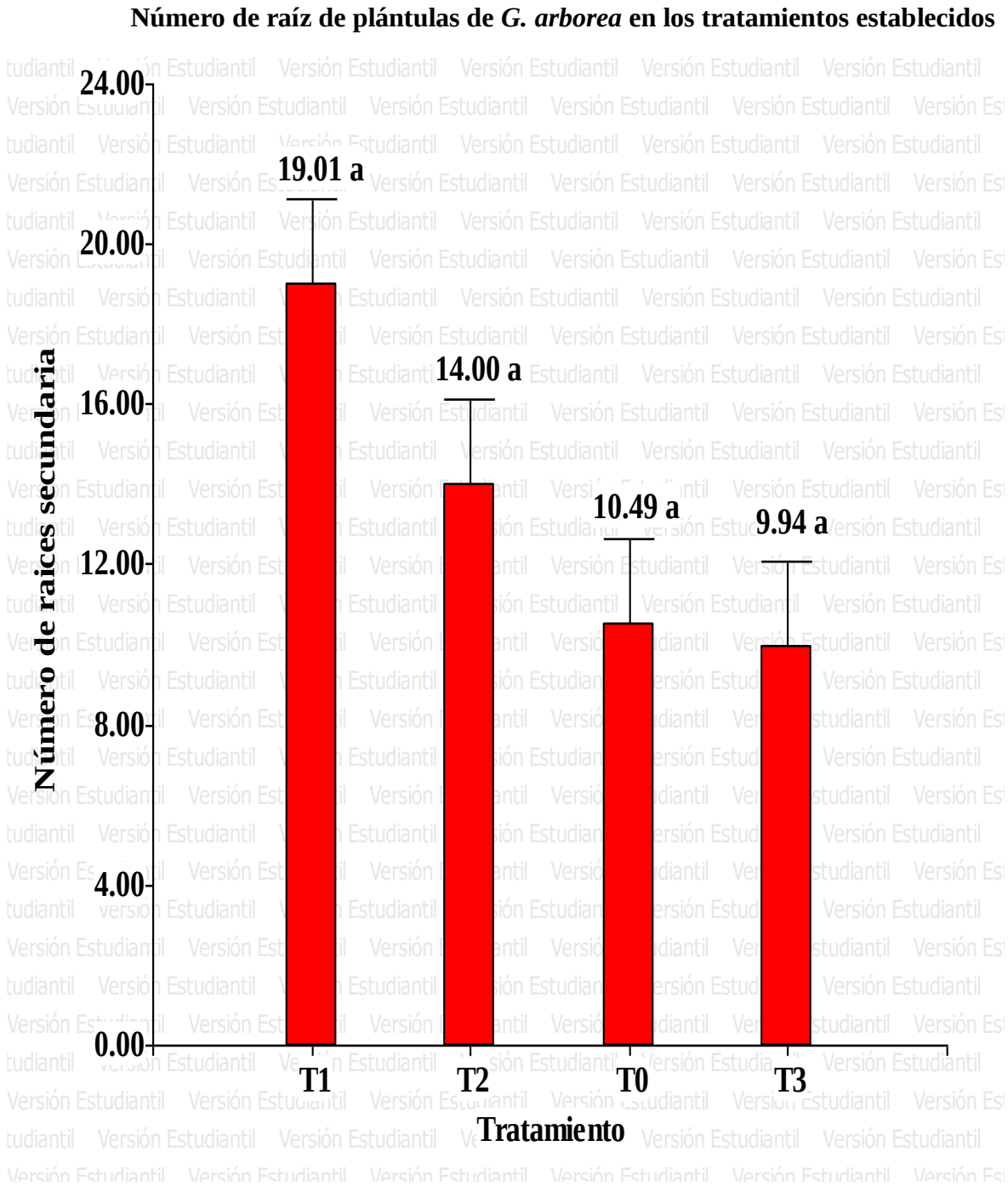


4.1.6. Número de raíces secundarias

En cuanto a las raíces secundarias observadas en las plántulas de balsa, el T1 (Tierra negra + arena) tuvo una mejor influencia en la formación de raíces secundarias con un valor de 19.01 raíces, seguido del T2 (Tierra negra + Cascarilla de arroz) con la presencia de 14.00 raíces secundarias, siendo el T3 (Tierra negra + abono prodeuteq) el que tuvo menor cantidad

de estas raíces (Figura 6). Por medio, del análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existen diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,1142$).

