



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

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Forestal

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación del efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con *Moringa oleifera* Lam. en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets.

AUTOR:

MOREIRA CUENCA JUAN MIGUEL

DIRECTOR:

Ing. For. FABRICIO MEZA BONE M.Sc.

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **MOREIRA CUENCA JUAN MIGUEL**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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.

Moreira Cuenca Juan Miguel

C.C. # 2300100522

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. Meza Bone Fabricio Fabián M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Moreira Cuenca Juan Miguel**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Evaluación del efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con *Moringa oleifera* Lam. en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone M.Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE PLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. For. Fabricio Meza Bone M.Sc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Proyecto de investigación titulado “**Evaluación del efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con *Moringa oleifera* Lam. en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets**”, del aspirante a Ingeniero Forestal **Moreira Cuenca Juan Miguel** fue analizado por el sistema URKUND y presentó el 8% de similitud; este porcentaje está considerado dentro de los límites permitidos por el Reglamento e Instructivos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por lo cual el aspirante puede continuar con los trámites pertinentes.

Ing. For. Meza Bone Fabricio Fabián M.Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con *Moringa oleifera* Lam. en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. For. ENRIQUE NIETO PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. For. MARCO HEREDIA PhD
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. For. NICOLÁS CRUZ PhD
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

**QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR
2022**

DEDICATORIA

Este proyecto investigativo se lo dedico con todo amor y cariño a Dios, a mi familia y amigos por ser parte en todo este proceso, por creer en mí capacidad ya que con su apoyo y motivación he logrado a cumplir mis logros propuestos. Gracias a mi universidad por tener una buena experiencia y por permitirme convertirme en un profesional, logrando lo que tanto cada estudiante anhela y desea cumplir. Gracias a cada docente que hizo parte en todo este proceso universitario de formación, que concluye con un grupo de graduados y el desarrollo de las demás generaciones.

Juan Miguel Moreira Cuenca

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios, por brindarme salud y fuerzas cada día para poder continuar en todo este proceso académico y obtener uno de los anhelos más deseados por cada estudiante universitario.

A mis padres, hermano, familia y amigos cercanos, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años para guiarme por el buen camino, gracias a ustedes por confiar en mí y lograr llegar hasta aquí para cumplir y compartir un objetivo más de nuestras vidas.

También deseo expresar mis agradecimientos al M.Sc. Ing. For. Fabricio Meza, por su tiempo y compartir sus conocimientos para guiarnos. De igual manera al Ing. Juan Macías por abrirnos las puertas y permitirnos realizar todo el procedimiento investigativo dentro de su establecimiento.

Finalmente quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias Agropecuaria y los docentes de la carrera de Ingeniería Forestal por su paciencia, dedicación y sus conocimientos compartidos a cada uno de nosotros.

Juan Miguel Moreira Cuenca

RESUMEN

La especie forestal *O. pyramidale* es de gran importancia económica para el país, por ello, es de gran interés en el desarrollo de investigaciones para mantener la productividad de esta especie. El presente trabajo de investigación se lo realizó en el vivero forestal Juanito ubicado en la ciudad de Quevedo. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con *M. oleifera* (M) en la producción de plántulas de *O. pyramidale* a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y, 4 repeticiones por tratamiento, los tratamientos fueron: T1 (1 ml de M/l de agua), T2 (1,5 ml de M/l de agua) y T0 (testigo). Las variables evaluadas fueron: altura (cm), diámetro (cm), número de hojas (N°), peso seco y húmedo (gr), índice de lignificación y robustez (%), biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (gr), índice de Dickson (gr), porcentaje de germinación y sobrevivencia (%). La aplicación de *M. oleifera* con la dosis de 1,5 mL⁻¹⁴ de agua con una altura promedio de 2,58 cm, diámetro de 2,18 cm y 3 hojas es suficientes para presentar el mayor ICD (0,018) frente a los demás tratamientos.

Palabras claves: *O. pyramidale*, *M. oleifera*, jiffy pellets, fertilización, dosificación.

ABSTRACT

The forest species *O. pyramidale* is of great economic importance for the country, therefore, it is of great interest in the development of research to maintain the productivity of this species. This research work was carried out in the Juanito forest nursery located in the city of Quevedo. The main objective of this study was to evaluate the effect of different doses of organic fertilization with *M. oleifera* (M) on the production of *O. pyramidale* seedlings at the nursery level using the jiffy pellet production system. A completely randomized design (DCA) was obtained with 3 treatments and, 4 repetitions per treatment, the treatments were: T1 (1 ml of M/l of water), T2 (1.5 ml of M/l of water) and T0 (witness). The variables evaluated were: height (cm), diameter (cm), number of leaves (N°), dry and wet weight (gr), lignification and robustness index (%), dry aerial biomass/dry root biomass (gr) , Dickson index (gr), percentage of germination and survival (%). The application of *M. oleifera* with a dose of 1.5 mL⁻¹⁴ of water with an average height of 2.58 cm, diameter of 2.18 cm and 3 leaves is enough to present the highest ICD (0.018) against the other treatments.

Keywords: *O. pyramidale*, *M. oleifera*, jiffy pellets, fertilization, dosage.

TABLA DE CONTENIDO

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación	iii
Certificado del reporte de la herramienta de prevención de plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	viii
Astract	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de figuras	xiii
Índice de cuadros	xiii
Índice de anexos	xiii
Código dublín	xiv
Introducción.....	15
1.1 Problemática de la investigación.....	18
1.1.1 Diagnóstico	18
1.1.2 Pronóstico	18
1.1.3 Formulación del problema	18
1.1.4 Sistematización del problema	18
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 General.....	19
1.2.2 Específicos	19
1.3 Justificación	20
2.1 Marco conceptual	22
2.1.1 Vivero	22

2.1.2	Plántula	22
2.1.3	Fertilización	22
2.2	Marco teórico	23
2.2.1	Fertilización	23
2.2.2	Sistema jiffy pellets	25
2.3	Marco referencial	26
2.3.1	<i>Ochroma pyramidale</i>	26
2.3.2	<i>Moringa oleifera</i>	29
2.3.3	Estudios realizados en fertilización con <i>M. oleifera</i>	32
3.1	Localización del estudio	34
3.2	Tipo de investigación.....	34
3.3	Métodos de investigación	34
3.4	Diseño de la investigación	35
3.4.1	Colecta de materiales.....	35
3.4.2	Preparación de los materiales.....	35
3.4.3	Hidratación de los jiffy pellets	36
3.4.4	Trasplante de las plántulas de <i>O. pyramidale</i>	36
3.4.5	Preparación del fertilizante de <i>M. oleifera</i>	36
3.4.6	Control fitosanitario.....	37
3.5	Instrumentos de investigación.....	37
3.5.1	Altura de la planta (cm)	37
3.5.2	Diámetro del tallo (mm)	37
3.5.3	Número de hojas.....	37
3.5.4	Índice de Lignificación.....	37
3.5.5	Índice de robustez.....	38
3.5.6	Biomasa seca aérea/Biomasa seca raíz.....	38
3.5.7	Índice de calidad de Dickson	38

3.5.8	Relación beneficio/costo.....	39
3.6	Recursos humanos y materiales	39
3.6.1	Instrumentos de investigación.....	39
3.6.2	Materiales de campo.....	40
3.6.3	Materiales de oficina	40
4.1	Resultados	42
4.1.1	Efecto de la fertilización orgánica en la altura de <i>O. pyramidale</i>	42
4.1.2	Efecto de la fertilización orgánica en el diámetro de <i>O. pyramidale</i>	42
4.1.3	Efecto de la fertilización orgánica en el número de hojas de <i>O. pyramidale</i>	43
4.1.4	Efecto de la fertilización orgánica sobre el IL de <i>O. pyramidale</i> al cabo de los 45 días	44
4.1.5	Efecto de la fertilización orgánica sobre el IR de <i>O. pyramidale</i> al cabo de los 45 días	45
4.1.6	Efecto de la fertilización orgánica sobre la Biomasa seca aérea/Biomasa de raíz en <i>O. pyramidale</i> al cabo de los 45 días	45
4.1.7	Efecto de la fertilización orgánica en el ICD de <i>O. pyramidale</i>	46
4.1.8	Relación beneficio/costo en plántulas de <i>O. pyramidale</i> al cabo de los 45 días.	47
4.2	Discusión	48
4.2.1	Variables morfológicas en plántulas de <i>O. pyramidale</i>	48
4.2.2	Relación beneficio/costo.....	48
5.1	Conclusiones	50
5.2	Recomendaciones.....	51
6.1	Bibliografía	53
7.1	Anexos de actividades en el vivero	59
7.2	Anexo de muestras de laboratorio.....	62
7.3	Anexos de las variables analizadas	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vivero "Juanito"	34
Figura 2. Altura promedio de la fertilización de <i>O. pyramidale</i>	42
Figura 3. Diámetro promedio de la fertilización de <i>O. pyramidale</i>	43
Figura 4. Número de hojas promedio de la fertilización de <i>O. pyramidale</i>	44
Figura 5. Índice de lignificación promedio de <i>O. pyramidale</i>	44
Figura 6. Índice de robustez promedio de <i>O. pyramidale</i>	45
Figura 7. BSA/BSR promedio de <i>O. pyramidale</i>	46
Figura 8. Índice de Calidad de Dickson promedio de <i>O. pyramidale</i>	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el área experimental.....	35
Cuadro 2. Valores para calificar la calidad de planta con crecimiento normal en especies forestales.....	39
Cuadro 3. Relación beneficio/costo.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Material de Jiffy pellets para la propagación de <i>O. pyramidale</i>	59
Anexo 2. Cama germinativa de <i>O. pyramidale</i> lista para ser trasplantadas	60
Anexo 3. Material listo para ser fertilizado con ayuda de una bomba de mochila	60
Anexo 4. Instalación del material listo para la recolección de datos.....	61
Anexo 5. Recolección de datos morfológicos en los diferentes sustratos	61
Anexo 6, Muestra del T2 listas para los estudios de laboratorio.....	62
Anexo 7. Variable altura.....	63
Anexo 8. Variable diámetro	64
Anexo 9. Variable número de hojas	64
Anexo 10. Variable índice de lignificación	65
Anexo 11. Variable índice de robustez.....	66
Anexo 12. Variable R: BSA/BSR	66
Anexo 13. Variable índice de calidad de Dickson	67

