



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

Título del Proyecto de Investigación:

“EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL
DESARROLLO INICIAL DE *Swietenia macrophylla* King. (CAOBA) A NIVEL DE
VIVERO MEDIANTE EL SISTEMA DE BOLSAS PLÁSTICAS”

Autora:

Daneis Paola Giraldo Miño

Director del Proyecto de Investigación:

Ing.For Fabricio Fabián Meza Bone, PhD

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Daneis Paola Giraldo Miño**, declaro bajo el juramento que el trabajo a que descrito es de mi auditoria, el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que se he consultado referencias bibliográficas que se describen en este documento.

La **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, puede hacer uso de los derechos correspondientes de este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Daneis Paola Giraldo Miño
C.I. 1250139555

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza Bone, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Daneis Paola Giraldo Miño, realizó el proyecto de investigación de grado de titulado “EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL DESARROLLO INICIAL DE *Swietenia macrophylla* King. (CAOBA) A NIVEL DE VIVERO MEDIANTE EL SISTEMA DE BOLSAS PLÁSTICAS”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone, PhD
Director de Proyecto de Investigación

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO

El suscrito, **Ing. Fabricio Meza Bone, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad director del proyecto de investigación titulado “**Efectos De La Fertilización Orgánica E Inorgánica En El Desarrollo Inicial De *Swietenia macrophylla* King. (Caoba) A Nivel De Vivero Mediante El Sistema De Bolsas Plásticas**” perteneciente al estudiante de carrera de Forestal **Daneis Paola Giraldo Miño** **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 2%

Document Information

Analyzed document	Proyecto de Investigación Giraldo Miño Daneis (1).docx (D166022470)
Submitted	2023-05-05 18:02:00
Submitted by	FABRICIO FABIAN MEZA BONE
Submitter email	fmeza@uteq.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	fmeza.uteq@analysis.urkund.com

Ing. For. Fabricio Fabián Meza Bone, PhD
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICAS EN EL DESARROLLO INICIAL DE *Swietenia macrophylla* King. (CAOBA) A NIVEL DE VIVERO MEDIANTE EL SISTEMA DE BOLSAS PLÁSTICAS”.

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

APROBADO POR:

Dr.Cs.Ing. Rommel Santiago Crespo Gutiérrez
Presidente del Tribunal

Ing. Edison Hidalgo Solano Apuntes, M.Sc.
Integrante del Tribunal

Ing. Clara Isabel Ruiz Sánchez, M.Sc.
Integrante del Tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecerle a Dios por permitiré culminar mis estudios siempre guía por la mano él, llenándome de salud y vida, para poder culminar cada semestre a lo largo de mi carrera.

Todo el trabajo realizado fue posible gracias a la ayuda de mi familia que siempre estuvieron apoyándome en cada etapa de mi estudio universitario. Mis padres fueron un pilar fundamental en todo este proceso.

Agradezco a mi hijo por siempre llenarme de ganas para seguir adelante, siendo el mi motor de querer superarme cada día.

Al Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza por siempre ayudarme en cada duda respecto a mi trabajo de investigación. Por brindarme sus conocimientos y ayudarme a realizar mi proceso de investigación.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, por brindarme sus conocimientos y forjarme en cada momento, hasta convertirme un excelente profesional.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi hijo y a mis padres que cada día se esforzaron para poder sacarme a delante, brindarme su cariño y amor para más adelante obtener un futuro honorable, ellos siempre fueron mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más. A mi hermano por siempre ser ese ejemplo de superación como persona y profesional. Mi familia que siempre me educaron con reglas y con ciertas libertades, pero siempre, me motivaron constantemente para lograr alcanzar mis anhelos.

También me la dedico a mí, por siempre querer seguir adelante, por no dejarme decaer con cada obstáculo que se me ha presentado a lo largo de mi carrera, hoy puedo decir que la fe, la esperanza y la motivación son factores muy importantes en vida. Siempre enfocada en mis metas lograre llegar al éxito profesional y personal.

A mis compañeros que siempre estuvieron ahí para ayudarme y ayudarnos mutuamente a lo largo de nuestra carrera, un éxito más que llegamos a cumplir juntos.

Daneis Paola Giraldo Miño

RESUMEN

La especie de *Swietenia macrophylla* King. Es una especie que contiene una de las maderas más valiosas del mundo, es un individuo de lento crecimiento, en un año llega alcanzar 1.8 m de altura, la cual presenta un follaje caducifolio y forma parte del núcleo familiar de las Meliáceas. La presente investigación pretende obtener mejores resultados sobre la calidad de la planta aplicando, fertilizantes orgánicos (gallinaza) estiércol de gallinas y fertilizante inorgánico completo (NPK); Nitrógeno (N) 10%, Fósforo (P) 30% y Potasio (K) 10%, dichos abonos aplicados de manera foliar sobre la especie de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) a nivel de vivero. La localización donde se realizó la investigación es el vivero “JUANITO” ubicado en la Vía Quevedo, El Empalme, comunidad Luis Felipe. Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del abono orgánico e inorgánico ante las variables morfológicas (diámetro, altura, robustez y número de hojas, clorofila) y la supervivencia de la planta. Se establecieron tres tratamientos utilizando un diseño completamente al azar y cinco repeticiones en cada unidad a experimentar con un total de 150 plantas. Se determinó la relación beneficio costo entre los dos tipos de fertilizantes optimizando el mejor tratamiento para dicha relación. Las respectivas tomas de datos se realizarán cada 15, 30, 45, 60 días después de su germinación, las dosis a aplicar son de 5 gr/planta para el tratamiento químico y el en orgánico 200 mL/planta de gallinaza aplicada de manera foliar. El tratamiento inorgánico, ha dado mejores resultados ante el tratamiento orgánico.

Palabras claves: plantulas, crecimiento y morfológica.

ABSTRACT

Swietenia macrophylla King species. It is a species that contains one of the most valuable woods in the world, it is a slow-growing individual, in one year it can reach 1.8 m in height, which has deciduous foliage and is part of the family nucleus of the Meliáceae. The present investigation intends to obtain better results on the quality of the plant by applying organic fertilizers (chicken manure), chicken manure and complete inorganic fertilizer (NPK); Nitrogen (N) 10%, Phosphorus (P) 30% and Potassium (K) 10%, said fertilizers applied foliarly on the Mahogany species (*Swietenia macrophylla* King.) at nursery level. The location where the research was carried out is the "JUANITO" nursery located on Vía Quevedo, El Empalme road, and Luis Felipe Community. With the objective of evaluating the effect of the application of organic and inorganic fertilizer before the morphological variables (diameter, height, robustness and number of leaves, chlorophyll) and the survival of the plant. Three treatments were established using a completely randomized design and five repetitions in each unit to be experimented with a total of 150 plants. The cost-benefit relationship between the two types of fertilizers will be determined, optimizing the best treatment for said relationship. The respective data collections will be carried out every 15, 30, 45, 60 days after germination, the doses to be applied are 5 gr/plant for the chemical treatment and the organic 200 mL/chicken manure plant applied foliarly. The inorganic treatment has given better results than the organic treatment.

Keywords: seedlings, growth, morphology.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLA	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Diagnóstico.....	5
1.1.3. Pronóstico.....	5
1.1.4. Formulación del problema	5
1.1.5. Sistematización del problema.	6
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos	7
1.3. Justificación	8
CAPÍTULO II_FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. Marco conceptual	10
2.1.1.Caoba.....	10
2.1.2. Especies forestales	10
2.1.3. Deforestación	10
2.1.4. Fertilización	11
2.1.5. Viveros.....	11
2.1.6. Generalidades de Swietenia macrophylla (Caoba)	12
2.1.7. Clasificación taxonómica de la especie	12
2.1.8. Descripción botánica	13
2.1.9. Fertilización en especies forestales.....	14

2.1.10. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.....	15
2.1.11. Macronutrientes	15
2.1.12. Los micronutrientes	16
2.1.13. Fertilizantes ecológicos	16
2.1.14. Fertilizante orgánico	17
2.1.15. Gallinaza.....	17
2.1.16. Efectividad del lixiviado de gallinaza como abono foliar	18
2.1.17. Beneficios al utilizar gallinaza.....	19
2.1.18. Fertilizantes químicos	19
2.2. Marco Referencial	20
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. Localización.....	23
3.2. Características edafoclimáticas del sitio de estudio.....	23
3.2.1. Índice de robustez o esbeltez	24
3.2.2. Índice de calidad de Dickson	24
3.2.3. Relación beneficio-costo	25
3.3. Diseño de la investigación	25
3.4. Tratamientos.....	26
3.5. Recursos humanos y materiales	27
3.5.1. Materiales de campo	27
3.5.2. Material biológico.....	27
3.5.3. Material de oficina.....	27
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados.....	29
4.1.1. Porcentaje de sobrevivencia de <i>S. macrophylla</i> a nivel de vivero.....	29
4.1.2. Altura y diámetro de la especie de <i>S. macrophylla</i>	30
4.1.3 Número de hojas de las especies <i>S. macrophylla</i>	31
4.1.4 Índice de robustez	32
4.1.5 Promedio de clorofila	33
4.1.6 Relación de la calidad de plántulas de <i>S. macrophylla</i> (caoba).....	34
4.1.6 Relación de beneficio/costo de la plantulas de <i>S. macrophylla</i> a nivel de vivero.	35
4.2. Discusión.....	38
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1. Conclusiones.....	42

5.2. Recomendaciones	43
CAPÍTULO VI_BIBLIOGRAFÍA	44
6.1. Bibliografía.....	45
CAPITULO VII _ANEXOS.....	49
7.1. Anexos.....	50

