



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:

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL
DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE *Cedrela odorata* L. (CEDRO) A NIVEL
DE VIVERO MEDIANTE EL SISTEMA DE PROPAGACIÓN DE BOLSAS
PLÁSTICAS”.

Autor:

José Valentín Espinosa Mamonte.

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza Bone, PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Valentín Espinosa Mamonte**, declaro bajo el juramento que el trabajo 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.

José Valentín Espinosa Mamonte

C.I. 1207564640

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza Bone, PhD docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante, José Valentín Espinosa Mamonte realizó el proyecto de investigación de grado titulado “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE *Cedrela odorata* L. (CEDRO) A NIVEL DE VIVERO MEDIANTE EL SISTEMA DE PROPAGACIÓN 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. M.Sc. 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 “**Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el desarrollo inicial de plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a nivel de vivero mediante el sistema de bolsas plástica**” perteneciente al estudiante de carrera de Forestal **José Valentín Espinosa Mamonte**, **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 5%

Document Information

Analyzed document	Proyecto de Investigación Espinosa José (1).docx (D166022407)
Submitted	2023-05-05 18:01:00
Submitted by	FABRICIO FABIAN MEZA BONE
Submitter email	fmeza@uteq.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	fmeza.uteq@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza B, PhD
Director del Proyecto de Investigación



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el desarrollo inicial de plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a nivel de vivero mediante el sistema de propagación de bolsas plásticas”

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

APROBADO POR:

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

Ing.For. 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

El principal agradecimiento es para Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante brindándome conocimientos, sabiduría, esfuerzo y dedicación necesario para poder culminar este proyecto de investigación.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios. Siempre agradecidos con mi mamá, papá y hermanos por siempre apoyarme en cada meta que me eh propuesto a lo largo de mi carrera.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles, a todos mis familiares por el apoyo que eh recibido durante mi carrera a ellos les dedico la culminación de mi carrera universitaria.

A mi hermano quien ha sido también unos de mis mayores motivaciones para nunca rendirme en los estudios y llegar hacer un ejemplo para mi familia.

José Valentín Espinosa Mamonte

RESUMEN

El cedro es originario de América Central, se encuentra en México, Brasil, El Caribe, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Perú y Panamá. Es un árbol de bosques tropófilos, dentro de los sistemas agroforestales cumple con muchos propósitos como producción de madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc. La presente investigación tiene como finalidad evaluar la predominancia de los fertilizantes inorgánicos (NPK) y el fertilizante orgánico (gallinaza) aplicándolo de manera foliar, para determinar diferencias significativas sobre las variables morfológicas, en el crecimiento de la planta de cedro (*Cedrela odorata* L.). Las dosis de fertilización a experimentar sobre la planta son 1,42ml / planta para el fertilizante orgánico y 5 gr/ planta para la fertilización inorgánica aplicándolo cada 15, 30, 45 y 60 días después de su germinación. Se realizó un diseño completamente al azar, la investigación consta con 3 tratamientos, T0, T1, T2 y cada tratamiento consta de 5 repeticiones con una total de 225 plantas de cedro. Las variables a evaluar son diámetros, altura, número de hojas, robustez, Índice de calidad de Dickson, indica la calidad media del total de plántones tratados y la supervivencia de la planta de cedro. Se realizó la relación beneficio costo de los tipos de fertilizantes usados en la investigación. Hasta el momento el fertilizante orgánico (gallinaza) ha dado mejores resultados que permiten evidenciar mayor crecimiento de la planta ya que el aporte de nitrógeno que contiene este abono es de gran aporte para el desarrollo de la plántula en vivero, ante el fertilizante inorgánico.

Palabras claves: Abonos, germinación, crecimiento.