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Evaluación del efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la producción de plántulas de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets
Autor:	Moreira Cuenca Juan Miguel
Palabras clave:	Germinación, Variables morfológicas, Sobrevivencia, Prueba de Turkey
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2022
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>La especie forestal <i>O. pyramidale</i> es de gran importancia económica para el país, por ello, es de gran interés en el desarrollo de investigaciones para mantener la productividad de esta especie. El presente trabajo de investigación se lo realizó en el vivero forestal Juanito ubicado en la ciudad de Quevedo. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de las diferentes dosis de fertilización orgánica con <i>M. oleifera</i> (M) en la producción de plántulas de <i>O. pyramidale</i> a nivel de vivero empleado el sistema de producción jiffy pellets. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y, 4 repeticiones por tratamiento, los tratamientos fueron: T1 (1 ml de M/l de agua), T2 (1,5 ml de M/l de agua) y T0 (testigo). Las variables evaluadas fueron: altura (cm), diámetro (cm), número de hojas (N°), peso seco y húmedo (gr), índice de lignificación y robustez (%), biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (gr), índice de Dickson (gr), porcentaje de germinación y sobrevivencia (%). La aplicación de <i>M. oleifera</i> con la dosis de 1,5 mL⁻¹⁴ de agua con una altura promedio de 2,58 cm, diámetro de 2,18 cm y 3 hojas es suficientes para presentar el mayor ICD (0,018) frente a los demás tratamientos.</p>
Descripción:	
URI:	

INTRODUCCIÓN

La especie forestal *Ochroma pyramidale* es una especie forestal y maderera que posee gran demanda en el mercado internacional. Se cultiva de manera natural y por reforestación, especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador, donde es uno de los recursos forestales y maderables de mayor aprovechamiento; por tal razón es uno de los rubros económicos de importancia en la economía nacional (González *et al.*, 2010). La madera de la balsa tiene una alta demanda a nivel mundial por sus múltiples usos, entre los países que requieren balsa están: Estados Unidos, China, Japón, Rusia, Alemania, Francia, entre otros (Trademap, 2020).

Para Carrera (2012), uno de los problemas que enfrenta los pequeños viveristas a la hora de producir plántulas forestales son los altos costos de producción, debido al uso de insumos externos como los fertilizantes de síntesis química. Sumando a esto, el uso de contenedores o fundas de polietileno generan cantidades exorbitantes de material no biodegradable, a pesar de ser de bajo costo, es muy peligroso causando un grave impacto negativo en el medio ambiente y la agricultura (Jalil *et al.*, 2013).

Por otro lado, el abono orgánico líquido proporciona a través de los nutrientes la disponibilidad de manera rápida y son fácilmente absorbidos por las raíces de las plantas. Además de ser rociado con fertilizante líquido, se puede utilizar directamente rociándolo sobre las hojas o tallos de las plantas (Santoso, 2022).

Estudios demuestran que la *Moringa oleífera* tiene propiedades medicinales, y una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de que lo protege de la erosión, desecación y altas temperaturas (Villarreal *et al.*, 2015).

Estudios demuestran el potencial de la moringa como biofertilizante, según Shm *et al.*, (2017) las aplicaciones foliares al 6% de hoja de moringa mejoró de manera efectiva el cuajado, el rendimiento, el peso de la fruta, la firmeza, el color, el contenido de sólidos solubles, vitamina C, contenido de antocianinas y actividad antioxidante de la ciruela china (*Prunus salicina* Lindl).

El jiffy pellets tiene numerosas ventajas, que puede lograr de manera constante mayores y más elevados niveles de germinación en maceta debido al crecimiento uniforme. El rendimiento de sus plantas será mayor puesto que no es necesario retirar las plántulas del recipiente, la pastilla elimina la alteración de las raíces y solo tiene que realizar la plantación, sin causar impacto en su trasplante (Jiffy Group, 2021). Es por ello, que mediante el presente proyecto de investigación se obtendrá información referencial, sobre los extractos botánicos de la *Moringa oleifera* bajo el sistema jiffy pellets, en la producción de plántulas de calidad de la especie forestal *Ochroma pyramidale*.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problemática de la investigación

1.1.1 Diagnóstico

Existe muy poca información relacionada con la evaluación de plántulas de *O. pyramidale* mediante la utilización de un fertilizante orgánico *M. oleifera* bajo el sistema de jiffy pellets y cómo este influye en el desarrollo inicial de las plántulas a nivel de vivero.

1.1.2 Pronóstico

Se espera obtener resultados claros sobre el efecto del fertilizante en diferentes dosis de *M. oleifera* en las plántulas de *O. pyramidale* de manera orgánica para así, determinar el comportamiento de las plántulas con la aplicación de las diferentes dosis necesarias para un excelente estado en el vivero y sirva para futuras investigaciones mediante el uso de jiffy pellets.

1.1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de un fertilizante orgánico a base de *M. oleifera* en plántulas de *O. pyramidale*?

1.1.4 Sistematización del problema

¿Cómo influye la utilización del sistema de jiffy pellets en plántulas de *O. pyramidale*?

¿Qué efectos presentaran las plántulas de *O. pyramidale* después de aplicarles el fertilizante orgánico?

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Evaluar el efecto de las dosis del fertilizante a base de *M. oleifera* en la producción de plántulas de *O. pyramidale*, empleado el sistema de producción jiffy pellets.

1.2.2 Específicos

- Determinar el efecto de las dosis de extractos de *M. oleifera* sobre las variables morfológicas en plántulas de *O. pyramidale*
- Establecer la relación beneficio/costo bajo las diferentes dosis de fertilización orgánica aplicada en la producción de plántulas de *O. pyramidale*.

1.3 Justificación

O. pyramidale, es una especie forestal de rápido crecimiento, su madera presenta una gran demanda en el mercado internacional, por lo que es necesario la producción de plántulas de calidad, y para ello se requiere que los viveros, tengan conocimientos de la aplicación de nuevos fertilizantes orgánicos y a su vez que sean de bajo costo. El uso de *M. oleifera* como fertilizante mejora las condiciones morfológicas de las plántulas debido a la constitución química que sirve como un bio-estimulador de patógenos. En varias especies agrícolas se han realizado investigaciones, tales como, maíz, algodón, arroz entre otros, aumentando el rendimiento y el beneficio económico de estas especies. Por otro lado, el uso de jiffys pellets es una excelente herramienta para sembrar y germinar semillas de una manera más eficaz, siendo fácil hasta su transportación y siembra. Se busca determinar las dosis correspondientes para el empleo de este sistema de producción en la especie forestal *O. pyramidale* de esta forma mejorando sus rendimientos favoreciendo en gran medida a los diferentes productores y a las personas que se encuentran interesadas en seguir una línea de investigación relacionada a la especie o al tratamiento empleado en ellas, de esta forma generando información que será de gran importancia para futuros proyectos de viveros.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Vivero

Es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas y plántulas. El vivero, es un lugar donde se crían diversas clases de especies vegetales, utilizando para ello los métodos de propagación de plantas conocidos (Reyes, 2015).

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal, se considera como el sitio destinado a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (Jimenez, 2010).

2.1.2 Plántula

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas (Bonilla, Pino y, Logroño, 2014).

En botánica, se denomina plántula al estadio del desarrollo del esporófito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas no cotiledóneas maduras, es decir funcionales (Burés, 2014).

2.1.3 Fertilización

Es el proceso a través del cual se prepara a la tierra añadiendo diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra. Y, por otra parte, a instancias de un contexto médico, especialmente aquel que se ocupa de la reproducción, se designa con el término de fertilización a la fusión de gametos o células sexuales en el curso de la reproducción sexual (Burés, 2014).

Fertilizar es aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos. Los nutrientes aportados mediante materia orgánica y restos de cosecha son útiles, pero se requiere además nutrición mineral asimilables para complementar (Toledo, 1971).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Fertilización

Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. Con los fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo (González y Pomares, 2008).

Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos (FAO y IFA, 2015).

Los fertilizantes ecológicos se pueden clasificar en tres grandes grupos según González y Pomares (2008):

- Abonos para enriquecer el suelo en humus (ricos en carbono y pobres en nitrógeno): estiércol, compost, residuos de cosecha, etc.
- Abonos para suministrar nitrógeno a las plantas (pobres en carbono y relativamente ricos en nitrógeno): desechos de mataderos, guano, purín, gallinaza, etc.
- Abonos verdes, cultivos de cobertura
- Otros materiales

2.2.1.1 Fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes 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 (Fondo para la Protección del Agua, 2010).

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 el 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 (Fondo para la Protección del Agua, 2010).

Las principales fuentes de materia orgánica pueden ser: estiércol de ganadería, compost de origen vegetal, humus de lombriz, abonos verdes y restos de vegetales que pueden enterrarse tras finalizar el cultivo. Cuando se realicen aportes de estiércol de ganado, es importante conocer su procedencia, los residuos urbanos y lodos de depuradoras, debido a que suelen presentar altos niveles de materiales pesados que no se aceptan para la fertilización ecológica (González y Pomares, 2008).