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Taxonomía de la especie de <i>S. macrophylla</i>	12
Tabla 2. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio	23
Tabla 3 Esquema del análisis de la varianza	26
Tabla 4. Detalle de dosis.....	26
Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia bajo tipos de fertilización.	29
Tabla 6. Efecto de la aplicación de fertilizantes sobre la calidad de plántulas en vivero....	35
Tabla 7. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 0 (Control).....	35
Tabla 8. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 1(Gallinaza).....	36
Tabla 9. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 2 (QUIMICO NPK).....	37
Tabla 10. Relación beneficio/costo en la producción de plántulas de <i>S. macrophylla</i>	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura y diámetro del promedio de los 60 días de la especie de <i>S. macrophylla</i> .	30
Figura 3. Promedio de número de hojas de <i>S. macrophylla</i> .	31
Figura 4. Índice de robustez de la especie de <i>S. macrophylla</i> .	32
Figura 5. Promedio de clorofila en la especie de <i>S. macrophylla</i> .	33

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje de supervivencia:	23
Ecuación 2. Índice de robustez o esbeltez	24
Ecuación 3. Índice de calidad de Dickson	24
Ecuación 4. Relación beneficio-costos	25
Ecuación 5. Prueba de Tukey	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Plantulas de <i>S. macrophylla</i>	50
Anexos 2. Riego de las especies de <i>S. macrophylla</i>	50
Anexos 3. Fertilización organica (gallinaza)	51
Anexos 4. Fertilización química (NPK)	51
Anexos 5. Promedio de la clorofila en la especie de <i>S. macrophylla</i>	52

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Efectos de la fertilización orgánica e inorgánicas en el desarrollo inicial de <i>Swietenia macrophylla</i> King. (Caoba) a nivel de vivero mediante el sistema de bolsas plásticas”		
Autor:	Daneis Paola Giraldo Miño		
Palabras claves:	Plantulas	Crecimiento	Morfológicas
Fecha de publicación:			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023.		
Resumen:	Resumen: La especie de <i>Swietenia macrophylla</i> King. Es una especie de que contiene una de las maderas más valiosas del mundo, es individuo de lento crecimiento, en un año llega a alcanzar 1.8 m de altura, la cual presenta un follaje caducifolio y forma parte del núcleo familiar de las Meliáceas. La presente investigación pretende obtener mejores resultados sobre la calidad de la planta aplicando, fertilizantes orgánicos (gallinaza) estiércol de gallinas y fertilizante inorgánico completo (NPK); Nitrógeno (N) 10%, Fósforo (P) 30% y Potasio (K) 10%, dichos abonos aplicados de manera foliar sobre la especie de Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King.) a nivel de vivero. La localización donde se realizó la investigación es el vivero “JUANITO” ubicado en la Vía Quevedo, El Empalme, Comunidad Luis Felipe. Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del abono orgánico e inorgánico ante las variables morfológicas (diámetro, altura, robustez y número de hojas, clorofila) y la supervivencia de la planta. Se establecieron tres tratamientos utilizando un diseño completamente al azar y cinco repeticiones en cada unidad a experimentar con un total de 150 plantas. Se determinará la relación beneficio costo entre los dos tipos de fertilizantes optimizando el mejor tratamiento para dicha relación. Las respectivas tomas de datos se realizarán cada 15, 30, 45, 60 días después de su germinación, las dosis a aplicar son de 5 gr/planta para el tratamiento químico y el en orgánico 1.42 mL/planta de gallinaza aplicada de manera foliar. El tratamiento inorgánico, ha dado mejores resultados ante el tratamiento orgánico. Abstract: <i>Swietenia macrophylla</i> King species. It is a species that contains one of the most valuable woods in the world, it is a slow-growing individual, in one year it can reach 1.8 m in height, which has deciduous foliage and is part of the family nucleus of the Meliaceae. The present investigation intends to obtain better results on the quality of the plant by applying organic fertilizers (chicken manure), chicken manure and complete inorganic fertilizer (NPK); Nitrogen (N) 10%, Phosphorus (P) 30% and Potassium (K) 10%, said fertilizers applied foliarly on the Mahogany species (<i>Swietenia macrophylla</i> King.) at nursery level. The location where the research was carried out is the "JUANITO" nursery located on Vía Quevedo, El Empalme road, and Luis Felipe Community. With the objective of evaluating the effect of the application of organic and inorganic fertilizer before the morphological variables (diameter, height, robustness and number of leaves, chlorophyll) and the survival of the plant. Three treatments were established using a completely randomized design and five repetitions in each unit to be experimented with a total of 150 plants. The cost-benefit relationship between the two types of fertilizers will be determined, optimizing the best treatment for said relationship. The respective data collections will be carried out every 15, 30, 45, 60 days after germination, the doses to be applied are 5 gr/plant for the chemical treatment and the organic 200 mL/chicken manure plant applied foliarly. The inorganic treatment has given better results than the organic treatment.		
Descripción:	69 hojas: Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URL:			

INTRODUCCIÓN

La caoba (*Swietenia macrophylla* King), es la especie maderable de mayor valor económico en América Latina, debido a la calidad de su madera (1). Su distribución natural comprende desde el sureste de México hasta la región amazónica de Sudamérica. Sumado a esto, *S. macrophylla* es una especie protegida por el Estado Ecuatoriano mediante normas legales, debido a la fuerte explotación que ha sufrido en los últimos tiempos, lo que ha dejado como saldo un número reducido de individuos (4000-4500) en bosques fragmentados que podrían estar sufriendo talas ilegales (2).

Cabe recalcar que sumado a esto, en un vivero forestal requiere de varios cuidados para obtener un árbol con excelentes características morfológicas, iniciando desde la fertilización, ya que esto conduce a un aumento en la tasa de supervivencia de las plántulas y desarrollo de las mismas, debido a que la fertilización aporta diferentes nutrientes para cubrir las necesidades de la planta, se repite estimula el desarrollo de las raíces, optimiza el uso eficiente del agua con la captación de nutrientes de manera eficaz y suficiente para asegurar su supervivencia y crecimiento inicial, lo que garantiza una ocupación óptima del suelo (3). Además, el empleo de fertilizantes minerales de acción lenta aumenta el crecimiento longitudinal de la planta al menos durante los dos años siguientes a la plantación, por lo que puede ser interesante su uso en terrenos muy pobres o con abundante competencia con la vegetación herbácea (4).

Por otro lado, la sostenibilidad de las plantaciones forestales requiere la consideración de factores económicos y ambientales. Existen muchos experimentos de campo han demostrado que con el empleo de grandes cantidades de fertilizantes se aumenta el crecimiento de los árboles, pues la fertilización con nitrógeno tiene la capacidad de alterar significativamente el ambiente del suelo forestal y puede incrementar el almacenamiento de carbono (5). Sin embargo, en el Ecuador, se ha motivado al manejo sustentable de los recursos forestales. Pues, se trata de una especie que se encuentra en peligro crítico de extinción, por haber sido objeto de una intensa explotación maderera entre los años 80 y 90, entrando en el libro rojo de especies en peligro en el Ecuador (6).

Al momento, la aplicación de fertilizantes orgánicos representa una alternativa de sostenibilidad. Ya que la fertilización es considerada una práctica importante e indispensable para mejorar la calidad y productividad forestal y es, después del riego, la práctica que más influye en el crecimiento y calidad de las plantas, al incidir en los procesos fisiológicos (7). Por tanto, para el desarrollo de los cultivos es necesaria la presencia de macro elementos fundamentales, con dosis adecuadas, esto permite obtener altas tasas de sobrevivencia, crecimiento rápido en altura, y mayor crecimiento en diámetro, por lo que la utilización de abonos orgánicos como gallinaza en plantaciones forestales, resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa (8).

Desde esa perspectiva, en el Ecuador no existen programas dirigidos a la conservación y mejoramiento de este tipo de especies desde la etapa inicial del crecimiento en la fase de vivero, por lo que la presente de investigación tiene como objetivo detectar soluciones hacia los problemas que impiden un buen desarrollo, y que a la vez pueda contribuir al desarrollo ecológico, y económico del sector forestal.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel comercial, dentro de la familia meliácea existen especies con gran valor como (*S. macrophylla*), la cual se aprovecha en los bosques donde la extracción está prohibida y en lugares escasamente poblados. De continuar su explotación, se estima que en los próximos años la caoba desaparecerá o se extinguirá. Por tanto, es importante considerar que hasta el día de hoy se desconoce la procedencia de la semilla que es tomada para la propagación de esta especie, estas semillas no cuentan con un registro donde se pueda verificar que las características genotípicas o fenotípicas darán plantas de buen rendimiento, por lo que los procesos de fertilización y manejo del cultivo desde la fase de vivero, constituye un factor de primordial importancia (7).

En la provincia de Los Ríos, existen pocos viveros forestales tecnificados, los cuales proveen plántulas para los proyectos de forestación y reforestación en la zona, razón por la que no existe mucha información a nivel del manejo de viveros y plantaciones comerciales, dado que los mayores productores de caoba se concentran en Guayas y la Amazonía. Lo que genera que las plántulas que se ofertan en estos viveros no garantizan la obtención de una buena plantación y producción final, debido principalmente a la deficiencia nutricional y el adecuado manejo fitosanitario en la etapa de vivero (9).

Desde ese sentido, en los viveros agroforestales para que una planta tenga buenas condiciones de supervivencia cuando es llevada al campo primero debe de pasar por una serie de procedimientos, y uno de ellos es la fertilización, ya sea fertilización orgánica o química, donde por medio de este tipo de fertilización la planta logra obtener los nutrientes que al suelo le hace falta. Esta situación trae como consecuencia que las plantaciones forestales establecidas con estas plántulas no alcancen los rendimientos esperados y en muchos casos lleven al fracaso de la plantación.

1.1.2. Diagnóstico

Uno de los factores que tiene mucha influencia en el comportamiento productivo de la especie es la fertilización; no obstante, el poco conocimiento sobre la aplicación de prácticas adecuadas en el manejo técnico de viveros, para obtener plántulas de calidad, trae como consecuencia baja productividad de las plantaciones. Por lo que, uno de los factores que afecta al éxito de los proyectos de reforestación es la calidad de las plántulas. Por tanto, para mejorar la calidad de las plántulas en los viveros se debe disponer de un procedimiento de fertilización, tipos de fertilizantes y dosis más apropiadas (9).