ABSTRACT

The cedar is native to Central América, it is found in Mexico, Brazil, the Caribbean, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Peru and Panama. It is a tree of tropophilous forests, within agroforestry systems it fulfills many purposes such as production of wood, firewood, fodder, fruits, medicines, etc. The purpose of this research is to evaluate the predominance of inorganic fertilizers (NPK) and organic fertilizer (chicken manure) applying it foliarly, to determine significant differences on the morphological variables, in the growth of the cedar plant (*Cedrela odorata* L.). The fertilization doses to experiment on the plant are 1.42 ml / plant for organic fertilizer and 5 gr / plant for inorganic fertilization, applying it every 15, 30, 45 and 60 days after germination. A completely random design will be carried out, the investigation consists of 3 treatments, T0, T1, T2 and each treatment consists of 5 repetitions with a total of 225 cedar plants. The variables to be evaluated are diameters, height, number of leaves, robustness, Dickson's Quality Index, which indicates the average quality of all treated seedlings and the survival of the cedar plant. The cost-benefit relationship of the types of fertilizers used in the investigation will be carried out. So far, organic fertilizer (chicken manure) has given better results, which show greater growth of silver, since the nitrogen contribution contained in this fertilizer is of great contribution to the development of the seedling in the nursery, compared to inorganic fertilizer.

Keywords: fertilizers, germination, growth.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TABLA DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLA	xi
ÍNDICE DE FIGURA	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLÍN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO I _CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. Problema de investigación.....	20
1.1.1. Planteamiento del problema	20
1.1.2. Diagnóstico.....	21
1.1.3. Pronóstico.....	21
1.1.4. Formulación del problema.....	21
1.1.5. Sistematización del problema.....	21
1.2. Objetivos.....	22
1.2.1. Objetivo general	22
1.2.2. Objetivos específicos.....	22
1.3. Justificación	23
CAPÍTULO II _FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1. Marco conceptual	25
2.1.1. Cedro.....	25
2.1.2. Especies forestales.....	25
2.1.3. Deforestación.....	25
2.1.4. Fertilización.....	25
2.1.5. Fertilización orgánica	26
2.1.6. Fertilización química	26
2.1.7. Generalidades del C. odorata.....	26
2.1.8. Clasificación taxonómica de la especie	27
2.1.9. Descripción botánica	27

2.1.10. Importancia.....	28
2.1.11. Usos.....	29
2.1.12. Manejo de viveros	29
2.1.13. Fertilización de la especie Cedro.....	29
2.1.14. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas	30
2.1.15. Gallinaza.....	30
2.1.16. Efectividad del lixiviado de gallinaza como abono foliar	31
2.1.17. NPK.....	31
2.2. Marco referencial.....	32
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Localización.....	35
3.2. Características edafoclimáticas del sitio de estudio	35
3.3. Diseño de la investigación.....	37
3.4. Tratamientos	38
3.5. Recursos humanos y materiales.....	39
3.5.1. Materiales de campo.....	39
3.5.2. Material biológico	39
3.5.3. Software.....	39
CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Resultados.....	41
4.1.1. Porcentaje de sobrevivencia con relación a la aplicación de diferentes fertilizantes.....	41
4.1.2. Altura y diámetro promedio de la especie de <i>C. odorata</i>	42
4.1.3. Promedio del número de hojas de la especie de <i>C. odorata</i>	43
4.1.4. Índice de robustez de la especie de <i>C. odorata</i>	44
4.1.5. Promedio de clorofila de especie de <i>C. odorata</i>	45
4.1.6. Relación del índice de calidad de plántulas de <i>C. odorata</i>	46
4.1.7. Relación beneficio/costo de las plantulas de <i>C. odorata</i> con diferentes fertilizantes.....	47
4.2. Discusión.....	50
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. Conclusión	54
5.2. Recomendaciones	55
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	56
6.1. Bibliografía.....	57