El fertilizante más usado en la agricultura ecológica es el compost, que es un abono natural producido a partir de restos de materia orgánica, generalmente resultado de un proceso de producción propia del agricultor. También se puede usar el compost industrial casero; el vermicompost (humus de lombriz), etc (González y Pomares, 2008).

2.2.1.2 Restos de cosecha

Los restos de cosechas, tales como la paja de cereal, matas de patata, cuellos de remolacha, orujo de uva de aceitunas, pulpas de destilería u otros restos vegetales, cuando provengan de la propia parcela se considera reciclaje. El aporte de nutrientes de los

residuos de cultivo realizados en la misma parcela, se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo suelo y, por lo tanto, no se debe incluir entre las entradas (González y Pomares, 2008).

También podrán emplearse, cuando resulte necesario, las algas marinas, los aminoácidos de origen vegetal y las materias orgánicas líquidas resultantes de la fermentación vegetal, las vinazas y extractos de vinazas y la cal industrial procedente de la extracción de la azúcar de remolacha, los restos de aserrín de frondosas (para añadir compost) y cenizas de maderas, son también materiales útiles en agricultura ecológica (González y Pomares, 2008).

2.2.1.3 Los abonos verdes

Son cultivos de diferentes familias, cuya biomasa se incorpora en verde al suelo. Con los abonos verdes, además del aporte de humus derivado de la descomposición de la materia vegetal enterrada, se puede conseguir un incremento de la actividad microbiana del suelo. Y cuando se incluyen plantas de leguminosas, además de los beneficios anteriores, se puede conseguir una aportación importante de nitrógeno atmosférico mediante la fijación simbiótica (González y Pomares, 2008).

2.2.2 Sistema jiffy pellets

Las jiffy pellets son un recipiente de malla y pared abierto y un medio «todo en uno». Resulta muy fácil trabajar con ellas, su envío es económico (ya que se suministran en discos secos ligeros y muy comprimidos) y se trasplantan bien, tanto en recipientes más grandes como directamente en el suelo (Jiffy Group, 2021).

Una calidad consistente se traduce en resultados homogéneos. El rendimiento de sus plantas será mayor puesto que no es necesario retirar las plántulas del recipiente, por lo que la pastilla elimina la alteración de las raíces y solo tiene que realizar la plantación del siguiente paso de crecimiento sin el impacto que supone un trasplante. Estos ciclos de crecimiento más cortos también implican un ahorro de trabajo y una reducción en el

consumo de agua considerable. Las jiffy pellets son una elección sensata para los propagadores profesionales que quieran mayor rentabilidad (Jiffy Group, 2021).

- Germinación mejor y más rápida
- Reducción del trabajo
- Reducción del consumo de agua

Las pastillas están hechas ya sea con 100% de turba, con una mezcla de turba y sustrato de coco certificado por RHP (fundación sin fines de lucro y ha sido el centro de conocimiento europeo para sustratos de cultivo desde 1963) de fabricación propia de jiffy o con un sustrato 100% de coco. La mayoría de las jiffy pellets están disponibles precargadas en varias bandejas estándar para Europa o Norteamérica, así como en Poly-roll (pastillas colocadas previamente en un rollo) o como pastillas a granel para colocar en bandejas industriales estándar. Las pastillas 100% de turba y las pastillas con mezcla de fibra de coco y turba tienen el medio expuesto a un secado rápido a alta temperatura para crear un sustrato estéril (Jiffy Group, 2021).

2.3 Marco referencial

2.3.1 *Ochroma pyramidale*

De acuerdo con John K. Francis la *O. pyramidale* es conocido comúnmente como balsa, guano, corcho, lana, pau de balsa y bois flot, es un árbol de amplia distribución. Esta especie de crecimiento rápido produce una madera de muy baja densidad que se usa para juguetes, artesanías, chapa de interiores y material aislante (Doria, 2010).

La especie no es resistente a heladas y presenta la siguiente descripción taxonómica:

Nombre científico:	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.ex Lamb.) Urb
Nombre común:	Balsa, balso, ceiba de lana.
Familia:	Bombacaceae.

2.3.1.1 Descripción botánica de la especie

Es un árbol perennifolio, de 15 a 30 m (hasta 35 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 20 a 40 cm (hasta 60 cm). Copa ancha, abierta, redondeada o irregular. Hojas dispuestas en espiral, simples; láminas de 13 cm x 13 cm a 35 cm x 35 cm, grandes, casi redondas, acorazonadas, margen entero; nervios principales 7 a 9, muy prominentes en el envés, pecíolo café rojo. Tronco recto y cilíndrico, con raíces tubulares pequeñas en los troncos grandes (contrafuertes). Pocas ramas gruesas ascendentes, extendidas y distanciadas. La corteza es externa lisa con algunas cicatrices lineales protuberantes, parda a pardo grisácea, con lenticelas pequeñas, suberificadas y protuberantes. Interna de color crema amarillento a rosado, cambiando a pardo rosado, fibrosa (Conabio, 2005).

Los frutos son cápsulas de 15 a 25 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, verdosas semileñosas, negras cuando maduran, alargadas, con 8 a 10 costillas longitudinales prominentes, muestran ranuras y están divididas en 5 partes; conteniendo de 500 a 800 semillas. Las semillas elongadas muy pequeñas, de 2.5 a 4 mm de largo por 1 a 1.5 de ancho, que presentan un extremo acuminado, son muy ligeras, morenas, opacas, rodeadas por un abundante vello sedoso de color café amarillento (Conabio, 2005).

2.3.1.2 Hábitat de la especie

Se desarrolla en laderas y en sitios abiertos como claros de bosques y orilla de caminos. Crece a lo largo de las riberas de los ríos. Se le encuentra en zonas de litoral húmedo. Clima tropical muy uniforme. En su hábitat natural la temperatura máxima es de 27 °C y la mínima de 22° C. Precipitación anual de 1,300 mm aproximadamente. Prospera en terrenos apropiados, no muy profundos y algo calizos. En suelos derivados de materiales calizos, metamórficos e ígneos. Crece en margas ricas preferiblemente arcillosas y húmedas. Se desarrolla muy bien en suelos que han sido sometidos a quemas (Conabio, 2005).

2.3.1.3 Silvicultura

Necesita de suelos arcillosos, limosos y bien drenados, esta especie demanda una rica provisión de nutrientes, en cuanto a luminosidad, es heliófita por lo que no tolera la

sombra, la regeneración natural de la balsa es buena, se la encuentra en bosques secundarios como una especie pionera y raras veces se la encuentra en bosques primarios, usualmente situada en claros grandes que son formados por árboles caídos (Ecuador forestal, 2010).

2.3.1.4 Manejo de semilla y germinación

Los frutos de *O. pyramidale* se recolectan entre los meses de febrero y abril. La madurez se reconoce por su color, dehiscencia y dispersión. Para la germinación, las semillas se siembran por medio de surcos y pueden ser dispersadas al voleo en una mezcla de tierra más arena. Luego deben cubrirse superficialmente con el mismo tipo de sustrato. La germinación se experimenta de 8 a 54 días posteriores a la siembra. El porcentaje de germinación varía de 60 a 84%, según la calidad de la semilla. Las plántulas se encuentran listas para su repique o trasplante, bajo el sistema de producción en bolsa plástica, a las dos semanas posteriores a la germinación. En cuanto al mantenimiento, es recomendable aplicar fertilización química u orgánica cuando las plántulas sobrepasen los 12 cm de altura (Rojas & Torres, 2009).

2.3.1.5 Propiedades tecnológicas

La madera de balsa es una madera tropical con características óptimas para su fácil trabajabilidad. Presenta el peso más liviano entre todas las maderas tropicales y del mundo, entre 100 a 200 kg/m³, esta madera es cotizada mundialmente por poseer una resistencia mecánica relativamente elevada en relación con su peso liviano, la madera puede ser cortada y cepillada con facilidad mediante herramientas cortantes delgadas y agudas, volviéndose afelpadas o desmoronada si los filos de las herramientas son muy gruesos o se encuentran embotados (Carrera, 2012).

2.3.1.6 Propiedades físicas y mecánicas

La principal propiedad de la madera es la relación entre su peso extremadamente liviano y su alta resistencia y estabilidad, siendo ésta su cualidad y ventaja más destacada. Como características organolépticas la madera presenta una veta suave, textura fina, grano recto,

lustre mediano, sin olor o sabor reconocibles, duramen de color rojo o marrón y albura blanquecina, amarillenta o rosada; siendo esta la parte de la que se extrae la mayor cantidad de madera (Carrera, 2012).

2.3.1.7 Importancia económica

Es una especie de gran demanda en el mercado internacional. Las personas le dan una infinidad de usos, que van desde la artesanía, la marquetería hasta el aeromodelismo. En la actualidad se utiliza la madera para tableros “listoneados” alivianados. Es un árbol que tiene un crecimiento muy rápido por lo que produce una madera de baja densidad, la más baja de las maderas comerciales en el mundo. La industria nacional exporta en bloques encolados, tableros y madera cepillada (Ecuador forestal, 2010).

Las plantaciones de balsa son una excelente opción para el inversionista a corto plazo, ya que la producción es muy rentable y el turno de aprovechamiento es de apenas 4 a 6 años, según la calidad del sitio (Ecuador forestal, 2010).

2.3.1.8 Usos

Esta madera es utilizada en equipos salvavidas, flotadores para pescar, paneles de tipo emparedado para aviación, aeromodelismo, para maquetas y boyas; como aislante eléctrico, térmico y vibratorio. Utilizado para alivianar tableros listoneados (Ecuador forestal, 2010).