Pese a esto, la reciente política de establecer plantaciones de caoba asociadas a otras especies con fines de investigación, ha sido motivo de interés por conocer el comportamiento de esta especie frente a los diferentes tipos de fertilización (química y orgánica), así como una dosis óptima que genere el mayor crecimiento en plantas recién instaladas o asociadas. Por lo que a través de esta investigación se pretende determinar el tipo de fertilizante para el buen crecimiento de las plántulas de caoba, con el fin de identificar posibles recomendaciones a nivel comercial.

1.1.3. Pronóstico

De acuerdo a la fertilización orgánica e inorgánica en la especie de *Swietenia macrophylla*, influenciado además de los diferentes tipos de concentraciones, y el manejo en el vivero. Se espera que con los fertilizantes evaluados obtener una mejor productividad de plántulas de esta especie en vivero.

1.1.4. Formulación del problema

¿La calidad de las plántulas de *S. macrophylla* producidas en vivero, estará influenciada por los dos fertilizantes utilizados?

1.1.5. Sistematización del problema.

¿Cuál es el índice de sobrevivencia de las plántulas de *S. macrophylla* con el uso de dos tipos de fertilizantes, al final del periodo de evaluación?

¿Cuál es el efecto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre las variables morfológicas de *S. macrophylla* a nivel de vivero?

¿Cuál es el beneficio/costo de la especie *S. macrophylla* a nivel de vivero?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento inicial de *S. macrophylla* a nivel de viveros.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Registrar la sobrevivencia de las plántulas de *S. macrophylla* en dos tipos de fertilizantes, al final del periodo de evaluación.
- Comparar el efecto de los diferentes fertilizantes, orgánico e inorgánico sobre las variables morfológicas de *S. macrophylla* a nivel de vivero.
- Determinar la relación beneficio económico a partir de la fertilización orgánica e inorgánica en etapa de vivero

1.3. Justificación

Una de las especies de gran importancia en el Ecuador es *S. macrophylla* "caoba", debido a que tiene buena aceptación en el mercado local, regional, nacional e internacional, su madera es muy requerida; sin embargo, se está generando a la vez un alto nivel de deforestación de este recurso, lo cual no compensado con acciones de reposición, por lo tanto, siendo una especie de importancia ecológica, social y económica requiere de mayores estudios referente a su comportamiento en su crecimiento inicial de las plántulas sembradas en vivero con adecuado manejo y fertilización tanto orgánica como química, con la finalidad de obtener información confiable, y uno de los recursos es la gallinaza, dado que es un abono orgánico concentrado, de rápida acción, y contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas bajo este fin se busca obtener información para futuros planes silviculturales en la recuperación y/o mejoramiento de bosques en el país (8).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Caoba*

Swietenia macrophylla es una especie de árboles originaria de la zona intertropical americana perteneciente a la familia de las Meliaceae. Además, la *S. macrophylla* ha sido exitosamente plantada en sistemas agroforestales, por lo general asociado con maíz o plátano. Las plantas de *S. macrophylla* crecerán muy rápidamente en tales condiciones. El uso de sistemas agroforestales de largo plazo puede ser posible si la caoba es plantada a bajas densidades o si se usan cultivos perennes tolerantes a la sombra, tales como el café y cacao (1).

2.1.2. *Especies forestales*

Es denominada como cualquier especie arbórea, arbustiva, de matorral o herbácea que no es característica de forma exclusiva del cultivo agrícola (10). Por tanto, para referirse a las especies forestales, implica mencionar a los árboles, bosques, plantaciones, aprovechamiento forestal, y una serie de conceptos que son parte de una de las actividades de importancia económica, ecológica, social, cultural y ambiental de la vida nacional (11).

2.1.3. *Deforestación*

Se denomina a la destrucción o agotamiento de la superficie forestal (bosques naturales), habitualmente debido a la acción humana mediante la tala o la quema de árboles, con el objetivo de ganar insumos industriales (como la industria maderera y papelera, entre otras) o bien superficie cultivable para las labores agropecuarias. Por otro lado, la deforestación es la pérdida de bosques y selvas debido al impacto de actividades humanas o causas naturales (12).

2.1.4. Fertilización

La fertilización es la técnica más eficiente para acelerar el crecimiento y aumentar la supervivencia, tanto de la planta en vivero como de las masas forestales una vez establecidas en el campo (13). Por otro lado, la fertilización consiste en 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. Para lograrlo, los fertilizantes deben aplicarse atendiendo a las necesidades reales de la planta, en la dosis adecuada, en el momento oportuno, y de la forma más efectiva (14).

2.1.4.1. Fertilización orgánica

Consiste en usar abonos orgánicos, los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (8). La fertilización orgánica es una forma de asignarle mayor valor fertilidad al suelo en donde se cultivan los alimentos. Además, la fertilización orgánica consiste en agregar fuentes nutritivas producidas a base de materiales 100% de origen natural. Este tipo de fertilización de bioproductos naturales puede ser de lenta hasta en casos, rápida asimilación (15).

2.1.4.2. Fertilización química

El mayor beneficio del uso de fertilizantes químicos en la agricultura es que se obtienen resultados muy rápidamente. De forma visible, mejoran el estado de salud de las plantas y aumentan la producción de las cosechas. Sin embargo, deben usarse eficazmente. En este sentido, las innovaciones de la industria química y los avances tecnológicos, como explicaremos más abajo, han mejorado mucho la aplicación de fertilizantes químicos (16).

2.1.5. Viveros

Un vivero es definido como una infraestructura agrícola destinada a la producción de plantas, que pueden ser forestales, frutales u ornamentales. Cada tipo de vivero tiene un objetivo determinado. Por ejemplo, el vivero forestal está destinado principalmente a la producción de madera. Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (2).

2.1.6. Generalidades de *Swietenia macrophylla* (Caoba)

La especie de *S. macrophylla* es una especie de que produce una de las maderas más valiosas del mundo, es individuo de lento crecimiento, en un año llega alcanzar 1.8 m de altura, la cual presenta un follaje caducifolio, forma parte del núcleo familiar de las Meliáceas, puede llegar a tener un gran tamaño que oscila entre 35 a 50 m y en ocasiones llega hasta los 70 m de altura, posee un tronco recto y cilíndrico que llega a medir entre 100 a 200 cm a la altura del pecho (15).

Es una especie que habita en bosques tropicales, bosques semicaducifolios y caducifolios. Está distribuida principalmente en más de 40 países mayormente de Centroamérica tales como: Brasil, Bolivia, México, Perú y Guatemala entre otras naciones. Es una madera de alto valor comercial, se ha utilizado durante varios años el ámbito medicinal para tratar una gran variedad de dolencias, se han hecho estudios científicos que demuestran que el extracto natural de la semilla contiene una sustancia bactericida que serviría para tratar la malaria y la hepatitis (17).

2.1.7. Clasificación taxonómica de la especie

Tabla 1. Taxonomía de la especie de *S. macrophylla*.

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	<i>Swietenia</i>
Especie	<i>Macrophylla</i>
Nombre científico	<i>Swietenia macrophylla</i>
Nombre común	Caoba

Fuente: (18).

2.1.8. Descripción botánica

De acuerdo con (18), esta especie se describe de la siguiente manera que es:

- Corteza, es de color gris y parduzco en su etapa de altamente adulta y la corteza interna es de color marrón rojizo o de rojo rosado.
- Hojas, estas son de forma paripinadas con un largo de 11 a 15 cm de largo, y se componen de 3 a 6 foliolos ovalados.
- Flores, son unisexuales entre 0,5 a 1,0 cm de largo, y nacen en grandes inflorescencias ramificadas incluyendo tanto masculinas como femeninas
- Frutos, generalmente son capsulares entre 11,6 a 38,7 cm de largo y 6,7 a 12,0 cm de diámetro. Cada fruta contiene entre 22 a 71 semillas.
- Semillas, son samaroides, voluminosas en su base, miden entre 7 a 12 cm de largo y 2 a 2,5 cm de ancho incluyendo el ala.

2.1.8.1. Importancia. Los bosques tropicales y subtropicales de América son el hábitat natural de la valiosa *S. macrophylla*. Estos ambientes cumplen un rol especial en la conservación de la diversidad biológica ya que en los bosques tropicales y subtropicales se alberga el 75.0% de las especies de animales y plantas del mundo, más de 13 millones de especies diferentes. En lo que respecta a especies arbóreas, los bosques tropicales y subtropicales son extremadamente diversos y contienen a menudo más de 250 especies representadas por alrededor de 700 individuos por hectárea (19).

2.1.8.2. Germinación de la semilla. Para su germinación las semillas deben ser puestas en una mezcla de tierra más arena las cuales estarán en los surcos cubiertos por el sustrato a utilizar la semilla deberá ser cubierta 1 cm colocadas de forma vertical y en sombra y debe mantenerse húmeda. La germinación inicia después de los 14 a 28 días de la siembra y posteriormente se realiza el replique de la planta (20).

2.1.8.3. Usos. Al comienzo de su distribución fue usada para la construcción específicamente para canoas, pero en los países que es especialmente nativa la utilizan para cualquier tipo de construcción. La *S. macrophylla* posee una madera de alto valor comercial. La madera de la *S. macrophylla* se emplea prácticamente para carpintería fina, ebanistería de lujo, adornos, instrumentos musicales como es el piano, tallado, yates, chapas de madera y contrachapados de alta calidad. Además, es considerada una especie melífera, la corteza tiene propiedades astringentes y tónica (4).

2.1.8.4. Fertilización de la especie de *S. macrophylla*. Las plantas necesitan mucho de los nutrientes estos pueden ser obtenidos mediante el aire o el suelo. Cuando se tiene un alto porcentaje de nutrientes los cultivos o la planta probablemente crecerán mejor y tendrán mejores rendimientos. Los fertilizantes proveen a la planta los nutrientes que al suelo le hace falta. La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en la germinación o en las plántulas y así se puede comparar los rendimientos del cultivo (4).