CAPÍTULO VII ANEXOS.....	61
7.1. Anexos.....	62

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Taxonomía del Cedro	27
Tabla 2. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio	35
Tabla 3. Esquema del análisis de la varianza	38
Tabla 4. Detalle de tratamientos y dosis.....	38
Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia con diferentes fertilizantes en <i>C. odorata</i>	41
Tabla 6. Efecto de la fertilización sobre la calidad de plántulas de <i>C. odorata</i>	47
Tabla 7. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 0(Control).....	47
Tabla 8. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 1 (Orgánico).	48
Tabla 9. Flujo de caja y relación de beneficio/costo Tratamiento 2 (inorgánico).	49
Tabla 10. Relación beneficio/costo en plántulas de <i>C. odorata</i> en vivero.	49

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. <i>Altura y diámetro de la especie C. odorata.</i>	42
Figura 2. <i>Número de hojas de la especie de C. odorata</i>	43
Figura 3. <i>Índice de robustez de la especie de C. odorata</i>	44
Figura 4. <i>Promedio de la clorofila en los tratamientos de la especie C. odorata</i>	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje de supervivencia	35
Ecuación 2. Índice de robustez	36
Ecuación 3. Calidad de Dickson.....	36
Ecuación 4. Relación beneficio/costo.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Tomas de datos de la variable altura.	62
Anexos 2. Riego de agua a las plantulas de <i>C. odorata</i>	62
Anexos 3. Toma de datos de la variable diámetro.....	62
Anexos 4. Estiércol de gallinaza.....	63
Anexos 5. Fertilización inorgánica (NPK)	63
Anexos 6. Toma de datos de la clorofila de la planta.....	63
Anexos 7. Análisis estadístico de las variables.	64

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el desarrollo inicial de plántulas de <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro) a nivel de vivero mediante el sistema de propagación de bolsas plásticas”		
Autor:	José Valentín Espinosa Mamonte		
Palabras claves:	Abonos	Germinación	Crecimiento
Fecha de publicación:			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023.		
Resumen:	Resumen: El cedro es originario de América Central, se encuentra en México, Brasil, El Caribe, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Perú y Panamá. Es un árbol de bosques tropófilos, dentro de los sistemas agroforestales cumple con muchos propósitos como producción de madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc. La presente investigación tiene como finalidad evaluar la predominancia de los fertilizantes inorgánicos (NPK) y el fertilizante orgánico (gallinaza) aplicándolo de manera foliar, para determinar diferencias significativas sobre las variables morfológicas, en el crecimiento de la planta de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.). Las dosis de fertilización a experimentar sobre la planta son 200ml / planta para el fertilizante orgánico y 5 gr/ planta para la fertilización inorgánica aplicándolo cada 15, 30, 45 y 60 días después de su germinación. Se realizó un diseño completamente al azar, la investigación consta con 3 tratamientos, T0, T1, T2 y cada tratamiento consta de 5 repeticiones con una total de 225 plantas de cedro. Las variables evaluadas son diámetros, altura, número de hojas, robustez, Índice de calidad de Dickson, indica la calidad media del total de plantones tratados y la supervivencia de la planta de cedro. Se realizó la relación beneficio costo de los tipos de fertilizantes usados en la investigación. Hasta el momento el fertilizante orgánico (gallinaza) ha dado mejores resultados que permiten evidenciar mayor crecimiento de la planta ya que el aporte de nitrógeno que contiene este abono es de gran aporte para el desarrollo de la plántula en vivero, ante el fertilizante inorgánico. Abstract: The cedar is native to Central América, it is found in Mexico, Brazil, the Caribbean, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Peru and Panama. It is a tree of tropophilous forests, within agroforestry systems it fulfills many purposes such as production of wood, firewood, fodder, fruits, medicines, etc. The purpose of this research is to evaluate the predominance of inorganic fertilizers (NPK) and organic fertilizer (chicken manure) applying it foliarly, to determine significant differences on the morphological variables, in the growth of the cedar plant (<i>Cedrela odorata</i> L.). The fertilization doses to experiment on the plant are 1.42 ml / plant for organic fertilizer and 5 gr / plant for inorganic fertilization, applying it every 15, 30, 45 and 60 days after germination. A completely random design will be carried out, the investigation consists of 3 treatments, T0, T1, T2 and each treatment consists of 5 repetitions with a total of 225 cedar plants. The variables to be evaluated are diameters, height, number of leaves, robustness, Dickson's Quality Index, which indicates the average quality of all treated seedlings and the survival of the cedar plant. The cost-benefit relationship of the types of fertilizers used in the investigation will be carried out. So far, organic fertilizer (chicken manure) has given better results, which show greater growth of cedar, since the nitrogen contribution contained in this fertilizer is of great contribution to the development of the seedling in the nursery, compared to inorganic fertilizer.		
Descripción:	69 hojas: Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URL:			