2.3.2 *Moringa oleifera*

2.3.2.1 Características

Moringa oleifera, es un árbol perteneciente a la familia Moringaceae, es nativo de las estribaciones meridionales del Himalaya y en la actualidad se cultiva prácticamente en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo. Puede crecer en condiciones de escasez de agua, pero su cultivo intensivo, con irrigación y fertilización, aumenta los rendimientos de biomasa hasta superar las 100 toneladas por hectárea (Foidl

y otros, 2001). Se conoce por diferentes nombres vernáculos, tales como: marango, moringa, resedá, árbol de rábano, árbol de la baqueta, ángela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol "ben", árbol de la vida y árbol de los milagros (Fuglie, 2001). Este último nombre es una medida de la importancia de esta planta para solucionar problemas de salud que, de otra manera, podrían considerarse incurables (Martín, y otros, 2013).

Por otra parte, también se ha usado como fertilizante, agente de limpieza, combustible biológico (biogás, biodiesel), clarificador de miel y del jugo de la caña de azúcar, así como pesticida; asimismo, la pulpa se emplea para hacer papel prensa y papel celofán. También se usa como floculante, al purificar el agua y reducir su turbidez y la contaminación bacteriana; como planta ornamental, por su forma atractiva, se pueden utilizar como árboles de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva, incluso como cortavientos (Bonal y otros, 2012).

El efecto coagulante de la semilla también se ha empleado en la preparación de quesos. Cabe destacar su uso melífero, pues su flor es una importantísima fuente de polen y néctar para las abejas. De la corteza se obtienen fibras aptas para elaboración de cuerdas, sogas, esteras y felpudos, así como una goma; a su vez, de esa goma y corteza se extraen taninos para la industria del curtido de las pieles. Evita la erosión del suelo y en este sentido se recomienda para recuperación de estos en zonas áridas y semiáridas (Bonal y otros, 2012).

2.3.2.2 Establecimiento

Usualmente *M. oleifera* es propagada por semilla; sin embargo, estos métodos convencionales, aunados a la falta de metodologías más eficientes de propagación (aplicación de tratamientos pre germinativos), no siempre resultan satisfactorios. Por lo tanto, es inminente la necesidad de establecer técnicas de producción de *M. oleifera* eficientes y de bajo costo para satisfacer la alta demanda en productos naturales. La calidad de las plántulas depende del tipo de sustrato y la aplicación de fertilizantes, donde se desarrollan, en particular de sus características físico-químicas (Villarreal y otros, 2015).

Por su parte, se considera necesario usar en los sustratos algún componente que aporte nutrientes para el crecimiento de las plantas, además del soporte adecuado. Una opción para cubrir dichas necesidades específicas lo constituyen la aplicación de los fertilizantes N, P, K, que presentan una mayor capacidad de retención de humedad y de crecimiento de las plántulas. Estas características físicas y químicas las hacen un sustrato atractivo en la agricultura (Villarreal *et al.*, 2015).

2.3.2.3 Origen y distribución

Es originario de la India, Pakistán, Asia Menor, Arabia y África, pero se ha extendido hacia otras regiones como Filipinas, todo el continente Americano y El Caribe. En muchas de estas regiones, el consumo está arraigado en la cultura popular debido a las propiedades curativas que se le atribuyen (Anwar, Latif y, Ashraf, 2007).

2.3.2.4 Propiedades y beneficios

Es considerada un antibiótico natural, es una planta con múltiples usos y beneficios medicinales. Sus propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes y cardiovasculares la hacen útil en el tratamiento de diversas enfermedades:

Refuerza el sistema inmunológico: es rica en fitonutrientes que son eficaces para ayudar a construir un sistema inmunológico sólido, imprescindible en la lucha contra las enfermedades. Ayuda en la mejora de la respuesta inmune celular, el número de leucocitos totales y anticuerpos.

Antibacteriana: propiedades antibióticas y antibacterianas, y ejerce efectos inhibitorios sobre el crecimiento de diversos patógenos de forma natural.

Antioxidante: gracias al contenido de quercetina y ácido clorogénico, la moringa aporta una cantidad de antioxidantes muy elevada. Estos ayudan a combatir la oxidación generada por los radicales libres que daña las células, asociadas a los procesos de envejecimiento y enfermedades degenerativas.

2.3.3 Estudios realizados en fertilización con *M. oleifera*

Shahzad (2016), luego de hacer un estudio recopilatorio de información señala que las hojas de *M. oleifera* son ricas en muchos componentes que pueden ser útiles para promover el crecimiento de la mayoría de las plantas, cuando se aplica el extracto de hojas de *M. oleifera* en una dosis óptima, este aumenta el crecimiento, alivia el estrés biótico y el abiótico y algunas veces mejora la calidad y el rendimiento de la producción.

Este mismo autor probó el extracto de *M. oleifera* en una gran cantidad de cultivos (maíz, algodón, arroz, colza, guisantes, zanahorias, rábano, tomate, girasol, entre otros) y en todos los experimentos los rendimientos económicos aumentaron de un 13 a un 40%. También evaluó la aplicación foliar para aumentar la tolerancia de varios cultivos a distintos tipos de estrés tales como salinidad, sequía y calor y en todos los casos siempre hubo un aumento en el rendimiento.

En otra investigación Foidl, Makkar y, Becker (2001), reportaron inicialmente que las hojas de *M. oleifera* son ricas en muchas hormonas del crecimiento, antioxidantes y minerales, y que una solución acuosa diluida (elaborada a partir de hojas tiernas de *M. oleifera*) puede aumentar el rendimiento de muchos cultivos en un 25 – 35%.

En un estudio de investigación propuesto por Afzal *et al.*, (2012), donde indaga sobre el potencial del extracto de hoja de *M. oleifera* en la preparación de semillas para mejorar el vigor de maíz de primavera sembrado a baja temperatura, la preparación fue de MLE (3% p/v) y se comparó con otros agentes. El cebado de MLE fue el más eficaz mejorando la tasa de germinación y el subsiguiente crecimiento de las plántulas. Este mayor rendimiento también redujo el tiempo al 50% de germinación, tiempo medio de germinación y mayor germinación final. El crecimiento de plántulas mejoró después de la preparación de la semilla con MLE tanto en longitud y pesos máximos de plántulas frescas y secas en comparación con las semillas de control a las plántulas mejoradas de maíz se atribuye un mejor contenido de clorofila, actividad de amilasa y contenido de azúcar en condiciones frescas.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización del estudio

El proyecto de investigación se realizó dentro de las instalaciones del vivero agroforestal “Juanito” que se encuentra ubicado en la comunidad Luis Felipe del cantón Quevedo en el km 5 1/2, y vía a El Empalme a 100 metros de la vía al cantón Mocache y a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo extensión La María.



Figura 1. Vivero "Juanito"

3.2 Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación fue de tipo experimental, misma que se realizó en un vivero forestal que se encuentra ubicado en el cantón Quevedo provincia de Los Ríos, en el estudio se evaluaron las variables dasométricas con las cuales se logró identificar el comportamiento que obtuvieron las plántulas de *O. pyramidale* con la aplicación de dos tipos de fertilizantes de origen químico y orgánico.

3.3 Métodos de investigación

En el estudio se empleó el método deductivo que ayudó a deducir cuál de los tratamientos aplicados brindó el mejor rendimiento en las plántulas de *O. pyramidale*. Así mismo mediante la recopilación de información permitió facilitar la realización del proyecto de investigación.

3.4 Diseño de la investigación

En el presente estudio se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones, donde las dosis de fertilización a base de extracto de moringa fueron los tratamientos. Se utilizaron para cada unidad experimental 50 semillas, teniendo un total de 200 semillas por tratamiento. En la recolección de variables morfológicas se tomó en cuenta 3 plántulas por repetición.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el área experimental

Tratamientos	Dosis	Repeticiones
T0	Sin ninguna aplicación	4
T1	Sistema Jiffy + M5 (Moringa 5 glt-1 H2O)	4
T2	Sistema Jiffy + M10 (Moringa 10 glt-1 H2O)	4

Para el presente proyecto de investigación se utilizó las siguientes variables de respuestas a las dosis del fertilizante orgánico.

3.4.1 Colecta de materiales

Las semillas fueron recolectadas de árboles semilleros de alta calidad de fincas con plantaciones de *O. pyramidale* y el sustrato jiffy pellets fue otorgado por el Ing. Juan Macías propietario del vivero “Juanito”.

3.4.2 Preparación de los materiales

Se realizó un huerto semillero el día 12 de septiembre del 2021 donde se colocaron las semillas de *O. pyramidale* para su posterior germinación y trasplante a los 8 días, el sustrato se desinfectó correctamente con cipermetrina al igual que la cama base en donde se colocaron los jiffy pellets.

3.4.3 Hidratación de los jiffy pellets

En primer lugar, ubicar correctamente el jiffy pellets en la cama base con un pequeño espacio de 50 unidades por cada repetición. Después se regó con suficiente agua para mantener bien humectado, tras unos 15 minutos el jiffy pellets absorbió el agua necesaria y aumentó su tamaño. Una vez realizado este proceso, el jiffy pellets se obtuvo la humedad idónea para un correcto trasplante.

Por último, se comprobó que con el agua caliente o hervida el jiffy pellets aumenta su tamaño rápidamente en tan solo 2 minutos.

3.4.4 Trasplanté de las plántulas de *O. pyramidale*

A los 8 días de germinación de las semillas de *O. pyramidale* se procedió a realizar el trasplante de las plántulas hacia el jiffy pellets. Primero se recolectó del semillero las 600 pequeñas plántulas con mucho cuidado escogiendo las de mejor tamaño con sus 2 hojas abiertas, luego con la ayuda de un pequeño pincho se procedió a realizar un pequeño agujero con una profundidad de 3 a 5 cm en la parte superior del jiffy pellets para colocar con cuidado las plántulas y tapar bien sin dañar la malla de recubrimiento del jiffy pellets. Por último, se regó con Maxim (insecticidad-fungicidad) para evitar cualquier insecto u hongo que afecte las plántulas.