Figura 6. Número de raíz de plántulas de *Gmelina arborea*

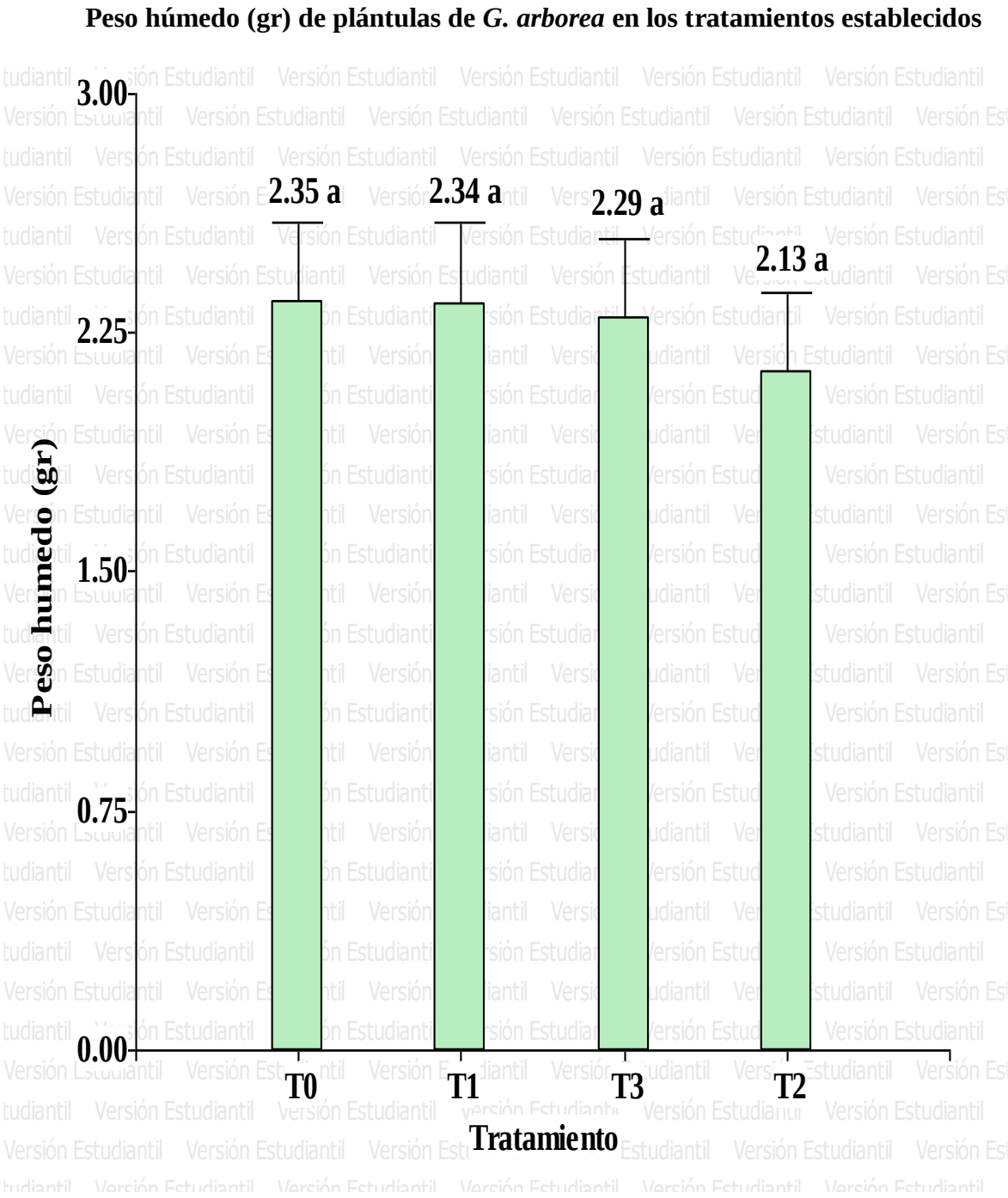


4.1.7. Peso húmedo de las plantas

En cuanto al peso húmedo presentado en las plántulas de melina, el tratamiento que obtuvo un valor levemente mayor a los demás fue el T0 (Testigo) con 2,35 gr, seguido por el T1 (Tierra negra + Arena) con 2,34 gr. Por el contrario, el T2 (Tierra negra + Cascarilla de arroz) registró un valor inferior que los otros tratamientos utilizados (2,13 gr) (Figura 7). Los

datos obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) reflejan que no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la investigación ($p= 0,9133$).