INTRODUCCIÓN

Cedrela odorata L. (cedro) pertenece a la familia Meliaceae, es un árbol que puede alcanzar los 50 m de altura, cuya producción en el Ecuador se encuentra en las provincias de Esmeraldas, Galápagos (sp. introducida), Guayas, Los Ríos, Morona Santiago y Napo a una altitud de 0-2000 msnm (1). Actualmente *C. odorata* L. Se produce en viveros agroforestales, debido a la exposición a factores ambientales severos, plagas y enfermedades, especialmente en sus primeras etapas de desarrollo. El “cedro” es una especie de alto nivel comercial, tanto para los agricultores como para las industrias (2). Sin embargo, la producción de plantas forestales en el Ecuador ha tenido un bajo rendimiento en los últimos años, sobre todo por la falta de información sobre el manejo nutricional desde la etapa de vivero, puesto que la mayoría de las plántulas que son producidas bajo los sistemas de viveros son utilizadas para la reforestación de áreas rurales (3).

Por tanto, uno de los factores que influyen en la producción de especies forestales, es la fertilización de las plántulas, así como las prácticas culturales inapropiadas en vivero, las cuales afectan la sobrevivencia en campo. Estas prácticas afectan directamente las características morfológicas y fisiológicas de las plantas, tanto en la parte aérea como radical, en las cuales se expresa la calidad de la planta. Ante ello, el uso de los fertilizantes favorece la producción forestal, a través de su aporte de macro y micronutrientes, necesarios para el desarrollo adecuado de las plantas. De esta manera, los fertilizantes se han convertido en una tecnología que puede proporcionar grandes beneficios, cuando se utilizan de manera adecuada, pero al mismo tiempo puede causar pérdidas económicas cuando se usa de forma indiscriminada (4).

En ese sentido, los fertilizantes son vitales en los viveros forestales, para mejorar su calidad y producción, ya que tiene un régimen nutricional alto que favorece el desempeño de crecimiento de la planta en condiciones de campo. Considerando también que la producción de plántulas sanas, depende de un adecuado suministro de nutrientes, el tipo de fertilización que se proporcione, es importante, es así que la fertilización orgánica a base de gallinaza, representa un excelente método si se utiliza de manera correcta, ya que es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, su fertilidad y calidad (5).

Cabe destacar que la gallinaza es también uno de los abonos orgánicos con mayor tasa de mineralización. Es una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente, en comparación con los fertilizantes químicos (6). Por lo que la investigación tiene como enfoque analizar el crecimiento durante la etapa de vivero, el cual es moderado y puede ser manejado con productos desarrollados localmente sin afectar al medio.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Los viveros agroforestales son una de las alternativas más viables y rentables de producción de todo tipo de plántulas aptas para proyectos de reforestación a gran escala. No obstante, en la actualidad enfrentan una severa situación debido a problemas técnicos, económicos y de organización, que resultan en una deficiente producción en cuanto a calidad y cantidad, dada la ausencia de un estricto manejo nutricional (5).

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, debido a que su mayor producción se encuentra en las provincias de Guayas, Esmeraldas y la Amazonía. Adicional a estos inconvenientes, 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 en la etapa de vivero.