3.4.5 Preparación del fertilizante de *M. oleifera*

Se recolectaron hojas de *M. oleifera* frescas, se lavaron las hojas para eliminar alguna impureza, luego se procedió a establecer las relaciones para los tratamientos, pesando 5 gr por litro de agua; y 10 gr por litro de agua. En diferentes recipientes se hirvió el agua, una vez que alcanzó el punto de ebullición se retiró el recipiente del fuego para ser mezclado con las hojas de *M. oleifera*. El producto se dejó reposar para ser aplicado al siguiente día. Las aplicaciones del producto se realizaron con un spray al cabo de los 15, 30 y 45 días después del trasplante de las plántulas de *O. pyramidale*,

3.4.6 Control fitosanitario

El vivero no contaba con una cubierta total para aislar las plantas de diferentes insectos o roedores, solamente contaba con una cubierta parcial para el control de la iluminación solar u horas luz, por lo que las plántulas son susceptibles a plagas y enfermedades. Para el control de ciertas plagas (larvas de langosta) se utilizó Máxim.

3.5 Instrumentos de investigación

3.5.1 Altura de la planta (cm)

Para esta variable se empleó una regla graduada en centímetros, se determinó midiendo desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de las plantas de *O. pyramidale*. Para esto se debe determinar evaluando todas las plantas y sacando un promedio sobre la altura total.

3.5.2 Diámetro del tallo (mm)

Se utilizó un calibrador para la evaluación de esta variable.

3.5.3 Número de hojas

Se realizó mediante un conteo manual a cada una de las hojas de cada una de las repeticiones y tratamientos.

3.5.4 Índice de Lignificación

El índice de lignificación determina el porcentaje de peso seco, para esto debe tener una relación con el contenido de agua en las plantas, lo cual expresa el nivel de pre-acondicionamiento de las plantas. Es una medida que expresa el grado de pre-acondicionamiento o endurecimiento de las plantas. El cálculo de este índice se realizó aplicando la siguiente ecuación (Santos, 2014):

$$IL = \left[\frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right] 100$$

3.5.5 Índice de robustez

El índice de robustez es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm); es un indicador de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos y su valor debe ser menor a seis. Un valor inferior indica una mejor calidad de la planta, arbolitos más robustos, bajos y gruesos son más aptos para sitios con limitación de humedad; valores superiores a seis sugieren una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados (Prieto *et al.*, 2009).

Se determina con la siguiente ecuación:

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}$$

3.5.6 Biomasa seca aérea/Biomasa seca raíz

Para la obtención de los resultados de Biomasa Aérea Seca (BSA) y la Biomasa Seca Raíz (BSR). Se empleó la siguiente fórmula:

$$R: BSA/BSR = \frac{BSA(gr)}{BSR (gr)}$$

3.5.7 Índice de calidad de Dickson

Se define entre cuanto mayor sea el valor del índice, mejor es la calidad de la planta. Se calcula integrando los valores del peso seco total, el índice de esbeltez y la relación parte aérea/raíz de la planta. Este índice junto con el índice de lignificación, son indicadores que permiten determinar la calidad de la planta producida (Santos, 2014).

El Índice de calidad de Dickson se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de calidad Dickson} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

Cuadro 2. Valores para calificar la calidad de planta con crecimiento normal en especies forestales

VARIABLES	Calidad e intervalo		
	Baja	Media	Alta
Altura (cm)	< 10.0	10.0 – 14.9	15.0 – 25.0
Diámetro basal (mm)	< 2.5	2.5 – 3.9	≥ 4.0
Robustes	≥ 8.0	7.9 – 6.0	< 6.0
Índice de calidad de Dickson	< 0.20	0.49 – 0.20	≥ 0.50
Índice de lignificación	< 10.0	10.0 – 11.32	≥ 11.33

3.5.8 Relación beneficio/costo

Se realizó la comparación a través de un análisis económico usando los costos y beneficios reflejados, tomando como base el precio de las semillas, valor de la plántula y el establecimiento del vivero.

$$B/C = \frac{\text{Ingreso Total}}{\text{Costos Total}}$$

3.6 Recursos humanos y materiales

3.6.1 Instrumentos de investigación

- Semillas de *O. pyramidale* obtenidas de árboles semilleros de una plantación ubicada en el cantón Quevedo y pastillas del sistema jiffy pellets.

3.6.2 Materiales de campo

- Hojas de campo
- Fertilizante *M. oleifera*
- Regla
- Calibrador
- Bomba
- Lapicero
- Cámara fotográfica
- Machete
- Estacas
- Carreta
- Letreros
- Pala
- Sustrato

3.6.3 Materiales de oficina

- Computadora
- Hojas A4
- Memoria USB
- Impresora
- Carpeta

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Efecto de la fertilización orgánica en la altura de *O. pyramidale*

Al realizar el análisis de la variable altura de plántulas, se determinó en las plántulas evaluadas a los 30 días, presento diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), siendo el T2 el mejor resultado (2,58 cm), seguido del T1 (1,82 cm); y el T0 (1,18 cm) respectivamente (ver figura 1).

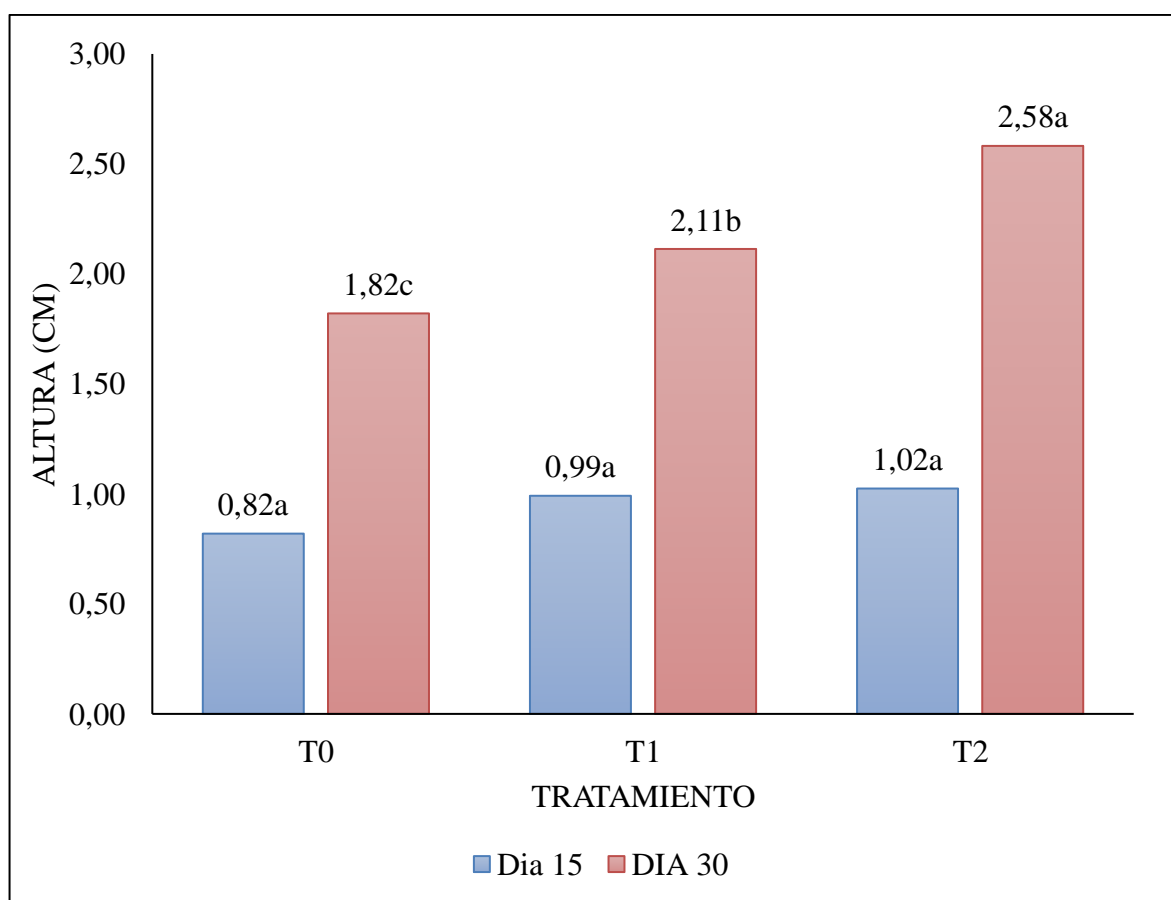


Figura 1. Altura promedio de la fertilización de *O. pyramidale*

4.1.2 Efecto de la fertilización orgánica en el diámetro de *O. pyramidale*

Al efectuar el análisis de la variable diámetro de plántulas a los 30 días, no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), en las

plántulas de *O. pyramidale*. Sin embargo, el mejor promedio lo presentó el tratamiento T2 (2,18 mm), seguido del T1(2,11mm); y el T0 (2,00) respectivamente (ver figura 2).