Figura 7. Media del peso húmedo de plántulas de *Gmelina arborea*

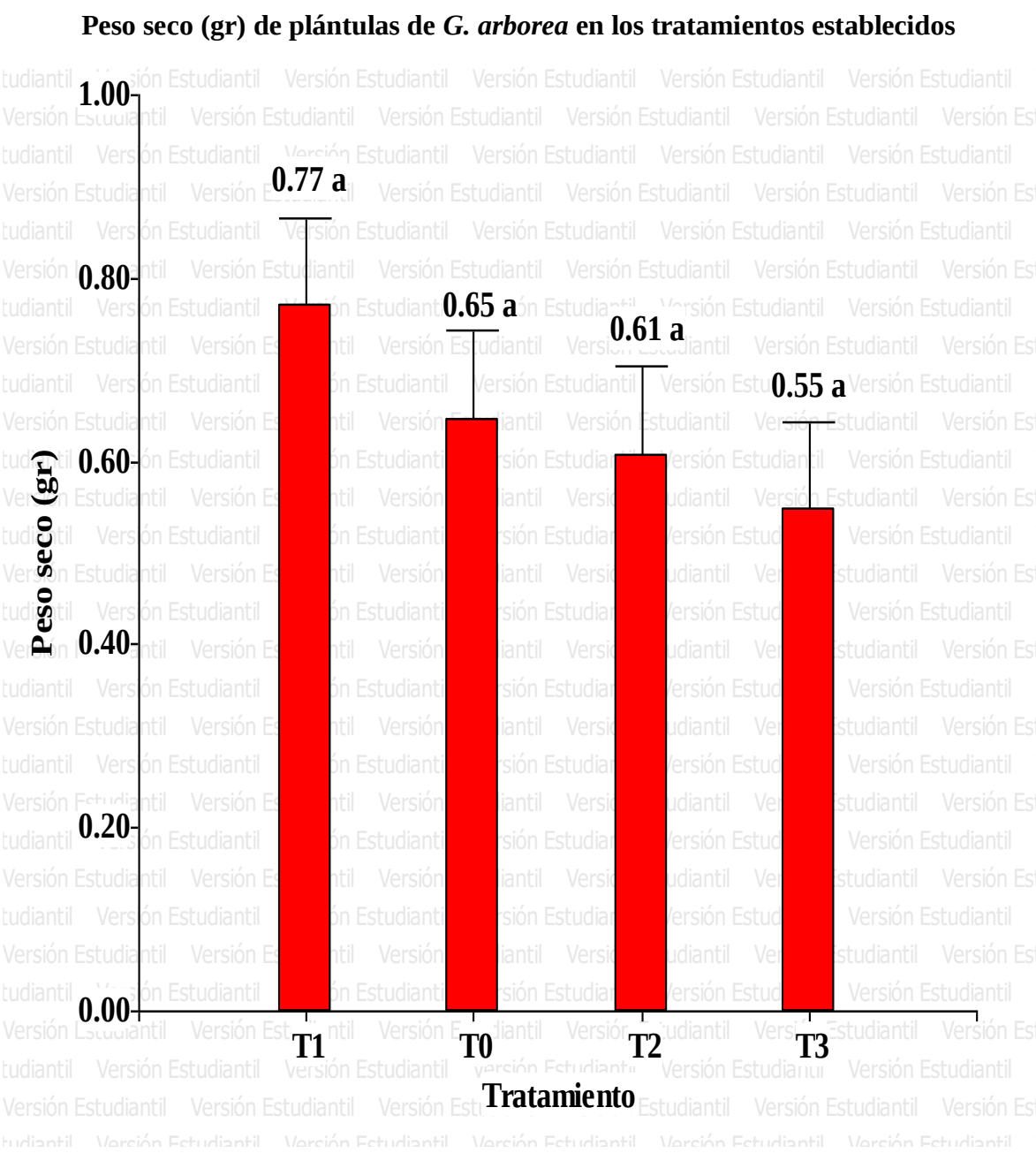


4.1.8. Peso seco de las plantas

En la figura 8 se presentan las medias obtenidas del peso seco de las plántulas de melina, donde el T1 (Tierra negra + Arena) fue el que tuvo un valor sobresaliente correspondiente a 0,77 gr. A diferencia del T3 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) que registró el menor valor en peso seco (0,55 gr). Los valores obtenidos mediante la prueba ANOVA muestran que no

existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la investigación (p=0,4588).