La época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después de la plantación, y posterior a los deshierbes. Las dosis recomendables varían de 100 a 150 y hasta 250 gramos de NPK, por planta; las formulaciones más utilizadas según sea el caso son: 17- 17- 17, 10- 34-6, 10-28-6, 5- 30- 10, 10-30-10, y 5-30-6 (4).

2.1.9. Fertilización en especies forestales

La intensificación de la silvicultura se ve reflejada en la aplicación de fertilizantes para disminuir los problemas de crecimiento por causa de diferencias nutricionales, técnica que se ha vuelto muy común en la actualidad en gran parte del mundo (4). En suelos con gran abundancia de materia orgánica, superior al 5%, cualquier aplicación moderada de un abono nitrogenado permite su adecuada mineralización y deja disponibles sus componentes nutritivos para los nuevos retoños, en el caso de suelos ácidos, el abono nitrogenado debe también aportar adecuadas cantidades de calcio y magnesio (4).

2.1.10. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas

De acuerdo a Torres (4), entre los nutrientes necesarios para la planta tenemos dos tipos de nutrientes que son:

2.1.11. Macronutrientes

Estos macronutrientes se necesitan en grandes cantidades siempre y cuando el suelo tenga déficit de los macronutrientes que necesita. Los macronutrientes que el suelo necesita para el crecimiento de plantas y estos son de gran importancia son: nitrógeno, fósforo y potasio (4).

1. Nitrógeno

Este macronutriente es el promotor del crecimiento de la planta. El nitrógeno está involucrado en todos los procesos de desarrollo de la planta. En la planta ese micronutriente se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas esenciales para la planta (8).

2. Fósforo

Suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (12).

3. Potasio

Que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos enfermedades (4).

2.1.12. Los micronutrientes

Son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente (4).

Algunos micronutrientes pueden ser tóxicos para las plantas un poco más altas de lo habitual la mayoría de ellos. Este es el caso cuando el pH es muy bajo. La toxicidad del aluminio y el manganeso es la más común, está directamente relacionado con los suelos ácidos (4).

Es importante tener en cuenta que todos los nutrientes, ya sea que se requieren en pequeñas o grandes cantidades, cumplen una función específica en el crecimiento de las plantas y la producción de alimentos, y ningún nutriente por sí solo puede ser reemplazado por otro (4).

2.1.13. Fertilizantes ecológicos

Este tipo de fertilizante se puede clasificar en tres grandes grupos según su contenido:

- Abonos que enriquecen el suelo mediante el humus (estos son ricos en carbono y pobres en nitrógeno), estiércol, compost, residuos de cosecha entre otros.
- Abonos para suministrar nitrógeno a las plantas (pobres en carbono, pero significativamente ricos en nitrógeno) desecho de mataderos, guano y gallinaza son los más utilizados.
- Abonos verdes, y cultivos (14).

2.1.14. Fertilizante orgánico

La materia orgánica está constituida por carbohidratos, lignina y proteínas que son sustancias que aportan en el crecimiento de la planta. También está compuesta por microorganismos que son los encargados en degradar la materia orgánica, mediante esta descomposición de materia orgánica estos microorganismos logran fijar nitrógeno en el suelo. Esta materia orgánica es muy beneficiosa para el suelo ya que, mejoran la estructura del suelo, evitan la erosión del suelo, permite que el suelo pueda retener nutrientes y ayuda a la retención de agua (4). Para que un suelo sea rico en materia orgánica depende de varios factores tales como: la vegetación, las condiciones climáticas, la textura del suelo, el drenaje de aguas y de su laboreo (21)

2.1.15. Gallinaza

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo (4). La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable (22).

La utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. El uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo. Pero el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y plantas, por ello se recomienda el procesamiento de ésta (23).

2.1.16. Efectividad del lixiviado de gallinaza como abono foliar

La fertilización foliar se define como la aplicación de nutrientes al follaje. Las plantas cultivadas pueden activar funciones después de la infiltración: Metabolismo. Ya que la raíz no es la única que absorbe elementos minerales, pero las hojas y los tallos también pueden absorber minerales y nutrientes orgánicos, principalmente aminoácidos (4).

La fertilización foliar se usa generalmente para proporcionar mejora del estado nutricional de las plantas, por tanto, mejora el rendimiento y la calidad de los cultivos. Además, según Especies vegetales, factores ambientales y manejo agronómico, la fertilización foliar se puede utilizar para otros fines, como mitigar los efectos negativos: Condiciones de estrés por sequía, daños por congelación, etc. (24).

2.1.2.1. Estiércoles. El estiércol es una mezcla de las camas de los animales con sus deyecciones, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas primero en el establo y luego en el estercolero. Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características agroquímicas en beneficio del desarrollo de las plantas (25).

Su efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos altos y de mejor calidad. Se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano - mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica, el fósforo y el potasio al 50 % forma orgánica y mineral, pero su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la naturaleza de la cama, la alimentación recibida, la elaboración y manejo del montón (26).

2.1.2.2. Compost. Es otra fuente valiosa de materia orgánica, que contiene alrededor de 1% de nitrógeno, 0.15% de fósforo, 0.5 % de potasio. Puede originarse de los residuos del cultivo, desperdicios caseros o heces de los animales. El compostaje es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por la población mixta de microorganismos (microbios) con un ambiente cálido, húmedo y aireado (27).

La aplicación de materia orgánica en forma de compost mejora las propiedades físicas del suelo y promueve un mejor desarrollo de la planta, proporcionando mayores rendimientos a pesar de la presencia de los nematodos (28).

2.1.17. Beneficios al utilizar gallinaza

La gallinaza se la puede utilizar para varias utilidades como alimento de ganado, fertilización de suelo y como producción de biogás. El estiércol de pollo (gallinaza) es la principal fuente de nitrógeno en la producción de estiércol fermentado. Su principal contribución es la mejora de las propiedades de fertilidad del suelo. Elementos nutritivos como el, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. En pequeñas cantidades para mejorar las propiedades físicas del suelo (7).

2.1.18. Fertilizantes químicos

Se denominan fertilizantes químicos y son productos producidos comercialmente, que se obtienen a partir de sustancias naturales de nitrógeno, fósforo y potasio que se aplican al suelo para restaurar la fertilidad y aumentar el rendimiento de los bosques, la agricultura y la industria (4).

2.2. Marco Referencial

Para Becerra (29), en su investigación titulada determinación del nivel óptimo de fertilización nitrogenada para *Swietenia humilis* (Caoba del Pacífico) en etapa de vivero en Honduras, en la cual usó cinco niveles de fertilización con urea (0, 100, 120, 140 y 160 kg/ha de N). Las variables que se midieron fueron: altura a la yema apical, diámetro al cuello de la raíz. Tamaño de la raíz y sobrevivencia en el campo. La fertilización se realizó 1 mes después de la germinación. Las plantas fueron trasplantadas al campo a los 69 días después de la fertilización y la sobrevivencia se midió 30 días después de trasplantadas al campo. El nivel de 140 kg/ha de N produjo plántulas más altas y presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.015$). Sin embargo, el testigo produjo plántulas con mayores diámetros ($P < 0.0008$), esto posiblemente se deba a que las plantas aprovechan el nitrógeno para crecer en altura, sacrificando su crecimiento en diámetro.

Por otro lado, en el tamaño de la raíz, no se observó significancia estadística, pero las medias para los tratamientos fueron muy similares, indicando que posiblemente el nitrógeno no favorezca el desarrollo de la raíz. Con los resultados de esta investigación se infiere que la fertilización nitrogenada no influyó en el índice de sobrevivencia en el campo, dado a que posiblemente las plantas hayan sido favorecidas por la época de lluvias, lo que no permitió demostrar su vigor.

Por su parte Verde (30), desarrollaron una investigación titulada Nutrición para el rápido crecimiento de plantas de caoba (*Swietenia macrophylla* King), en donde utilizaron fertilizantes minerales, composta, inoculación con cepas de micorriza y aplicación de CO₂ atmosférico. Las variables que se evaluaron fueron el crecimiento, estructura del tallo, y variables de tipo nutricionales a nivel foliar. Los resultados mostraron efectos altamente significativos del CO₂ sobre la altura y el volumen del tallo, la nutrición mineral con nitrógeno (N) sobre la parte aérea y la interacción de estos dos factores (CO₂*N) sobre la altura de planta, parte aérea, raíz y volumen de tallo.

Esto indicó que la aplicación de nutrición mineral sobre el crecimiento de la parte aérea y la producción de biomasa total mostró efectos a nivel morfológico, mientras que la aplicación de CO₂ sólo afectó significativamente la altura de plantas. El resto de los factores tuvieron efectos similares en diámetro basal, altura, parte aérea, raíz y biomasa total Verde (30).

Con respecto al uso de abonos orgánicos en la fertilización de *S. macrophylla*, Huaracaya Ruiz (31), al estudiar el efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la producción de *Swietenia macrophylla* King – Satipo, evaluó el efecto de las mezclas de excretas de vacuno, ovino, gallinaza y cuy, para lo cual se prepararon seis mezclas en diferentes proporciones, añadidas al suelo agrícola (40%) más arena (25%). El autor consideró variables como altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de la raíz y calidad de la planta.

Entre sus principales resultados de las variables dasonómicas obtuvo que, a 115 días de evaluación, el grupo de plantas repicadas en sustrato 5% de excreta de vacuno más 5% ovino más 25% de cuy (5V-5O-25C) alcanzaron un promedio de altura de 24,37 cm con diámetro del tallo 5,79 mm; la raíz principal alcanzó 12,42 cm y color de hojas de 66,7% verde intenso y 33,3% verde normal. La forma de las plantas observada en el tratamiento (5V-5O-25C) fue superior a los otros tratamientos, 83,3% significativamente diferente a los demás tratamientos. Sin embargo, a nivel general se observó que, para la producción de plantas de caoba en fase de vivero, utilizando abono orgánico proveniente de excretas de animales domésticos, se debe considerar el tiempo de descomposición de estas fuentes para optimizar la influencia de sus elementos orgánicos Huaracaya Ruiz (31).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El estudio se realizó en un vivero que mantiene un sistema de producción de (*S. macrophylla*) llamado vivero agroforestal “Juanito” ubicado en la comunidad Luis Felipe del cantón Quevedo en el km 5 ½ vía, al Empalme a 100 metros de la entrada al cantón Mocache.