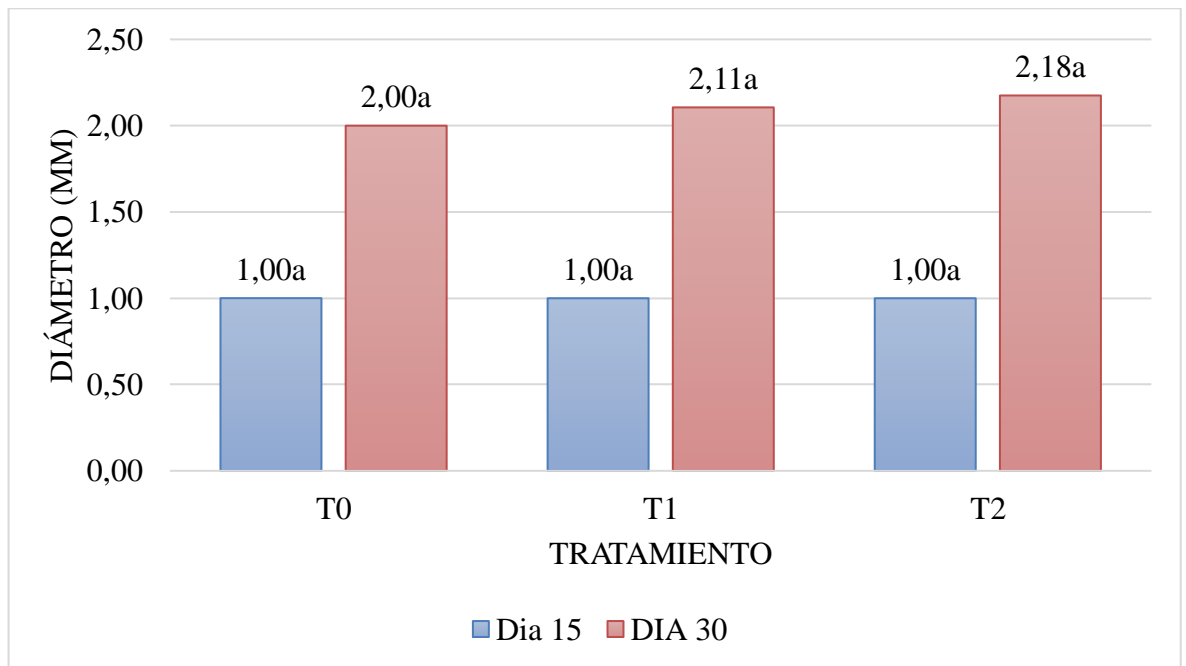


Figura 2. Diámetro promedio de la fertilización de *O. pyramidale*

4.1.3 Efecto de la fertilización orgánica en el número de hojas de *O. pyramidale*

Para el número de hojas en las plántulas de *O. pyramidale* a los 15 y 30 días no se presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), se determinó que no existió diferencia significativa en los ninguno de los tres tratamientos (ver figura 3).

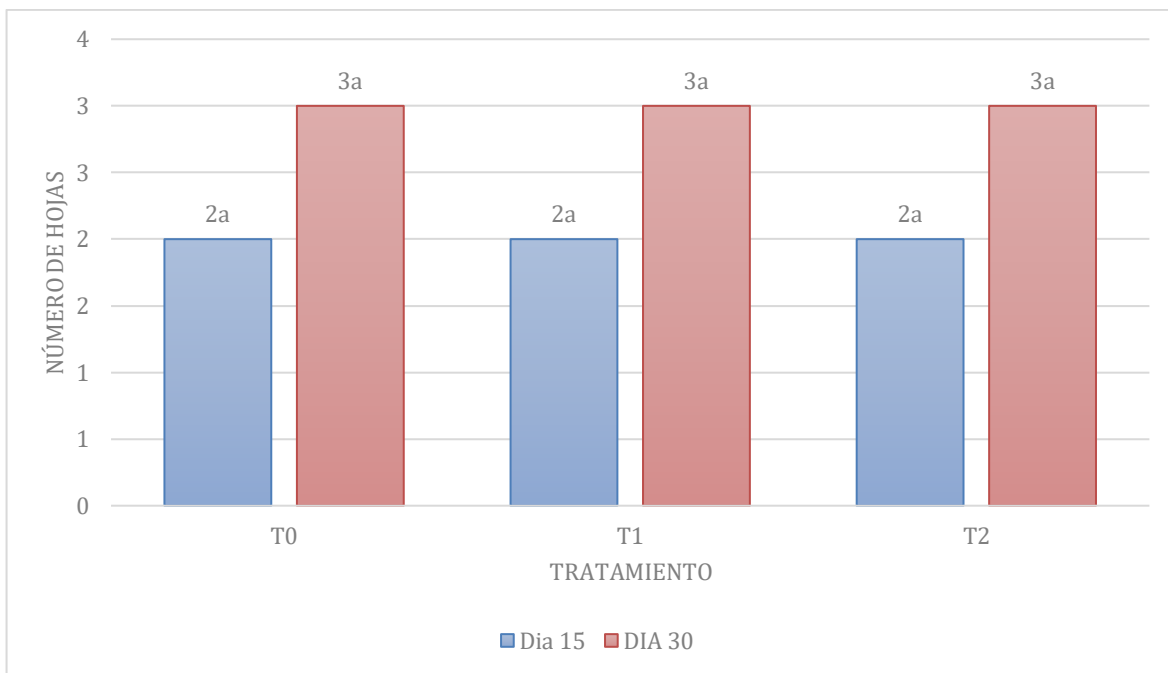


Figura 3. Número de hojas promedio de la fertilización de *O. pyramidale*

4.1.4 Efecto de la fertilización orgánica sobre el IL de *O. pyramidale* al cabo de los 45 días

Para el Índice de Lignificación al cabo de los 45 días, presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados ($P > 0.05$), siendo el T2 quien presentó el mayor índice de lignificación (19,93), seguido del T1 (12,52); y el T0 (12,25) respectivamente (ver figura 4).

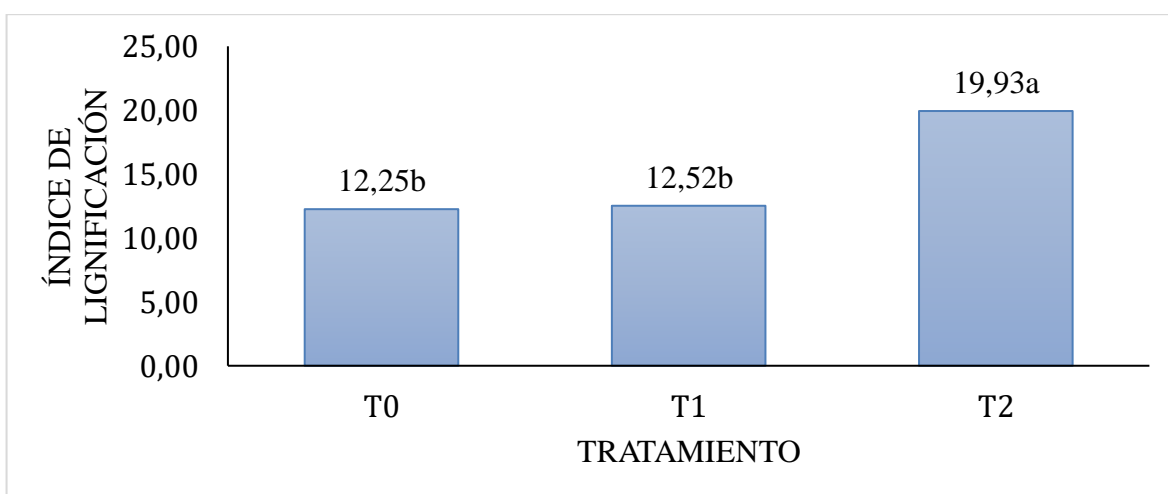


Figura 4. Índice de lignificación promedio de *O. pyramidale*

4.1.5 Efecto de la fertilización orgánica sobre el IR de *O. pyramidale* al cabo de los 45 días

En el Índice de Robustez al cabo de los 45 días, presentó diferencias estadísticas significativa ($P > 0.05$), siendo el T0 quien presentó el mayor índice de robustez (4,88), seguido del T1 (4,17); y el T2 (2,73) respectivamente (ver figura 5).

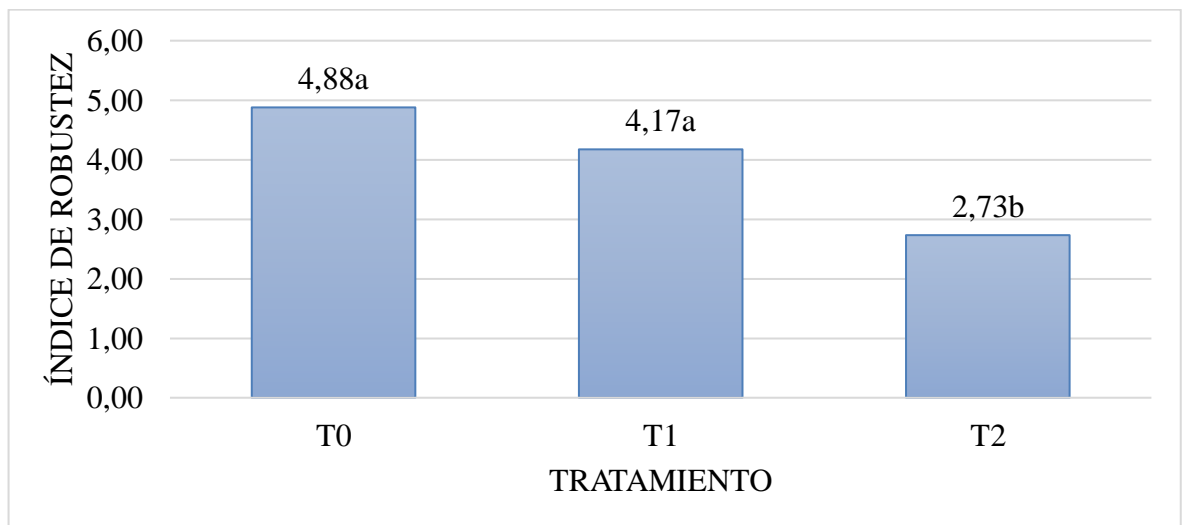


Figura 5. Índice de robustez promedio de *O. pyramidale*

4.1.6 Efecto de la fertilización orgánica sobre la Biomasa seca aérea/Biomasa de raíz en *O. pyramidale* al cabo de los 45 días

En la variable de Biomasa seca aérea/Biomasa seca de raíz en *O. pyramidale* al cabo de 45 días; hubo diferencias significativas ($P > 0.05$), siendo el T2 (2,7782), seguido del T0 (1,5705); y el T1 (1,5094) respectivamente (ver figura 6).