Figura 8. Peso seco de plántulas de *Gmelina arborea*



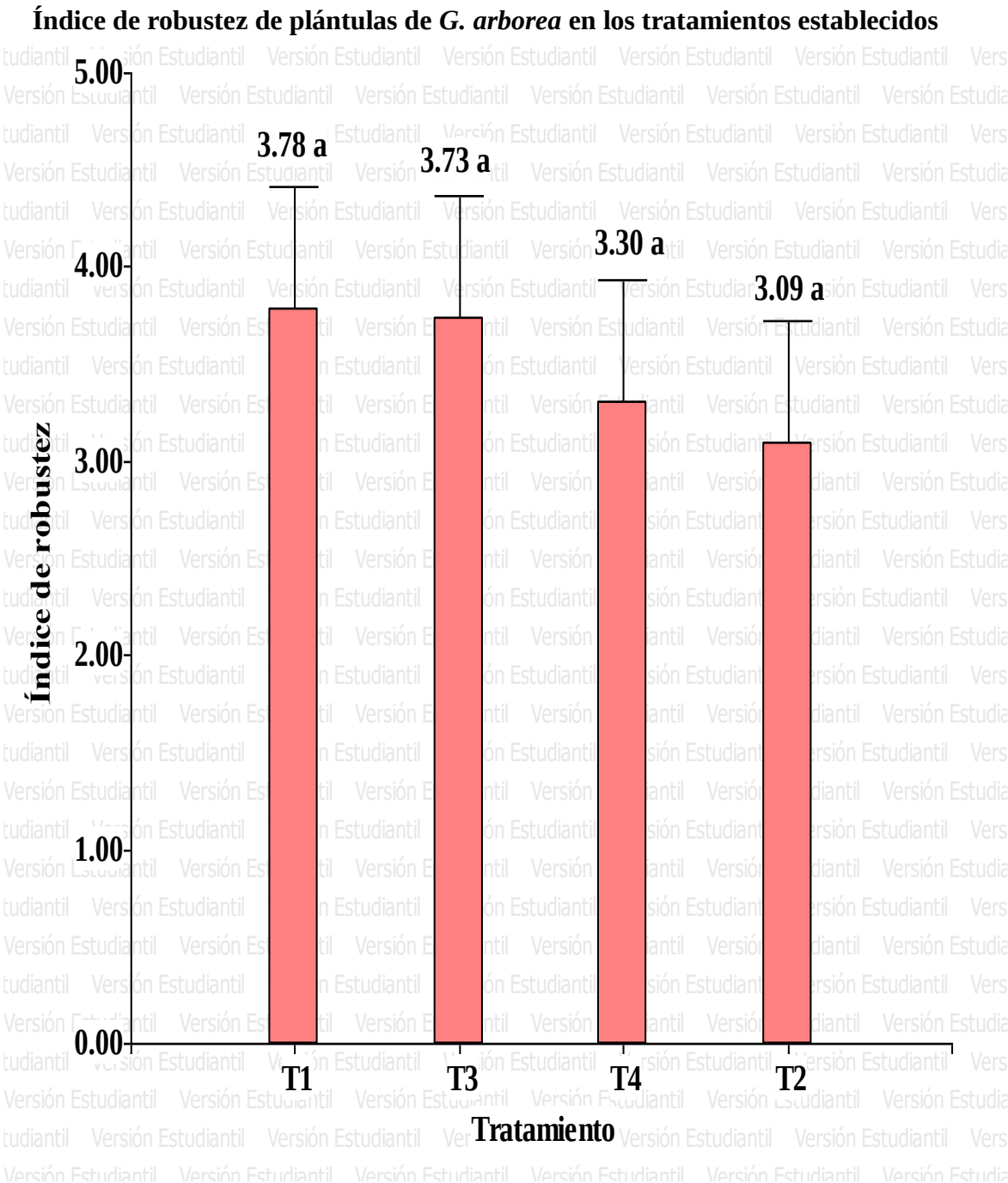
4.2. Índices de Calidad de plantas

4.2.1. Índice de robustez

En la figura 9 se muestran los valores del Índice de Robustez registrados en las plántulas de melina, donde el tratamiento que mayor índice presentó fue el T1 (Tierra negra + Arena) con 3,78. Mientras que el T2 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) con 3,09 fue el que menor valor obtuvo. Es importante mencionar, que los valores menores a seis representan un indicador

de plantas resistentes al viento y adaptables a sitios con limitada humedad, siendo así los resultados obtenidos como favorables. Por otro lado, el análisis de varianza refleja que no existió diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,8372$) aplicados en la investigación.

Figura 9. Diferentes intensidades el índice de Robustez de plántulas de *Gmelina arborea*