Desde ese sentido, suministrar a los árboles los nutrimentos minerales de forma correcta es esencial para optimizar su desarrollo, hecho que en muchas plantaciones o bosques ocurre de manera suficiente de forma natural en el ecosistema y si se presentan deficiencias nutricionales, estas no suelen ser catastróficas ni muy obvias, pero se ven reflejadas en los rendimientos, por lo que para ser llevada al campo, debe haber obtenido una buena fertilización, cuyo objetivo se base en obtener los rendimientos esperados.

1.1.2. Diagnóstico

En Ecuador no se han realizado suficientes experimentos para una producción eficiente de plántulas de *C. odorata* L., considerando un adecuado manejo del cultivo y fertilización adecuada desde la fase de vivero para que sean eficaces para su trasplante en campo.

Desde ese punto de vista, los fertilizantes representan un 30-50% de los nutrientes que necesita una planta para su crecimiento inicial. Los fertilizantes están compuestos de material orgánico e inorgánico, producidos a partir de materiales naturales o sintéticos. Pero en la actualidad se desconoce un porcentaje adecuado de dosis a aplicar sobre una planta. Los viveros forestales no tienen conocimiento acerca las dosis exactas que debe aplicarse para el crecimiento inicial de la planta.

1.1.3. Pronóstico

De acuerdo a la fertilización orgánica e inorgánica en la especie de *C. odorata* que se ve influenciado en los diferentes tipos de fertilizantes y dosis aplicar dentro de un vivero. Se espera que mediante la aplicación de fertilizantes se obtengan resultados favorables en el desarrollo de la especie a evaluar.

1.1.4. Formulación del problema

¿Cómo evolucionará las plántulas de *C. odorata* aplicando los fertilizantes químicos y orgánicos en diferentes dosis, utilizando el método convencional?

1.1.5. Sistematización del problema

¿Cuál será la respuesta a la sobrevivencia de las plántulas de *C. odorata* a nivel de vivero?

¿Cuál es el efecto de los diferentes fertilizantes tanto orgánico como inorgánico sobre las variables morfológicas de *C. odorata* a nivel de vivero?

¿Cuál será el beneficio/costo de la especie *C. odorata* a nivel de vivero?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Analizar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica de *Cedrela odorata* propagado mediante el sistema de fundas plásticas.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Registrar la sobrevivencia de las plántulas de *C. odorata* a nivel de vivero.
- Determinar la relación beneficio/costo a los tipos de fertilizantes orgánico e inorgánico.
- Comparar el efecto de las diferentes dosis de fertilizantes tanto orgánico como inorgánico sobre el crecimiento de las plantas de *C. odorata* a nivel de vivero.

1.3. Justificación

El desarrollo forestal cobra cada día una mayor importancia, ya que es un factor clave en la generación de bienes y servicios. Desde el punto de vista ambiental, los bosques, constituyen el principal sumidero de carbono y forman parte de las acciones para amortiguar el cambio climático. Sin embargo, existe un inadecuado manejo de los materiales de tipo forestal que inician desde la etapa de vivero, como es el caso de la fertilización, causando de un bajo desarrollo, generando de esta manera altos costos de mantenimiento y, rendimientos no adecuados. Por tanto, los trabajos realizados de cedro en aspecto asociados a nivel de vivero utilizando abonos orgánicos e inorgánicos son muy escasos, ya que no hay suficientes registros sobre manejo de fertilizantes y su correcta aplicación en la planta desde su etapa inicial. Por tanto, para dar solución al problema de la baja supervivencia y calidad *C. odorata* en la fase en vivero, se propone la presente investigación, cuyo enfoque está dirigido al conocimiento que se generará para lograr un mejor desarrollo y calidad de plántulas en el menor tiempo posible, el cual influirá en los costos de producción del vivero.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Cedro*

Es una especie de la familia de las abietáceas, que alcanza unos 40 m de altura, con tronco grueso y derecho, ramas horizontales, hojas persistentes, es considerada una de las especies con mayor valor comercial debido a la calidad de su madera. El cedro también tiene importancia ecológica por ser especie pionera en la asociación con especies de regeneración primaria y secundaria de selvas, asimismo se adapta a suelos erosionados y estabiliza el cauce de ríos (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. Es así como las especies forestales, es todo vegetal de estructura leñosa, fibrosa y básica que puebla la tierra para satisfacción del hombre y de algunas especies animales, en sus necesidades fundamentales (2).