3.2. Características edafoclimáticas del sitio de estudio.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio

Parámetros	Promedio
Temperatura	25 °C
Humedad relativa	84 %
Precipitación anual	1500-2500 mm
Heliofanía	915,56 horas luz año
Topografía	Regular

Fuente: (32).

Objetivo 1. Registrar la sobrevivencia de las plántulas de *S. macrophylla* en dos tipos de fertilizantes, al final del periodo de evaluación.

Para la evaluación del crecimiento inicial de *S. macrophylla* se llevará un monitoreo cada 15 días, durante 6 semanas, después de su germinación. La sobrevivencia será determinada en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición. Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizará la siguiente ecuación (33):

Ecuación 1. Porcentaje de supervivencia:

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

Donde:

Pv: plantas vivas

Pm: plantas muertas.

Objetivo 2. Comparar el efecto de los fertilizantes, orgánicos e inorgánicos sobre las variables morfológicas de *S. macrophylla* a nivel de vivero.

Para evaluar el efecto de los fertilizantes se determinará la altura de la planta y se utilizará una regla graduada en centímetros, y los datos se registrarán una vez por semana, así mismo el diámetro del tallo, se determinará mediante un calibrador digital o tradicional, una vez por semana. Con respecto al número de hojas, el conteo de hojas se realizará de manera manual. Además, se evaluarán los índices de robustez y de calidad, descritos a continuación:

3.2.1. *Índice de robustez o esbeltez*

Este se relaciona con la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) y se determino mediante la siguiente formula:

Ecuación 2. Índice de robustez o esbeltez

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

3.2.2. *Índice de calidad de Dickson*

Se determino mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Índice de calidad de Dickson

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Peso seco de Raíz (g)}}}$$

Objetivo 3. Analizar el beneficio económico y el alcance social de la investigación.

Se realizó el análisis económico, partiendo de los costos fijos y costos variables que se utilizarán para realizar la investigación. Además, se analizará el costo de producción en fase de viveros y se comparará el rendimiento económico con la venta de las plántulas, considerando los costos de producción.

3.2.3. Relación beneficio-coste

Se calculará la relación beneficio coste a cada tratamiento aplicando la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Relación beneficio-coste

$$R\ B/C = IT / CT$$

Donde:

RB/C = Relación Beneficio Costo

IT = Ingresos Totales

CT = Costos Totales.

3.3. Diseño de la investigación

A todas las variables se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos, cada tratamiento con cinco repeticiones, constituidas por 10 observaciones (plantas). Para comparar los tratamientos se utilizará el programa estadístico InfoStat y se aplicará la prueba de Tukey al 0.5 de probabilidad de error. El modelo estadístico, bajo el cual se analizarán las variables de respuesta, es el siguiente:

Ecuación 5. Prueba de Tukey

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

- ❖ Y_{ij} = el modelo total de una observación
- ❖ μ = medida de la población
- ❖ T_i = Efecto “i-ésimo” de los tratamientos
- ❖ E_{ijk} = Efecto aleatorio (error experimental)

Tabla 3 Esquema del análisis de la varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t-1$	2
Error experimental	$t \times (r - 1)$	12
Total	$t \times r - 1$	14

3.4. *Tratamientos*

Tabla 4. Detalle de dosis

Tratamientos	Combinación	Repeticiones	Dosis
T0	Control	5	0
T1	Fertilizante químico (Gallinaza)	5	200 mL/planta
T2	Fertilizante químico (NPK 10-30-10)	5	5 g/planta

3.5. Recursos humanos y materiales

3.5.1. *Materiales de campo*

- ❖ Calibrador
- ❖ Fundas de polietileno.
- ❖ Botas.
- ❖ Sustratos.
- ❖ Hojas de campo.
- ❖ Regla.
- ❖ Letreros referenciales.
- ❖ Lapicero cámara fotográfica.
- ❖ Fertilizante químico (NPK 10-30-10).
- ❖ Fertilizante orgánico (gallinaza).

3.5.2. *Material biológico*

- ❖ Semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* King).

3.5.3. *Material de oficina*

- ❖ Microsoft Word
- ❖ Microsoft Excel
- ❖ Laptop
- ❖ Infostat.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de sobrevivencia de *S. macrophylla* a nivel de vivero

De acuerdo en la información proporcionada en la tabla 5, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la tasa de supervivencia entre los tratamientos T1 y T2, con valores de 90% y 98%, respectivamente. No obstante, se puede apreciar que el tratamiento T0 tuvo la tasa de supervivencia más baja, con un 78%.

Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia bajo tipos de fertilización.

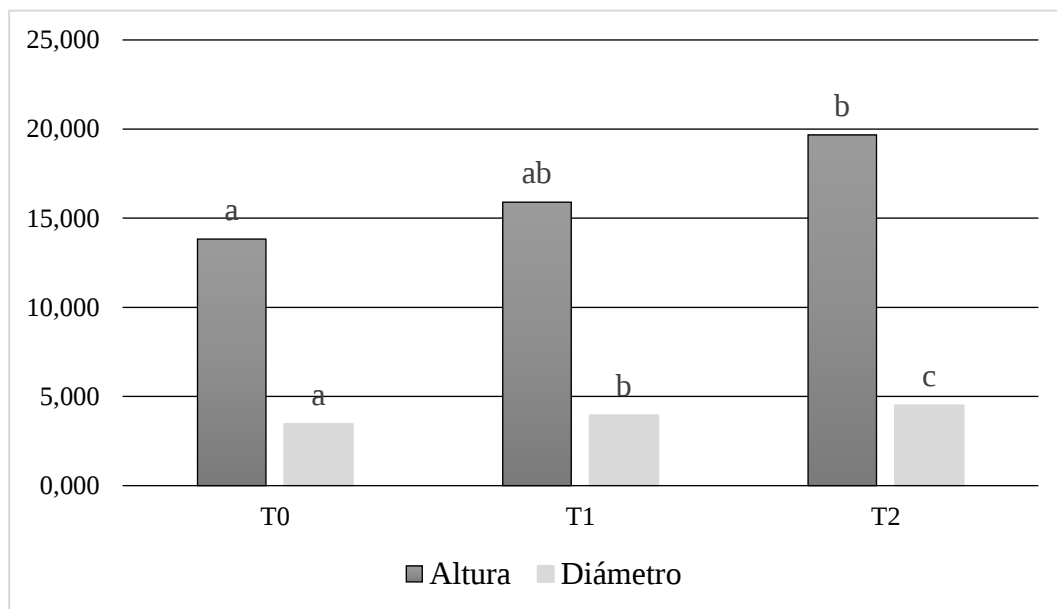
Tratamientos	% Sobrevivencia
T0 Control	78 % a
T1 Organica (gallinaza)	90 % a
T2 Quimico (NPK)	98 % b

Esto se debe a que la fertilización química puede proporcionar rápidamente los nutrientes necesarios y corregir las deficiencias nutricionales de manera efectiva. Mientras que la los fertilizantes orgánicos liberan nutrientes lentamente a lo largo del tiempo, lo que puede proporcionar un suministro constante de nutrientes a las plantas, pero con una asimilación de nutrientes lenta.

4.1.2. Altura y diámetro de la especie de *S. macrophylla*

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos en cuanto a las variables de altura y diámetro medidas después de 60 días. La fertilización química obtuvo los mayores valores de altura del tallo 19,67 cm y diámetro del tallo 4,51 mm, seguida del tratamiento con fertilizante orgánica, que tuvo una altura de 15,90 cm y un diámetro de 3,95 mm por último la altura y diámetro presentó los valores bajos en el tratamiento control con valores de 13,83 y 3,47 respectivamente. Estos resultados pueden visualizarse en la figura 1.

Figura 1. Altura y diámetro del promedio de los 60 días de la especie de *S. macrophylla*



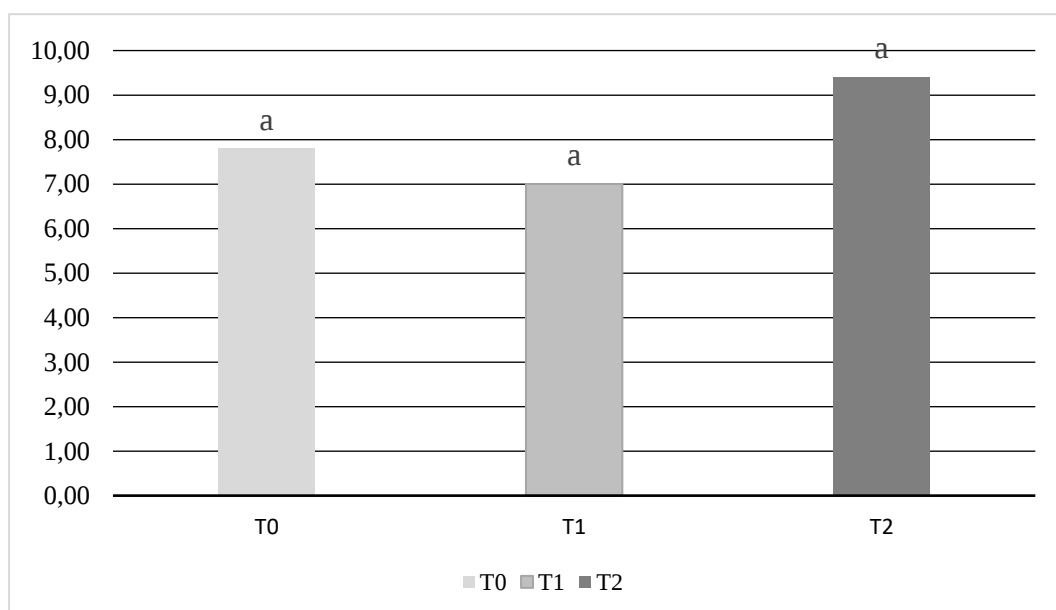
Los fertilizantes químicos están formulados para proporcionar nutrientes esenciales de manera rápida y directa a las plantas. Estos nutrientes, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), son necesarios para el crecimiento vegetativo y la formación de tejidos. Al suministrar estos nutrientes de manera rápida y en cantidades adecuadas, la fertilización química puede promover un crecimiento más rápido y vigoroso en las plántulas de caoba.