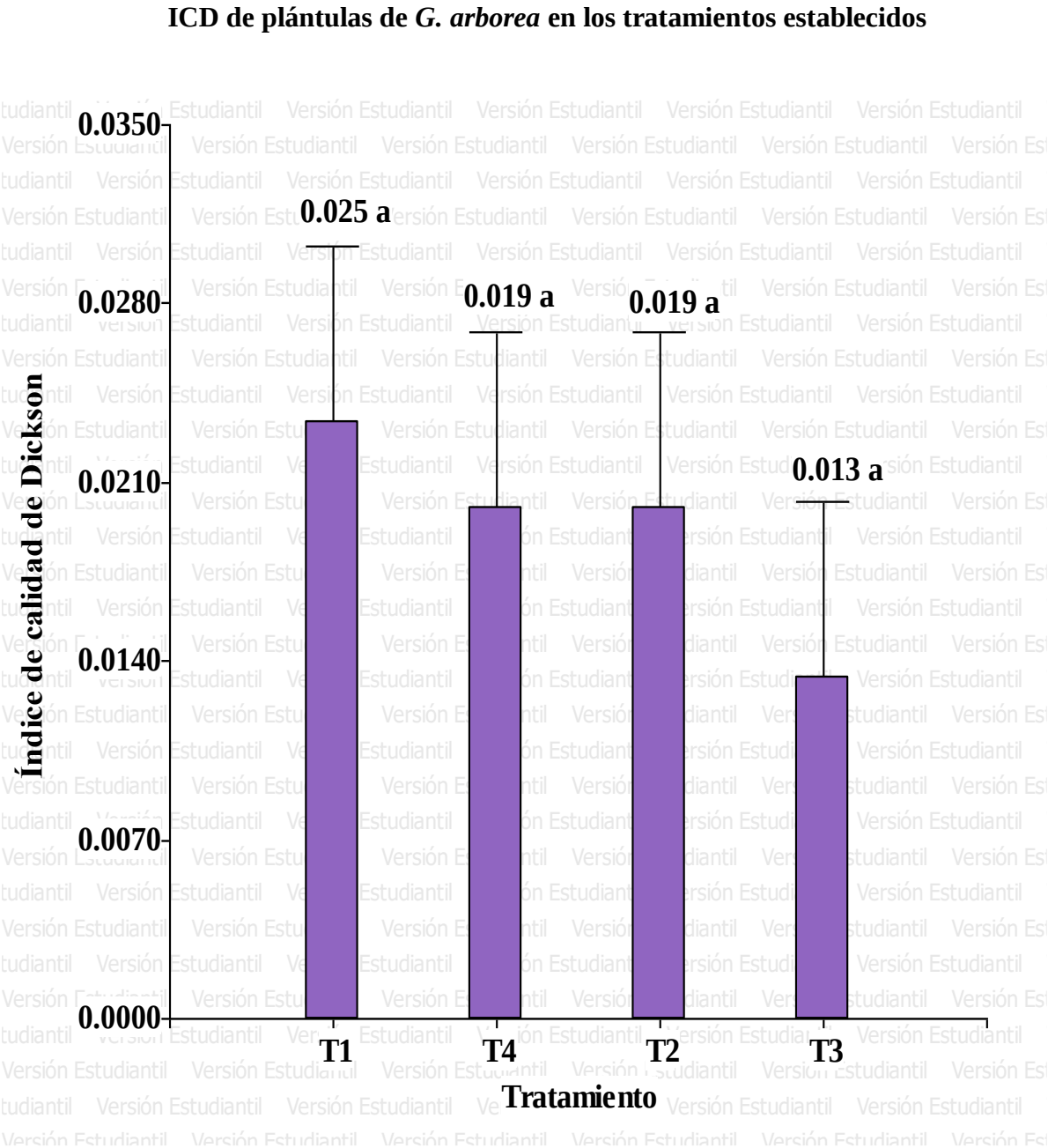


4.1.9. Índice de calidad de Dickson (ICD)

En cuanto al índice de calidad de Dickson, el tratamiento que presentó mayor valor fue el T1 (Tierra negra + Arena) con 0,025, seguido del T4 (Testigo) y T2 (Tierra negra +

Cascarilla de arroz) con 0,019, mientras, que el T3 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) registró el menor valor en cuanto a calidad (0,013) (Figura 10). Los resultados obtenidos en la prueba de análisis de varianza reflejaron que no existe diferencias significativas en calidad de plantas entre los tratamientos aplicados ($p=0,7752$).