2.1.3. *Deforestación*

Es considerado como un 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 (6).

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. El principal efecto positivo que ofrece la fertilización es el aumento de los cultivos. Los agricultores recurren a estos productos para obtener una mayor producción (3).

2.1.5. Fertilización orgánica

Radica en usar abonos orgánicos, los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Los fertilizantes orgánicos por sí solos no suplen las necesidades nutricionales de los cultivos para producir la demanda de alimento que exige una población en crecimiento, debido a que las plantas requieren que los nutrientes estén fácilmente disponibles para su pleno desarrollo. Si bien, los fertilizantes orgánicos tienen beneficios nutricionales, lo más recomendable es acompañar esta práctica con fertilizantes minerales, ya que las plantas requieren dosis específicas de nutrientes que a veces no se logran suplir solo con la fertilización orgánica (4).

2.1.6. Fertilización química

Se refiere al hecho de proporcionar a las plantas nutrientes de fácil disponibilidad provenientes de fertilizantes químicos. Además, representan la opción tradicional de los agricultores para mejorar la productividad de sus cultivos y controlar posibles enfermedades. Un fertilizante químico es un producto de origen mineral o de síntesis química que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. Según su estado físico se pueden encontrar fertilizantes sólidos o líquidos (7).

2.1.7. Generalidades del *C. odorata*

El cedro es originario de América Central, se encuentra en México, Brasil, El Caribe, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Perú y Panamá. Es un árbol de bosques tropófilos, dentro de los sistemas agroforestales que cumple con muchos propósitos como producción de madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc. Así mismo da servicios diversos: Sombra para cultivos y/o animales, protección como en el caso de cortinas rompe vientos. La biomasa arbórea aumenta la diversidad biológica del agro ecosistema creando en sus ramas, en sus raíces y hojarasca, hogares para diversidad de organismos (8).

Es un árbol resistente a las termitas, se lo utiliza para fabricar muebles finos, puertas, instrumentos musicales. El cedro es una especie caducifolia que contiene corteza rojiza con profundas fisuras longitudinales. Su follaje normalmente es verde claro y se torna amarillento antes de su caída. Al estrujar sus hojas se percibe un olor a ajo y sabor amargo (2).

2.1.8. Clasificación taxonómica de la especie

La taxonomía del árbol de cedro es la siguiente

Tabla 1 Taxonomía del Cedro

Reino	Plantae
Filo	Fanerógama / Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	Cedrela
Especie	Odorata
Nombre científico	<i>Cedrela odorata</i>
Nombre común	Cedro

Fuente: Del Rocío Barrera.(9)

2.1.9. Descripción botánica

El árbol de cedro, alcanza los 35 m de altura, su tronco mide 2 m de diámetro, con una corteza muerta escamosa y es de color negro grisáceo, su corteza viva es de color rosado, es laminada y olorosa (9). Las hojas son compuestas, alternas, están dispuestas en forma de hélices, miden 35 cm de largo por 20 cm de ancho, su raquis es protuberante y abultado en su base, poseen entre los 8 y los 13 pares de folíolos, que son asimétricos, su ápice forma un ángulo recto, su base es redonda y son pubescentes; no poseen estípulas. Tiene una copa afilada en su crecimiento, toma una escritura tabular a partir de los 30 años. Las ramas son muy rectas y su semilla es ovoide oblonga, de 60 a 110 mm de largo y 40 a 60 mm de diámetro, en donde surgen piñones finos, se distancia antes de su desprendimiento del árbol (4).