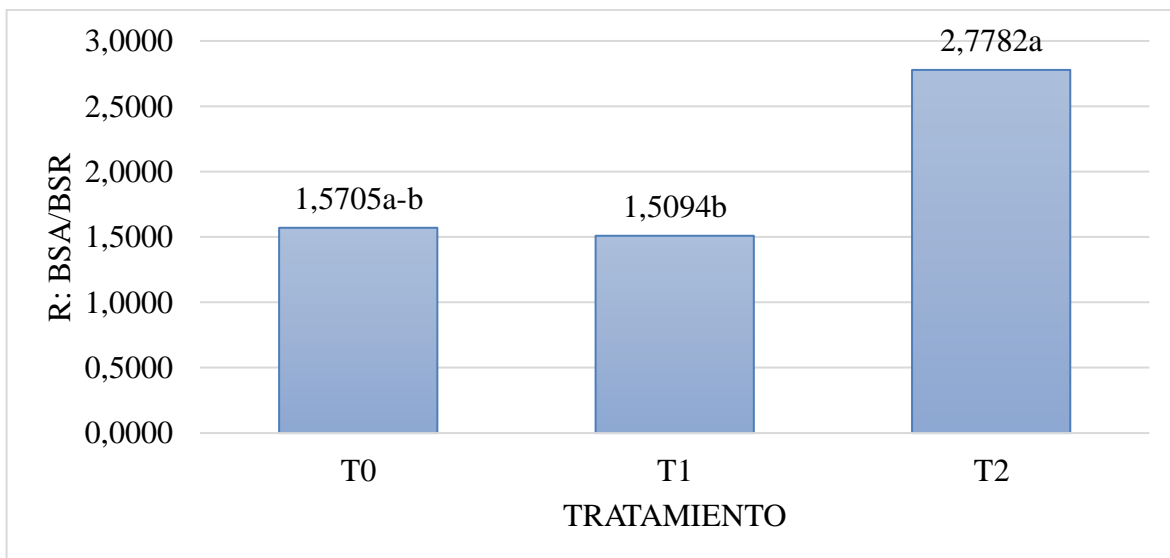


Figura 6. BSA/BSR promedio de *O. pyramidale*

4.1.7 Efecto de la fertilización orgánica en el ICD de *O. pyramidale*

En la variable de Índice de Calidad de Dickson en las plántulas se observó que no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), siendo el T2 (0,018), seguido del T1 (0,018); y por último el T0 (0,016) (ver figura 7).

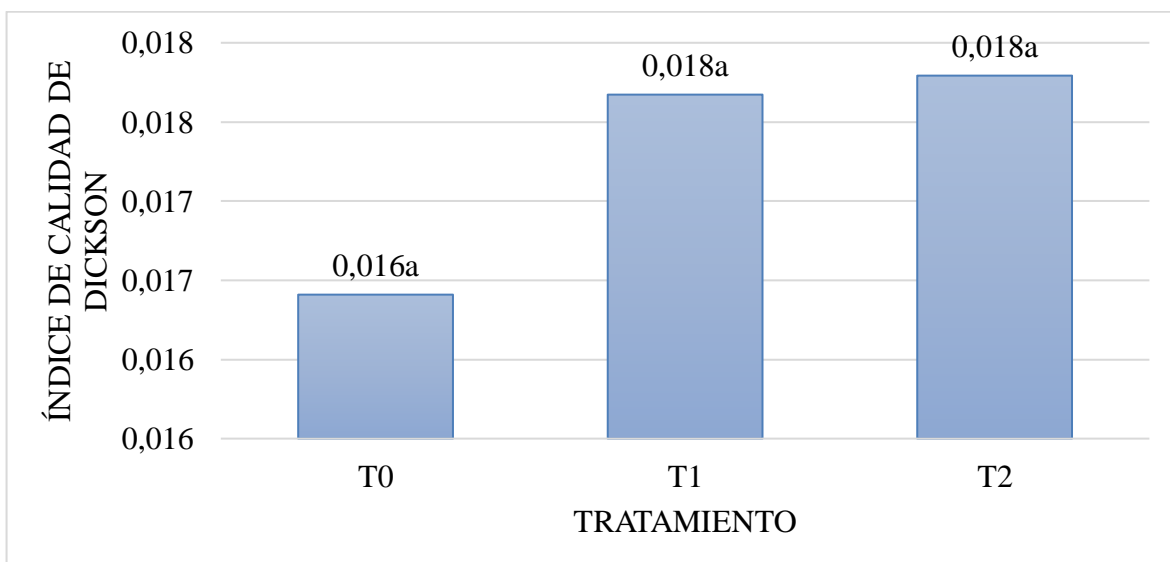


Figura 7. Índice de Calidad de Dickson promedio de *O. pyramidale*

4.1.8 Relación beneficio/costo en plántulas de *O. pyramidale* al cabo de los 45 días

Luego de realizar la relación beneficio/costo de la aplicación de *M. oleifera* como fertilizante orgánico y Jiffy Pellets para la producción de plántulas de *O. pyramidale*, los datos muestran que los costos totales de producir plántulas para el T2 son de \$30,72 dólares, el T1 \$30,22 dólares y el T0 \$29,72 dólares. En este sentido, la mejor relación beneficio/costo fue para el T0 (\$1,32); seguido del T1 (\$1,32), y el T2 (\$1,30) respectivamente, cuadro 4.

Cuadro 3. Relación beneficio/costo

COSTOS	TRATAMIENTOS		
	T0	T1	T2
Semilla <i>O.pyramidale</i>	4,00	4,00	4,00
jiffy pellets	3,67	3,67	3,67
Hojas <i>M. Oleifera</i>	0,00	0,50	1,00
Maxim	5,00	5,00	5,00
Cipermetrina	2,25	2,25	2,25
Rótulos	1,50	1,50	1,50
Tijeras	0,50	0,50	0,50
Bolsas de papel	0,30	0,30	0,30
Calibrador	2,00	2,00	2,00
Regla	0,50	0,50	0,50
Movilización	10,00	10,00	10,00
COSTO TOTAL	29,72	30,22	30,72
N° Plantas por tratamiento	200	200	200
Valor unitario por planta en mercado	0,20	0,20	0,20
Total ingresos	40,00	40,00	40,00
Beneficio Neto	10,28	9,78	9,28
Relación beneficio costo	1,34	1,32	1,30
Rentabilidad (%)	134	132	130

4.2 Discusión

4.2.1 Variables morfológicas en plántulas de *O. pyramidale*

La fertilización orgánica a base *M. oleifera* logró influir sobre algunos atributos morfológicos debido a las hormonas de crecimiento como auxinas y giberelina; estudios demuestran que el uso de los extractos acuosos de *M. oleifera* en cultivos agrícolas aplicados en la etapa de floración mejoraron los contenidos químicos como antocianinas (Alvarado, 2021).

Jiffy Group (2021) menciona que el proceso de propagación de semillas y el cultivo de esquejes y tejidos con jiffy pellets puede lograr de manera constante mayores y más elevados niveles de germinación en maceta gracias al crecimiento uniforme en las jiffy pellets, otra de las condiciones por las que los agricultores emplean el sistema jiffy pellets es porque no se necesita realizar trasplante.

4.2.2 Relación beneficio/costo

Los costos de producción de especies forestales están relacionados con el beneficio económico, de tal manera que el sistema jiffy pellets proporcione ventajas sobre la calidad de plántulas sin necesidad de ser fertilizada, por lo que se obtuvo una mejor relación beneficio /costo.

Sin embargo, en trabajos realizados por (Alvarado, 2021; Zambrano, 2020) obtuvieron la mejor relación beneficio/costo cuando las plántulas de *O. pyramidale* fueron fertilizadas de manera orgánica.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las aplicaciones del fertilizante a base de moringa *M. oleifera* con sus diferentes dosis, logaron mejorar algunos de los atributos morfológicos como la altura y el índice de lignificación de las plántulas; sin embargo, no presentó un efecto positivo en cuanto a la calidad de las plántulas de *O. pyramidale*.

El aporte de la fertilización química incremento los costos totales, por lo que no mostró ventajas sobre la relación beneficio/costo, esto demuestra que el sistema jiffy pellets sin ser fertilizado proporcionó los mejores beneficios económicos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones en diferentes especies forestales, empleando el sistema de jiffy pellets, así mismo la aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos con distintas dosificaciones para la producción de plántulas de calidad.