Figura 10. Índice de calidad de Dickson de plántulas de *Gmelina arborea*

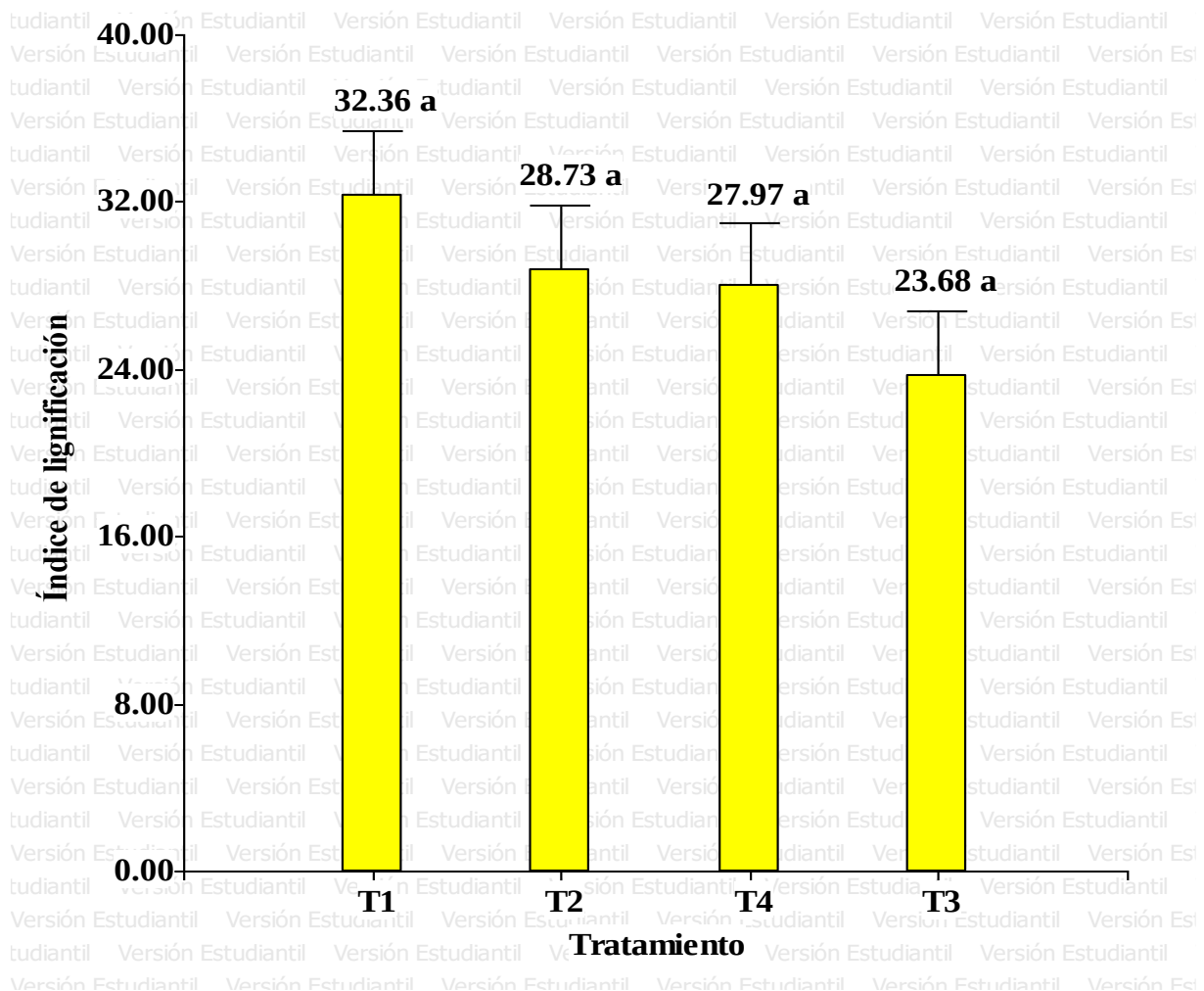


4.1.10. Índice de lignificación (IL)

Los resultados obtenidos del Índice de Lignificación se presentan en la figura 11, donde el tratamiento que mayor porcentaje de lignina presentó fue T1 (Tierra negra + Arena) con 32,36%, seguido del T2 (Tierra negra + Cascarilla de arroz) con 28,73%. A diferencia que el T3 (Tierra negra + Abono Prodeuteq) registró el menor porcentaje entre tratamientos (23,68%). Mediante la prueba de ANOVA se determinó que no existen diferencias significativas ($p=0,3291$).

Figura 11. Índice de Lignificación de plántulas de *Gmelina arborea*

Índice de lignificación de plántulas de *G. arborea* en los tratamientos establecidos



4.3. Discusión

En la presente investigación el tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a las variables de altura con media de 12,32 cm y diámetro 0,36 mm los cuales indican que el T1 (Tierra negra + Arena) resgistró un mayor rendimiento a diferencia de los demás tratamientos, estos valores difieren a los obtenidos de Bravo (2019) con el sustrato 1 (Tierra negra cernida + cascarilla de arroz + carbón) con media de altura de 14,09 cm y diámetro de 0,19 mm. En cuanto al número de hojas el T0 (Testigo) demostró tener mayor efecto con una media de 6,69 y se asemeja con Ramos (2015) con una media de 7,77.

Los valores en el índice de robustez fueron importantes pues al ser menores a seis según Sáenz *et al.* (2014) se considera que determinan una buena calidad de las plantas, éstas tienden a ser más robustas y capaces de adaptarse a medios dónde existe cierto grado de problemas de humedad. En cambio, Reyes *et al.* (2017) obtuvo valores mayores a seis, registrando el valor más bajo en la mezcla de 50% tierra de monte y 50% cáscara de cacao (T3) con 7,36. En este índice es importante obtener valores reducidos pues demuestran que son plantas aptas para condiciones adversas.

En cuanto a los valores del índice de calidad de Dickson, el tratamiento que reflejó un mayor valor fue el T1 (Tierra negra + Arena) con 0,025. A diferencia de los resultados obtenidos por Reyes *et al.* (2017) en su investigación en cuanto a la calidad de plantas de *Gmelina arborea* en diferentes sustratos fue registrada en el T5 (50% tierra de monte + 50% estiércol de ganado) con un valor de 1,00. Morales (2018) evaluó indicadores de calidad en viveros forestales del estado de Tamaulipas, registraron valores de calidad de 0,30 (Vivero Carlos Diez) y 0,24 (Vivero Aldama) en su segunda evaluación.

El índice de lignificación registró un mayor porcentaje en el T1 (Tierra negra + Arena) con un valor de 32,36% mientras que Reyes *et al.* (2017) obtuvo mejores resultados en la mezcla de 100% de tierra de monte (T6) con un 25,36%, valor más destacado a diferencia de los demás tratamientos que aplicó.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- El porcentaje de la sobrevivencia el T1 (Tierra negra + Arena) demostró obtener resultados con mayor eficacia en sobrevivencia ante los demás tratamientos con un porcentaje de 29,67 %.
- Se concluyó que el tratamiento que más influyó en el desarrollo de las plántulas en la mayoría de las variables de la especie *Gmelina arborea* fue el T1 (tierra negra + arena).
- En la evaluación de los índices de calidad el T1 (tierra negra + arena) demostró obtener mayor eficacia en los estándares.