4.1.3 Número de hojas de las especies *S. macrophylla*

El número de hojas de las plántulas de *S. macrophylla* no mostró diferencias significativas después de los 60 días, sin embargo, se observaron diferencias descriptivas entre los tratamientos. El tratamiento T2 (químico) tuvo una cantidad promedio de hojas, con un valor de 9,4, mientras que el tratamiento T0 y T1 (control y gallinaza respectivamente) mostraron valores bajos de 7,00 y 7,80 respectivamente en cuanto al número de hojas. Estos resultados se pueden visualizar en la figura 2.

Si bien es cierto que el fertilizante químico presentó un mayor número de hojas en comparación con el control y el fertilizante orgánico, también es importante tener en cuenta que el fertilizante químico tuvo un mejor crecimiento en las hojas en términos de volumen.

Figura 2. Promedio de número de hojas de *S. macrophylla*.

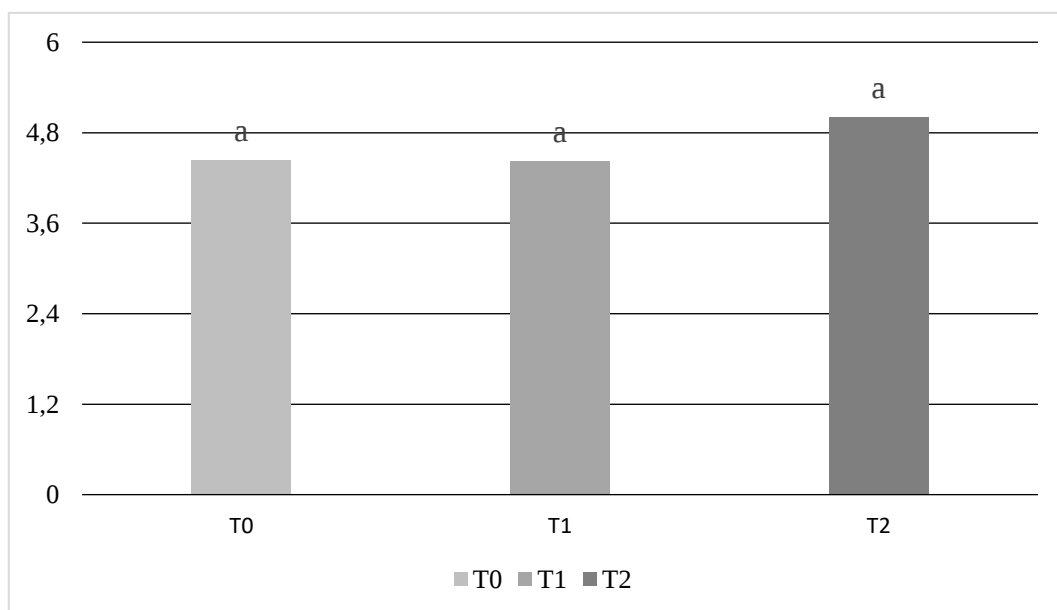


4.1.4 Índice de robustez

La figura 3. Muestra que, en cuanto a la robustez de la plántula de *S. macrophylla*, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos evaluados al cabo de los 60 días. Sin embargo, descriptivamente se puede observar que el tratamiento T2 (químico) presentó los valores más altos con un promedio de 5,01, mientras que el tratamiento T1 (gallinaza) obtuvo el valor más bajo con un promedio de 4,42. En otras palabras, el tratamiento con fertilizante orgánico parece haber promovido una mayor robustez en la planta en comparación con el tratamiento de control.

Se puede interpretar que la fertilización química puede contribuir a la robustez de las plántulas de caoba al proporcionar nutrientes específicos de manera rápida y en cantidades adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Figura 3. Índice de robustez de la especie de *S. macrophylla*

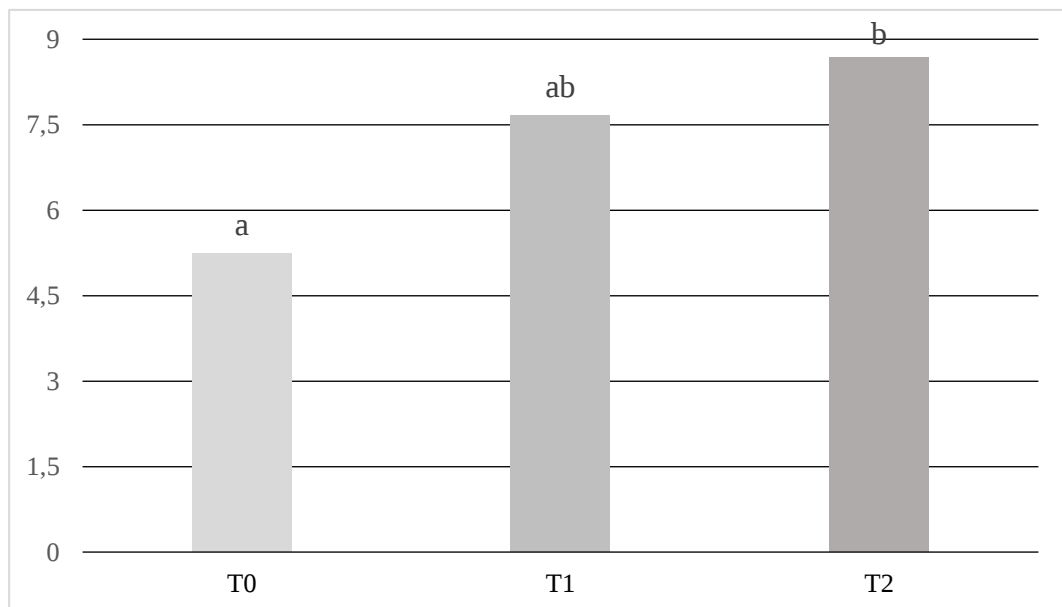


4.1.5 Promedio de clorofila

La figura 4 muestra que, al cabo de los 60 días, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de clorofila de la plántula entre los tres tratamientos evaluados. Específicamente, el tratamiento T2 (químico) presentó el mayor promedio en contenido de clorofila, con un valor de 8,68, seguido por el tratamiento T1 (orgánico) con un valor de 7,66, mientras que el valor más bajo en contenido de clorofila lo presentó el tratamiento T0 (control), con un promedio de 5,24.

El T2, que recibió fertilizante químico, contiene los nutrientes NPK, que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos nutrientes son altamente solubles y de fácil absorción para las raíces de las plantas. Por otro lado, el T1 recibió fertilizante orgánico (gallinaza), que contiene nutrientes en una forma menos soluble y de lenta liberación, lo que puede haber afectado la producción de clorofila.,

Figura 4. Promedio de clorofila en la especie de *S. macrophylla*.



4.1.6 Relación de la calidad de plántulas de *S. macrophylla* (caoba).

Con relación al índice de lignificación no se obtuvieron diferencias estadísticas, sin embargo, numéricamente si hubo diferencia, con una 26,87 el tratamiento químico obtuvo mejores resultados que los otros dos tratamientos.

La lignificación es un proceso importante en el desarrollo de las plantas, ya que se refiere a la formación de tejido leñoso que brinda soporte y protección a la planta.

En relación al índice de robustez no se obtuvieron diferencias estadísticas, pero numéricamente si, siendo el tratamiento químico mejor con 4,38 superior a los tratamientos testigo y orgánico.

El fertilizante químico es más efectivo que el orgánico en términos de nutrición y crecimiento de las plántulas de *S. macrophylla*. Es importante considerar que el uso de fertilizantes químicos debe ser realizado de manera adecuada y responsable, siguiendo las dosis recomendadas y las prácticas agrícolas sostenibles para evitar impactos negativos en el medio ambiente.

En relación al peso aéreo y peso seco no presentaron diferencias estadísticas, pero cuantitativamente si, siendo el tratamiento químico mejor con un 3,75 con relación al (PSA/PSR). En la relación de PSA y PSR se presentó que el tratamiento químico contiene nutrientes esenciales para el suelo y sostenible para la plántula de caoba. Sin embargo, Prieto (40) nos indica que cuando los valores superan 2,5, hay una falta de proporción y el sistema de raíces no es suficiente para suministrar la energía necesaria a la parte aérea de la planta.

Con relación la calidad de la planta (ICD) en *Swietenia macrophylla* (caoba) a nivel de vivero a los 60 días el T1 con un ICD= 0,15, el tratamiento T2 con un ICD=0,16 y el T3 con un ICD=0,19 no representaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo el T2 obtuvo diferencia numéricamente superior a los demás tratamientos. Los fertilizantes químicos tienen una composición sintética compleja que proporciona nutrientes de manera gradual y equilibrada a la plántula, lo que permite un crecimiento más y saludable en comparación con los fertilizantes orgánicos sostenibles.

Tabla 6. Efecto de la aplicación de fertilizantes sobre la calidad de plántulas en vivero.

Tratamientos	IL	IR	PSA/PSR	ICD
T0 Control	22,85 a	3,99 a	2,88 a	0,15 a
T1 Gallinaza	24,01 a	4,03 a	3,38 a	0,16 a
T2 NPK	26,87 a	4,38 a	3,75 a	0,19 a

Mediadas con una letra común no son significativa ($P > 0,05$).

4.1.6 Relación de beneficio/costo de la plantulas de *S. macrophylla* a nivel de vivero.

Para determinar la relación beneficio/costo de la investigación se realizó un flujo de caja por cada tratamiento durante 8 semanas que duro el estudio, considerando los costos y egresos que se presentaron durante el proceso.