Se recomienda no sumergir el jiffy pellets en tanques o cualquier otro recipiente ya que al estar sumergido por mucho tiempo el sustrato pierde viabilidad, así como también todos los nutrientes y minerales que contiene el sustrato comprimido.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- Afzal, I.; Hussain, B.; Basra, S.; & Rehman, H. (2012). Priming with moringa leaf extract reduces imbibitional chilling injury in spring maize. *Seed Sci Technol*, 271-276.
- Alarcón, V. (2021). Efecto De Diferentes Dosis De Fertilización Orgánica Con Lixiv De Lombriz En Plántulas De *Ochroma Pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. Producidas Bajo El Sistema De Jiffi Pellets A Nivel De Vivero. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 72 p.
- Aguilar, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*. 11 (2). 322-343 pp.
- Alvarado, E. (2021). *Valoración de pequeños viveristas y la producción de plántulas de balsa empleando fertilización orgánica e inorgánica, en el cantón Mocache*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Anwar, F., Latif, S., & Ashraf, M. (2007). *Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses*. *Phytother Res*.
- Biblioteca Digital del ILCE. (2007). *III. Los viveros*. Obtenido de Biblioteca Digital del ILCE:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm
- Bonal, R., Rivera, R. M., & Bolívar, M. E. (2012). Moringa oleifera: una opción saludable para el bienestar. *MEDISAN*, 1596 - 1599 pp.
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). *Guía Técnica de Vivero Forestal*. Ecuador: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).
- Burés, S. (2014). *Manejo de sustratos*. Barcelona, España: I Curso de Gestión de Viveros Forestales.

- Carrera, R. (2012). *Aplicación de tres tipos de fertilizantes en Ochroma pyramidale Cav. (balsa) en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Chillo, P. (2018). *Evaluación de las dosis y frecuencias de aplicación del fertilizante foliar fuerza verde en el crecimiento de plantas de balsa, en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana*. Francisco de Orellana: GAD de Orellana.
- Conabio. (2005). *Ochroma pyramidale*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de Conabio.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1).
- Ecuador forestal. (2010). *Ficha técnica No. 5 Balsa*. Quito: ITTO.
- Ellena, M., Montenegro, A., Sandoval, P., González, A., & Azócar, G. (2013). *Capítulo 5. FERTILIZACIÓN*. Biblioteca INIA.
- FAO y IFA. (2015). *Los fertilizantes y sus usos*. FAO y IFA.
- Fernández, U. (2012). *Efecto de la fertilización sobre el crecimiento de la balsa Ochroma pyramidale Cav. en la hacienda Mira, cantón Buena Fé, provincia de Los Ríos*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Foidl, N., Makkar, H. P., & Becker, K. (2001). *The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses*. In: *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*. Wageningen, The Netherlands: CTA Publication.
- Foidl, N., Makkar, H., & Becker, K. (2001). *The potential of moringa oleifera for agricultural and industrial uses*. . Tanzania: Proceedings of the International Workshop.
- Fondo para la Protección del Agua. (2010). *Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana: Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. USAID.

- Fuglie, L. J. (2001). *Combating malnutrition with Moringa*. In: *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*. Wageningen, The Netherlands: CTA Publication.
- García, M. y. (2018). *Efecto de 3 niveles de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de moringa (Moringa oleifera Lam.) en el distrito de Oxapampa*. Oxapampa, Perú: Tesis para obtener el título de Ingeniero Agronomo.
- González, B., Cervantes, X., Torres, E., Sánchez, C., & Simba, L. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos-Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7-11.
- González, B., Cervantes, X., Torres, E., Fonseca, C. S., & Simba, L. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos - Ecuador. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*, 8.
- González, V., & Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).
- Irigoyen, J., & Cruz, M. (2005). *Guía Técnica de semilleros y viveros frutales*. Santa Tecla, El Salvador: Programa Nacional de Frutas de El Salvador.
- Jiffy Group. (2021). *Jiffy pellets*. Obtenido de Jiffy Sustainable Growing Solutions: <https://jiffygroup.com/es/soluciones/jiffy-pellets/>
- Jalil, M. A., Mian, M. N., & Rahman, M. K. (2013). Using plastic bags and its damaging impact on environment and agriculture: An alternative proposal. *International Journal of Learning & Development*, 3(4), 1-14.
- Jimenez, F. (2010). *Viveros forestales*. Bogota: Hojas divulgadoras.
- Martín, C., G. M., García, A., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes*, 36(2).
- Pérez, J. y. (2012). *Definición de mezcla*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/mezcla/>

- Plaza, X. (2021). *Efecto de cinco sustratos en la producción de plántulas de Ochroma pyramidale en el cantón Paján, provincia de Manabí*. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Ramírez, F. L. (2016). *Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la Moringa (Moringa oleifera Lam)*. Santa Clara: Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Reyes, J. (2015). *Manual diseño y organización de viveros*. Santo Domingo: Clusvidom.
- Rojas, F., & Torres, G. (2009). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Kurú: Revista Forestal*, 6(17).
- Santos, E. d. (2014). *Influencia de dos tipos de sustratos y tres tipos de desinfección en el crecimiento y calidad de plantas de Pinus oocarpa (Schiede) producidas en un vivero de San Fernando, Nueva Segovia, Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Trabajo de Graduación. Universidad Nacional Agraria.
- Santoso, AB (2022). Efecto de la Dosis y el Intervalo de Tiempo de Aplicación del Fertilizante Orgánico Líquido Hojas de Gamal sobre el Crecimiento y Rendimiento de Plantas de Mostaza (Brassica Juncea L.). *AGARICUS: Avances en ciencia agrícola y agricultura*, 1 (3), 127-130.
- Shahzad, B. (2016). *Uso del extrato de hojas de moringa como un potenciador del crecimiento de cultivos efectivo y fácil de obtener*. Faisalabad: Notas de Desarrollo ECHO (EDN).
- ShM, T., Kassim, NE, AbouRayya, MS y Abdalla, AM (2017). Influencia de la aplicación foliar con extracto de hoja de moringa (Moringa oleifera L.) sobre el rendimiento y la calidad del fruto del cultivar de ciruela Hollywood. *J Horticulture*, 4 (193), 1-7.
- Tacle-Humanante, P. M., Moya-Rodríguez, J. L., & Marty-Delgado, J. R. (2019). El índice de Robustez como parámetro para evaluar el comportamiento de las transmisiones por engranajes cilíndricos de dientes rectos. *Ingeniería Mecánica*, 57-66 pp.

- Toledo, K. (2016). *Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de Ochroma pyramidale de la Selva Lacandona, Chiapas*. Chiapas: ECOSUR.
- Toledo, R. (1971). *Arvores e madeiras úteis do Brasil*. Sao Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda.
- Villarreal, J. A., Rivera, U., Avila, L., Moreno, S., & González, M. (2015). *Tratamiento Con Fertilizante Para Mayor Crecimiento y Desarrollo en Moringa (Moringa oleifera Lam.)*. XII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia.
- Zambrano, E. (2020). *Efecto de fertilización orgánico y químico sobre los patrones morfológicos de Ochroma pyramidale en etapa de vivero*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Zambrano, E. (2020). *Efecto de fertilización orgánico y químico sobre los patrones morfológicos de balsa en etapa de vivero*.

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1 Anexos de actividades en el vivero



Anexo 1. Material de jiffy pellets para la propagación de *O. pyramidale*,



Anexo 2. Cama germinativa de *O. pyramidale* lista para ser trasplantadas



Anexo 3. Desinfección de camas con ayuda de una bomba de mochila.



Anexo 4. Instalación del material listo para la recolección de datos



Anexo 5. Recolección de datos morfológicos en los diferentes sustratos.

7.2 Anexo de muestras de laboratorio



Anexo 6, Muestra del T2 listas para los estudios de laboratorio.

7.3 Anexos de las variables analizadas

ALTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	12	0.92	0.90	4.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.17	2	0.58	50.69	<0.0001
TRATAMIENTO	1.17	2	0.58	50.69	<0.0001
Error	0.10	9	0.01		
Total	1.27	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21197

Error: 0.0115 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	2.58	4	0.05	A
T1	2.11	4	0.05	B
T0	1.82	4	0.05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Variable altura

DIAMETRO

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DIAMETRO	12	sd		sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	2	0.00	sd	sd
TRATAMIENTO	0.00	2	0.00	sd	sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	11			

Anexo 8. Variable diámetro

N HOJAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
N HOJAS	12	sd		sd	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	2	0.00	sd	sd
TRATAMIENTO	0.00	2	0.00	sd	sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	11			

Anexo 9. Variable número de hojas

IL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IL	12	0.70	0.64	17.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152.04	2	76.02	10.73	0.0041
TRATAMIENTO	152.04	2	76.02	10.73	0.0041
Error	63.74	9	7.08		
Total	215.78	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.25407

Error: 7.0825 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	19.93	4	1.33	A
T1	12.52	4	1.33	B
T0	12.25	4	1.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10. Variable índice de lignificación

IR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IR	12	0.87	0.84	10.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.59	2	4.79	29.30	0.0001
TRATAMIENTO	9.59	2	4.79	29.30	0.0001
Error	1.47	9	0.16		
Total	11.06	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.79847

Error: 0.1636 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T0	4.88	4	0.20	A
T1	4.18	4	0.20	A
T2	2.73	4	0.20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 11. Variable índice de robustez

R: BSA/BSR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R: BSA/BSR	12	0.53	0.43	32.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.10	2	2.05	5.11	0.0330
TRATAMIENTO	4.10	2	2.05	5.11	0.0330
Error	3.61	9	0.40		
Total	7.71	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.25041

Error: 0.4011 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	2.78	4	0.32	A
T0	1.57	4	0.32	A B
T1	1.51	4	0.32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 12. Variable R: BSA/BSR

ICD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ICD	11	0.06	0.00	16.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.5E-06	2	2.3E-06	0.26	0.7741
TRATAMIENTO	4.5E-06	2	2.3E-06	0.26	0.7741
Error	6.8E-05	8	8.5E-06		
Total	7.3E-05	10			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00623

Error: 0.0000 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	0.02	3	1.7E-03 A
T1	0.02	4	1.5E-03 A
T0	0.02	4	1.5E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13. Variable índice de calidad de Dickson