5.2. Recomendaciones.

- El estudio del desarrollo inicial de *Gmelina arborea* es muy importante ya que si se desea realizar una plantación se deben conocer estos factores, por eso se incentiva a realizar investigaciones para tener conocimiento de qué sustrato es mejor para obtener plántulas de calidad y por consiguiente mejores resultados en el crecimiento de la planta en el futuro.
- Por los resultados obtenidos del análisis de varianza el T1 fue el que opto por mayor rendimiento, y se recomienda a realizar más estudios y mezclas con este tipo de sustrato para obtener mejores resultados

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Alvarado, A. (2012). Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. San José: Centro de investigaciones agronómicas.
- Badii, M., Rodríguez, M., Wong, A., Villalpando, P. (2017). *Diseños experimentales e investigación científica*. Innovaciones de negocios, 4(8), 283-330.
- Bravo, A. (2019). *Geminación y crecimiento inicial de Tectona grandis L.f. (Teca) y Gmelina arborea Roxb. (Melina) con dos tipos de sustratos y dos tipos de viales en el cantón Quevedo*. Ingeniería forestal. UTEQ, Quevedo, Ecuador. 78 p
- Burbano , V. (2019). *Repositorio Digital UTEQ*. Obtenido de Desarrollo de plantas de Gmelina arborea aplicando diferentes tratamientos de fertilización a nivel de vivero en el cantón Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3762/1/T-UTEQ-0092.pdf>
- Camino, K. (2012). Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el crecimiento vegetativo del caucho (*Hevea brasiliensis* Will Ex A. Juss) en etapa de vivero en la zona de santo Domingo. Tesis de ingeniería agropecuaria. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo, Ecuador. 82
- Chavelas, J., & Dewall, M. (1988). *Árboles útiles de la parte Tropical de América del Norte*. Washington: Comisión Forestal de América del Norte.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual del protagonista: viveros y semilleros*. Nicaragua: INATEC.
- Jiménez, L. (2016). *Cultivo de Gmelina arborea en el trópico*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- López, C. (2010). *Evaluación de sobrevivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas, 2010*.

Ingeniería forestal. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

Morales, E. (2018). *Indicadores de calidad de planta en viveros forestales del estado de Tamaulipas*. Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 104 p.

OIRSA. (2002). *Producción de sustratos para viveros*. Costa Rica: Vifinex.

Pastor, N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra latinoamericana*, 231-235.

PRONARE. (2000). Períodos de Recolección de Semillas, Almacenamiento y Tratamientos Pregerminativos de las Principales Especies que se Utilizan en el PRONARE. *SERMANAP-PRONARE*, 4.

Reyes, J., Pimienta, D., Rodríguez, J., Fuentes, M., Palomeque, E. (2017). Calidad de planta de *Gmelina arborea* Roxb. producida con diferentes mezclas de sustratos en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 111-130.

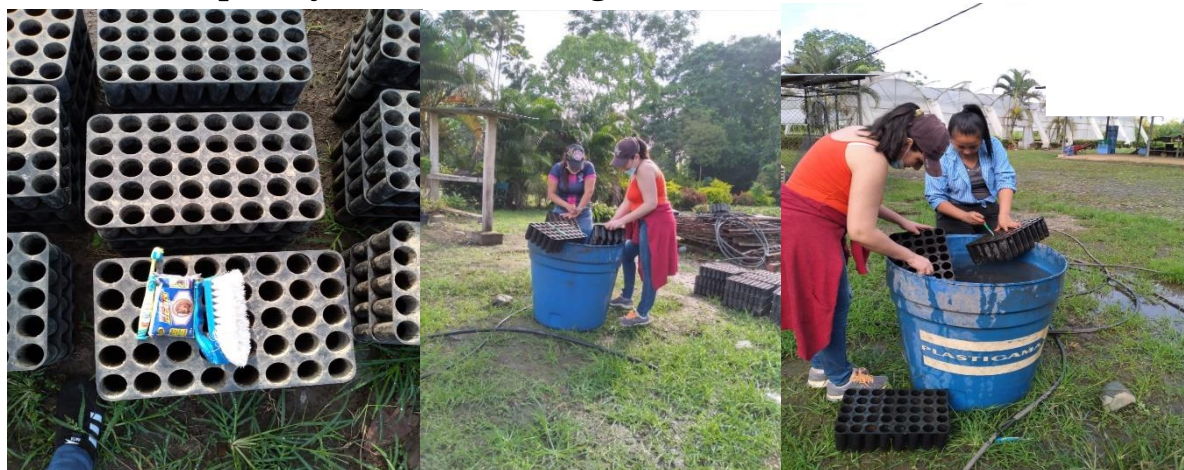
Valencia, V. (2020). *Evaluación del enraizamiento de explantes Gmelina arborea Roxs con el empleo de tres hormonas comerciales y tres sustratos*. Ingeniería forestal. Universidad estatal del sur de Manabí, Jipijapa, Manabí. 59 p.

Vásquez, C., Orozco, L., Rojas, M., Sánchez, M., Cervantes, V. (1997). La ciencia para todos. *La reproducción de las plantas: semillas y meristemos*, Capítulo 3.