Tabla 7. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 0 (Control)

T0 testigo absoluto (Control)									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Sustrato	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Fundas (10*17)	4,2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	herbicidas	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Testigo absoluto (Sin aplicación)	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Servicios básicos (agua)	2,5	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50
	Costos totales	15,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	32,7								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plantulas (precio de venta promedio 0,05\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	25
Ingreso total de estudio	25								
Ganancia neta	-7,7								
Relación Beneficio/Costo	0,76								

Tabla 8. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 1(Orgánico).

T1 tratamiento comercial Gallinaza									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Sustrato	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Fundas (10*17)	4,2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	herbicidas	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Gallinaza	2,5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Servicios básicos (agua)	2,5	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50
	Costos totales	17,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	35,2								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plantulas (precio de venta promedio 0,11\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	55
Ingreso total de estudio	55								
Ganancia neta	19,8								
Relación Beneficio/Costo	1,56								

Tabla 9. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 2 (Inorgánico).

T2 tratamiento comercial Químico (NPK)									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Sustrato	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Fundas (10*17)	4,2	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	herbicidas	0	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	NPK	12,5	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
	Servicios básicos (agua)	2,5	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50	\$2,50
	Costos totales	27,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	45,2								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plantulas (precio de venta promedio 0,18\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	90
Ingreso total de estudio	90								
Ganancia neta	44,8								
Relación Beneficio/Costo	1,99								

Tabla 10. Relación beneficio/costo en la producción de plántulas de *S. macrophylla*.

Tratamientos	Relación Beneficio/Costo
T0	0,76
T1	1,56
T2	1,99

Al comparar los resultados de los distintos tratamientos, se pudo notar que aquellos que emplearon fertilizantes tuvieron un valor superior a 1, indicando que los beneficios superaron los costos y que el proyecto es económicamente rentable. En cambio, el tratamiento T0, que no se utilizó fertilizantes, obtuvo un valor inferior a 1, demostrando que los costos son superiores a los beneficios y que el proyecto no resulta rentable, lo que implicaría pérdidas económicas en el proyecto.

4.2. Discusión

Según el estudio realizado por Toledo (34), se evaluó la tasa de supervivencia de plántulas de dos variedades de *O. pyramidale* en un ambiente de vivero. Los resultados mostraron que la variedad típica logró una tasa de supervivencia del 99%, mientras que la variedad bicolor obtuvo un 98%. Esto sugiere que la mortalidad de la especie es baja y que su capacidad de supervivencia es alta.

De acuerdo al estudio realizado por, Cusquillo (35), deduce que el fertilizante químico en forma soluble mostro resultados favorables en cuanto al diámetro y altura en la especie *Pinus radiata*, donde se pronosticó que presenta mejor desarrollo vegetativa en esta especie, mientras que, Castro-Garibay (36), presento que en la especie de *Pinus greggii* la fertilización organica no presentó ningún tipo de efectos en sus crecimiento en las plantulas ni en las concentraciones de nutrientes en el follaje.

Para Chuquizuta & Rodríguez (36) investigó los efectos del fertilizante foliar en el número de hojas de *Swietenia macrophylla*. Los resultados indicaron que la aplicación del fertilizante foliar mejoró significativamente el número de hojas de la planta en comparación con las plantas no tratadas con el fertilizante. Además, se encontró que la dosis óptima de fertilizante foliar fue de 0,5% para obtener el máximo número de hojas. Este estudio sugiere que la aplicación de fertilizante foliar puede mejorar el crecimiento y desarrollo de swietenia macrophylla.

En el estudio realizado por, Cusquillo (35) deduce que el fertilizante químico N-P-K (10-30-10) con dosis de 2,5 g/planta obtuvo mejor significancia en comparación a los tratamiento testigo y orgánico, en cuanto a la asimilación de nutrientes ayudando obtener una robustez aceptable. También, Reyes-Castro (37) comparó la calidad de las plantas de jagua *Genipa americana* L. en vivero bajo la fertilización convencional y de liberación controlada. En el cual el fertilizante químico utilizado en diferentes dosis, obtuvo un índice de robustez entre 3,24 y 4,13 cm, que comparándolo con los resultados obtenidos de la investigación se obtuvieron datos similares.

El estudio realizado por, Gómez-Romero (38) observaron diferencias significativas en la cantidad de clorofila entre las especies ($p=0,043$) y una respuesta positiva, aunque apenas significativa, en relación al tipo de fertilizante utilizado ($p=0,051$). En general, se encontró que las plantas que recibieron fertilización de nitrógeno presentaron concentraciones mayores de clorofila,

En este sentido, la disponibilidad de nutrientes es crucial para que la planta pueda desarrollar un buen sistema de lignificación. Para, Rueda-Sánchez (39) indica que el valor medio de las especies latifoliadas es de 17 a 26% de lignificación. Esto hace referencia a los resultados obtenidos a nuestra investigación.

En el índice de robustez según, Reyes-Castro (37) nos indica que la aplicación de fertilizantes químicos con bases nitrogenadas ayudan al crecimiento de la planta. Resultando el T1 y T2 con diferencias numéricas significativas, mientras que estadísticamente no mostró significancia, el cual no demostró un desequilibrio entre el crecimiento en altura y el diámetro de las plantas, lo que sugiere que no podrá presentar problemas al ser expuestos a vientos fuertes después de haber sido plantadas y establecidas.

En la relación de PSA y PSR se presentó que el tratamiento químico contiene nutrientes esenciales para el suelo y sostenible para la plántula de caoba. Sin embargo, Prieto (40) nos indica que cuando los valores superan 2,5, hay una falta de proporción y el sistema de raíces no es suficiente para suministrar la energía necesaria a la parte aérea de la planta.

Pero para, Hayashida-Oliver (41) indica que la producción de biomasa en diversas especies meliáceas, concluyó que solo *S. macrophylla* mostró una inversión significativamente mayor de biomasa en sus raíces. Además, en este trabajo en particular, se encontró que la proporción de peso seco entre la parte aérea y las raíces fue de aproximadamente 3 en dicha especie.

Según, Villanueva (42) los estudios realizados en su investigación representa que en plantaciones, se sugiere un valor mínimo de 0,2 para el índice de calidad de la planta en especies latifoliadas, previniendo así futuras problemas al momento de ser llevada a plantaciones.

Para, Reyes-Castro (37) realizó un estudio donde comparó la calidad de las plantas de jagua (*Genipa americana* L.) cultivadas con fertilización convencional y liberación controlada. Evaluándolas con el fertilizante químico Osmocote el cual mostró diferencias en variadas dosis y se evaluó el Índice de Dickson de las plantas. Los valores del Índice de Dickson oscilaron entre 0,28 y 0,13 para las diferentes dosis de Osmocote, mientras que el valor del testigo fue de 0,07.

Según (43) en la interpretación de la relación beneficio/costo, se establece que un resultado mayor a 1 indica que el proyecto es aceptable o rentable, mientras que un resultado igual a 1 significa que no hay beneficios ni pérdidas, y un resultado menor a 1 indica que el proyecto no es rentable y, por lo tanto, no es considerado. Al comparar los resultados de los tratamientos obtenidos, se observa que aquellos en los que se aplicó fertilizantes obtuvieron un valor mayor a 1, lo que indica que los beneficios superan los costos, lo que significa que el proyecto es rentable económicamente.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se ha encontrado que el uso de fertilizantes sintético químico líquido, logra mejorar los patrones morfológicos y la calidad de las plántulas de *S. macrophylla*. Esto se debe a que reduce la necesidad de fertilizantes orgánico y proporciona nutrientes de forma más equilibrada y gradual.

Los tratamientos que utilizaron fertilización orgánica e inorgánica obtuvieron los mejores resultados en términos de relación beneficio/costo, con valores superiores a 1. Esto demuestra que son opciones rentables para proyectos forestales.

La aplicación de diferentes dosis de fertilizantes en las plántulas de *S. macrophylla*, se logró determinar que el tratamiento químico mostró un mayor crecimiento en comparación con los tratamientos orgánicos y control evaluados.

5.2. Recomendaciones

Se sugiere el uso del fertilizante químico NPK en dosis de 5 g/ planta con aplicaciones cada 15 días, basado en los resultados obtenidos en el crecimiento morfológico de la especie *S. macrophylla* a través de diferentes índices evaluados ya que obtuvo un comportamiento fisiológico en la plántula favorable.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales para evaluar el impacto de las mismas concentraciones de fertilizantes utilizados en el proyecto en otras especies y su comportamiento correspondiente.

Se recomienda realizar una revisión bibliográfica exhaustiva y adecuada para resolver las dudas e interrogantes presentes en los proyectos de investigación.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Negreros-Castillo P, Martínez-Salazar I, Aquino CÁ, Martínez AN, Mize CW. Survival and growth of *Swietenia macrophylla* seedlings from seeds sown into slash and burn fields in Quintana Roo, Mexico. *BOIS FORETS DES Trop*. 2018;337:17–26.
2. Bauer G, Francis JK. *Swietenia macrophylla* King Caoba hondureña, Honduras mahogany. Trabanino, S (traductor) Bioecología árboles Nativ y exóticos Puerto Rico y las Indias Occident Río Piedras, PR, US Dep Agric For Serv International Inst Trop For. 2000;492–8.
3. De los Santos Pinargote J, Hurtado KSQ, Jalca OFM, Rodríguez MPR. Desarrollo inicial en plantaciones de *Ziziphus thyrsoiflora* Benth, *Geoffroea spinosa* Jacq Y *Handroanthus chrysanthus* Jacq. EN JIPIJAPA, MANABÍ, ECUADOR. *UNESUM-Ciencias Rev Científica Multidiscip* ISSN 2602-8166. 2019;3(1):73–84.
4. Mundial M. Los fertilizantes y sus usos. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 1993;20(12):801–8.
5. Reyes Pozo JL, León Sánchez MA, Herrero Echeverría G. Influencia de la fertilización mineral sobre la retención de carbono en una plantación de pino. *Rev Mex ciencias For*. 2019;10(51):4–22.
6. Tenorio Espín MR. Evaluación de cuatro sustratos para la reproducción sexual de *Swietenia macrophylla* (Caoba) en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la ciudad Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018.
7. Alcalá Martínez R, Gutiérrez-Granados G. Ecología, genética y conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla*): herramientas para un manejo adaptativo de la selva maya de Quintana Roo, México. Cuernavaca, MX. Univ Autónoma del Estado Morelos. 2011;56.
8. Carlos Bonilla, Marcelo Pino JL. Proyecto de desarrollo rural integral sostenible en la provincia de chimborazo. 2014;21.
9. López Bustamante JR. Efectos de los niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de teca (*Tectona grandis* lf), en el Cantón Mocache, año 2016. Quevedo: UTEQ; 2016.
10. Fernández IR. Estudios Ideas para la delimitación de los tipos de incendio forestal.