Corteza. - La corteza externa es rasgada, de color marrón claro, desprende placas leñosas, alargadas, de unos 10 cm a 15 cm de longitud por 3 a 4 cm de ancho. La corteza interna es de color rosado muy claro es fibrosa y tiene un olor que recuerda al de los ajos (5).

Hojas. - Son hojas pinnadas que se encuentran asociadas hacia el extremo de las ramas, de 150 a 500 mm de longitud, con su base oblicuamente asimétrica y truncada, el ápice acumulado con el margen entero; el color es verde oscuro que se encuentra en el haz y verde amarillento o más claros en el envés, en ambas caras, con olor a ajo cuando se aprietan. Tiene 5 a 11 pares de folíolos alternos u opuestos, a menudo, de lanceolados a oblongos, de 7 a 15 x 3 a 5 cm, no tienen pelos (2).

Flores. - Las flores se encuentran dispuestas en panículas axilares de 25 cm a 50 cm de longitud, con gran aumento y son pequeñas, de unos 8 mm a 10 mm de longitud. Son hermafroditas (tienen los dos sexos a la vez). Tienen un cáliz con 5 dientes pequeños y una corola con 5 pétalos blancos (9).

Semilla. - Sus semillas son aladas, aplanadas, lisas, miden 4 cm de largo por 1 cm de ancho, poseen una lámina que les sirve para ser dispersadas por acción del viento y su embrión se localiza en uno de sus extremos. Crece entre los 1.700 y 3.000 metros sobre el nivel del mar. La semilla se demora 16 días para germinar (6).

2.1.10. Importancia

La importancia ecológica se revela al ser una especie secundaria y primaria a la vez. Se ha encontrado como especie pionera en la vegetación secundaria de diversas selvas, así mismo como elemento frecuente en el estrato superior de las selvas maduras. Tienen un gran potencial para reforestación en zonas degradadas de selva y zonas secas semiáridas y ha sido utilizada en la rehabilitación de sitios donde hubo explotación minera (6).

2.1.11. Usos

La madera del cedro es muy pesada, de excelente calidad, se usa en construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros); muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros y estuches, parquet, carpintería y ebanistería en general. El buen olor de la madera hace que se prefiera para joyeros, cajas de cigarros, gabinetes y roperos pues protege contra el ataque de polillas. Sus ramas se usan para cercas vivas, postes y leña. En período de floración es visitada por las abejas pues es una buena especie melífera. La producción de néctar del cedro es abundante si el tiempo es favorable (10).

2.1.12. Manejo de viveros

Entre los principales problemas que se presentan en la producción de planta en vivero está el uso adecuado de sustratos y rutinas de fertilización que conduzcan a lograr la calidad tanto morfológica como fisiológica de la planta, para resistir y superar las condiciones ambientales del sitio donde serán establecidas (11).

2.1.13. Fertilización de la especie Cedro

De manera general, las plantas necesitan mucho de los nutrientes estos nutrientes 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 mayor rendimiento. Los fertilizantes proveen a la planta los nutrientes que al suelo le hace falta (12). 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 (13).

Varias especies de cedro requieren de ciertos elementos nutritivos del suelo, de manera que si algunos son escasos deben ser agregados, al igual que otras plantas leñosas, requieren unos elementos que promueven no solo el crecimiento, sino también una sólida infraestructura y resistencia a las infecciones (14). La primera fertilización se realiza aplicando gallinaza, la cual presenta un contenido nutricional, en g kg^{-1} , siguiente: N, 17; P, 0.8; K, 5.7; Ca, 1.12; Mg, 0.7 y S, 2. El abono se aplica en el fondo de la cepa asegurándose de cubrir con tierra. La cantidad aplicada es de 1.5 t ha^{-1} . La siguiente fertilización se realiza con abono inorgánico comercial conocido como Triple 17 con una dosis de 100 kg ha^{-1} (15).

2.1.14. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas

Entre los nutrientes necesarios para la planta tenemos dos tipos de nutrientes que son:

2.1.14.1. 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 (16).