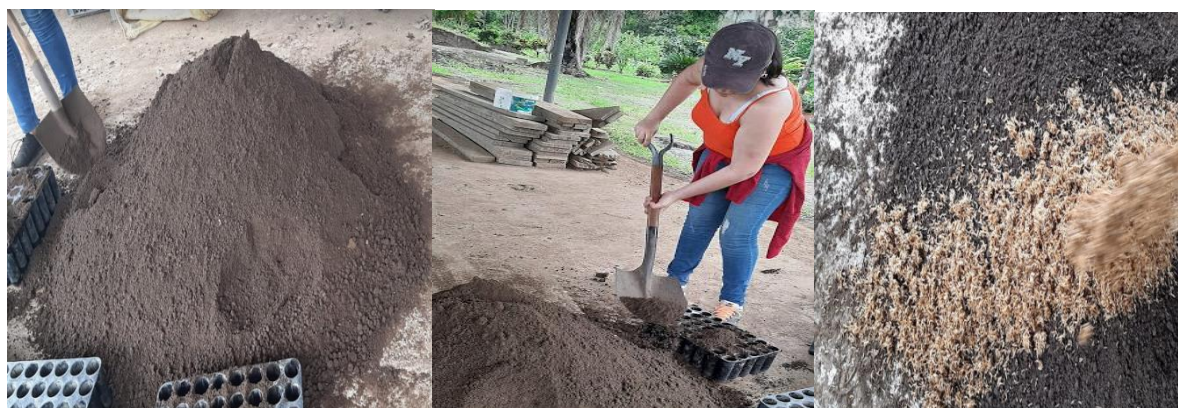
CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Limpieza y desinfección de gavetas.



Anexo 2. Mezcla de los sustratos utilizados en la investigación.



Anexo 3. Germinación y crecimiento de las plantas de *Gmelina arborea* (melina)



Anexo 4. Toma de datos en campo de las plantas de *Gmelina arborea* (melina)



Anexo 5. Conteo de raíces y trabajo de laboratorio.



Anexo 6. Resumen del análisis de varianza.

Tabla 1. Análisis de la varianza porcentaje de sobrevivencia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Porcentaje supervi	12	0.34	0.09	27.80	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	191.58	3	63.86	1.35	0.3256
Tratamiento	191.58	3	63.86	1.35	0.3256
Error	378.67	8	47.33		
Total	570.25	11			

Tabla 2. Análisis de la varianza altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura plántula	12	0.24	0.00	22.93	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.63	3	4.88	0.82	0.5181
Tratamiento	14.63	3	4.88	0.82	0.5181
Error	47.55	8	5.94		
Total	62.19	11			

Tabla 3. Análisis de la varianza diámetro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Diámetro tallo	12	0.17	0.00	25.53	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	3	3.4E-03	0.53	0.6755
Tratamiento	0.01	3	3.4E-03	0.53	0.6755
Error	0.05	8	0.01		
Total	0.06	11			

Tabla 4. Análisis de la varianza longitud de raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud de raíz de las pl..	12	0.64	0.50	6.69	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.75	3	2.25	4.70	0.0356
Tratamiento	6.75	3	2.25	4.70	0.0356
Error	3.83	8	0.48		
Total	10.58	11			

Tabla 5. Análisis de la varianza número de raíces secundarias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Número de raíces secundari..	12	0.58	0.43	27.90	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	156.61	3	52.20	3.76	0.0597
Tratamiento	156.61	3	52.20	3.76	0.0597
Error	111.16	8	13.89		
Total	267.77	11			

Tabla 6. Análisis de la varianza peso húmedo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Peso húmedo de las plantas..	12	0.06	0.00	19.05	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	3	0.03	0.17	0.9133
Tratamiento	0.10	3	0.03	0.17	0.9133
Error	1.51	8	0.19		
Total	1.60	11			

Tabla 7. Análisis de la varianza peso seco

Variable	N		R ²	R ² Aj	CV
Peso seco de las plantas	12		0.26	0.00	26.03
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	3	0.03	0.96	0.4588
Tratamiento	0.08	3	0.03	0.96	0.4588
Error	0.22	8	0.03		
Total	0.30	11			

Tabla 8. Análisis de la varianza índice de robustez

Variable	N		R ²	R ² Aj	CV
Índice de robustez	12		0.10	0.00	31.53
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.02	3	0.34	0.28	0.8372
Tratamiento	1.02	3	0.34	0.28	0.8372
Error	9.61	8	1.20		
Total	10.63	11			

Tabla 9. Análisis de la varianza de calidad de Dickson

Variable	N		R ²	R ² Aj	CV
Índice de calidad de Dicks..	12		0.12	0.00	62.10
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.6E-04	3	5.3E-05	0.37	0.7752
Tratamiento	1.6E-04	3	5.3E-05	0.37	0.7752
Error	1.1E-03	8	1.4E-04		
Total	1.3E-03	11			

Tabla 10. Análisis de la varianza de índice de lignificación

Variable	N		R ²	R ² Aj	CV
Índice de lignificación	12		0.33	0.08	18.95
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	114.30	3	38.10	1.34	0.3291
Tratamiento	114.30	3	38.10	1.34	0.3291
Error	228.09	8	28.51		
Total	342.39	11			