2008;881–902.

11. Martínez-Ruiz R, Azpíroz-Rivero HS, Cetina-Alcalá VM, Gutiérrez-Espinoza MA. Importancia de las plantaciones forestales de *Eucalyptus*. Ra Ximhai. 2006;2(3):815–46.
12. Monjardín-Armenta SA, Pacheco-Angulo CE, Plata-Rocha W, Corrales-Barraza G. La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. Madera y bosques. 2017;23(1):7–22.
13. Morales J. Efecto de los macronutrientes procedentes de diferentes fuentes en el crecimiento y calidad de plántulas de Palisangre blanco (*Pterocarpus rohrii*), en fase de vivero–UNU, 2020. 2022;
14. González V, Pomares F. Fertilización y balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Soc Española Agric Ecol SEAE [Internet]. 2008;24. Available from: <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
15. Abad-Merjón M, Martínez-Herrero MD, Martínez-Corts J, Martínez-García PF. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. In: I Jornadas de Sustratos. SECH; 1993. p. 141–54.
16. Romero OD. Impacto del uso de fertilizantes químicos en la producción del cultivo de naranja (*Citrus sinensis* L.). Babahoyo: UTB, 2022; 2022.
17. Gastelum Osorio DA. Demanda nutrimental y manejo agronómico del cultivo *Physalis peruvianum* L. 2012.
18. García X, Rodríguez B. Producción de plantas de calidad para establecer plantaciones comerciales de caoba. Ficha tecnológica INIFAP Quintana Roo–México. 2008;
19. Gómez D. Efecto de la aplicación de dosis de NPK en el crecimiento de *Swietenia macrophylla* King Caoba en Tingo María. 2010;
20. Fajardo Peláez IA. Trabajo de graduación realizado en San Francisco, Petén, Guatemala, CA con énfasis en “identificación y determinación de 15 especies maderables para su producción en Pilonos de Antigua S. A,(Finca Tierra Maya).” Universidad de San Carlos de Guatemala; 2011.
21. Pascual-S. Izquierdo R, Venegas Yuste S. La materia orgánica del suelo. Papel de los microorganismos. Ciencias Ambient [Internet]. 2014;1–11. Available from: [http://www.ugr.es/~cjl/MO en suelos.pdf](http://www.ugr.es/~cjl/MO_en_suelos.pdf) [https://www.ugr.es/~cjl/MO en suelos.pdf](https://www.ugr.es/~cjl/MO_en_suelos.pdf)
22. Martínez M. Diagnóstico del estado actual de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en

- los bosques manejados de Quintana Roo, México: perspectivas para su manejo. Tesis de doctorado). Universidad Veracruzana, México; 2015.
23. Estrada M. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Lasallista*. 2005;2(1):43–8.
 24. Alejandro M, Boneth D. Análisis comparativo entre gallinaza líquida y abonos inorgánicos. 2021;(June):0–8.
 25. Pérez JM. Protección de la caoba del ataque de *Hypsipyla grandella*, en su etapa de establecimiento. PROSAE Yurimaguas-Perú. 2000;
 26. Cibrián D, García DS, Macías B. Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. Zapopan, Jalisco, México. 2008;
 27. Pérez JM. Manejo de Seis especies forestales. Cent Investig y Prod Agroforestal Prosae–Yurimaguas–Perú Sin publicar. 2008;
 28. Grogan RL, Landis M, Free CM, Schulze MD, Lentini M, Ashton MS, et al. Dinámicas poblacionales de *Swietenia macrophylla* de caoba de hoja grande e implicaciones para el manejo sostenible. *J Appl Ecol*. 2018;664–74.
 29. Becerra SC. Determinación del nivel óptimo de fertilización nitrogenada para *Swietenia humilis* (Caoba del Pacífico) en etapa de vivero en Zamorano, Honduras. 2000;
 30. Verde M. Influencia de dos sustratos y tres tamaños de semilla en la germinación y crecimiento inicial de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en Tingo María. 2014;
 31. Huaracaya Ruiz FA. Efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la producción de *Swietenia macrophylla* King-Satipo. 2018;
 32. INAMHI. (Intituto Nacional de Meteorología e Hidrología Departamento Agrometeorológico del INIAP). Inf Agrometeorológica la Finca Exp “La María” Quevedo, Ecuador. 2021;2010–5.
 33. Linares E. Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales (Instrucción Técnica No. 6). MINAG; 2005.
 34. Toledo K. Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Maestría]. El colegio de la Frontera Sur. 46; 2016.
 35. Cusquillo BD. Evaluación de dos tipos de fertilizantes químicos (granular y soluble), en el desarrollo vegetativo de (*Pinus radiata* D. Don) en etapa de vivero. 2022;
 36. Castro-Garibay SL, Aldrete A, López-Upton J, Ordáz-Chaparro VM. Efecto del envase, sustrato y fertilización en el crecimiento de *Pinus greggii* var. *australis* en vivero. *Agrociencia*. 2018;52(1):115–27.

37. Reyes-Castro R, Arreola-Enríquez J, Carrillo-Avila E, Obrador-Olán JJ. Evaluation of the conventional and controlled release fertilization, on the quality of jagua plants (*Genipa americana* L.) in nursery Evaluación de la fertilización convencional y de liberación controlada, sobre la calidad de plantas de jagua (*Genipa ameri.*) Agroproductividad. 2020;13(5):43–50.
38. Gómez-Romero M, Soto-Correa JC, Blanco-García JA, Sáenz-Romero C, Villegas J, Lindig-Cisneros R. Estudio de especies de pino para restauración de sitios degradados. Agrociencia. 2012;46(8):795–807.
39. Rueda-Sánchez A, Benavides-Solorio J de D, Saenz-Reyez J, Muñoz Flores HJ, Prieto-Ruiz JÁ, Orozco Gutiérrez G. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Rev Mex ciencias For. 2014;5(22):58–73.
40. Prieto RJA, García RJL, Mejía BJM, Huchín AS, Aguilar VJL. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p. 2009.
41. Hayashida-Oliver Y, Boot R, Poorter L. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. Ecol en Bolív. 2001;35:51–60.
42. Villanueva ÓGG. Situación actual de los viveros forestales. Hortíc Int. 2006;(1):26–31.
43. Arevalo K, Pastrano E, Armijos V. Relación beneficio–costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. Rev Publicando. 2016;3(7):503–28.

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexos 1. Plantulas de *S. macrophylla*.



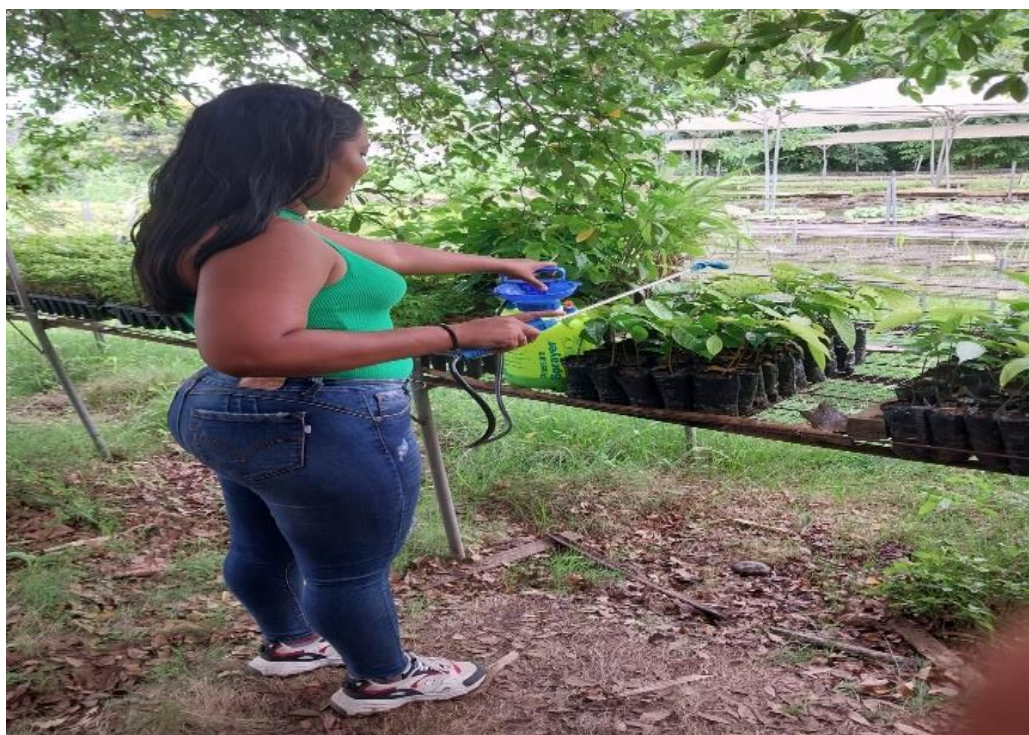
Anexos 2. Riego de las especies de *S. macrophylla*.



Anexos 3. Fertilización organica (gallinaza)



Anexos 4. Fertilización química (NPK)



Anexos 5. Promedio de la clorofila en la especie de *S. macrophylla*