2.1.14.2. 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 (17).

2.1.15. Gallinaza

Se denomina gallinaza a la excreta de ave sola o en mezcla con otros materiales. La gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades (12).

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen (6).

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. Como todos sabemos, la raíz no es el único que absorbe elementos minerales, pero las hojas y los tallos también pueden absorber minerales y nutrientes orgánicos, principalmente aminoácidos (5).

2.1.17. NPK

Un abono NPK es un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos necesarios en el suelo para que las plantas puedan construir sus tejidos. Está especialmente relacionado durante el enraizamiento y la floración de los cultivos, potenciando el crecimiento, la producción y la calidad del cultivo. Por ser quelado, los nutrientes que aporta 10-30-10 ahora son de mejor eficiencia de absorción de las plantas (16).

2.2. Marco referencial

Según, Mateo-Sánchez (17), en su investigación sobre producción de (*Cedrela odorata* L.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, por lo que en este trabajo se evaluaron los efectos de diferentes niveles de fertilizante de liberación lenta sobre el crecimiento inicial de cedro. Por lo que, a los tres meses y medio de edad, las plantas a las que se les aplicó el nivel de fertilización cuatro (12 kg/m^3 del fertilizante), los cuales presentaron los valores más altos para las variables peso seco de parte aérea, peso seco de la raíz, peso seco total, relación parte aérea/raíz, índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson. El nivel de fertilización tres (9 Kg/m^3 de fertilizante) presentó los valores más altos para las variables de altura y diámetro.

De acuerdo a los resultados obtenidos se presentó una relación directa entre la dosis de fertilización y las variables evaluadas, es decir a medida que se aumentó la cantidad de fertilizante se incrementó el valor de las variables evaluadas. Sin embargo, la aplicación de 12 kg/m^3 de fertilizante ocasionó un ligero efecto de fitotoxicidad que se manifestó en una breve disminución en las variables de altura y diámetro. Desde ese punto de vista, en términos económicos, también el tratamiento de 9 kg/m^3 fue mejor, pues implicó un ahorro de 3 kg de fertilizante por cada metro cúbico de sustrato a preparar, obteniendo prácticamente los mismos resultados en comparación con el tratamiento de 12 kg/m^3 (Mateo-Sánchez (17)).

Por otro lado, Ramírez-García (18), en su estudio al determinar la factibilidad de convertir terrenos agrícolas abandonados en plantaciones forestales comerciales en el sur de Tamaulipas, México. Los autores evaluaron la supervivencia, el crecimiento, estado de sanidad y vigor de una plantación de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), bajo la aplicación de dos tipos de fertilización, la primera fertilización se realizó utilizando gallinaza y se aplicó en el fondo de la cepa asegurándose de cubrirlo con tierra. La cantidad aplicada fue de 1.5 t ha^{-1} . Las siguientes fertilizaciones se realizaron con abono inorgánico comercial conocido como Triple 17 con una dosis de 100 kg ha^{-1} . La aplicación del Triple 17 se realizó manualmente en cada uno de los brinzales.

La cantidad aplicada para cada brinjal fue de 120 g. Los resultados del muestreo señalaron que, a tres años de establecida la plantación, se tiene una supervivencia de 93%, un crecimiento promedio en diámetro de 1.72 cm y 1.46 m en altura. La proporción de árboles sanos es de 90.3% y la proporción de árboles vigorosos de 84.36%. Los valores obtenidos de supervivencia, crecimiento, sanidad y vigor muestran que el cedro rojo tiene una buena adaptación y crecimiento; lo que permite afirmar que el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de cedro en el sur de Tamaulipas es una opción viable para reconvertir terrenos agrícolas abandonados, sobre todo si se cuenta con un adecuado plan de fertilización Ramírez-García (18).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El estudio se realizó en el vivero agroforestal “Juanito” ubicado en la Comunidad Luis Felipe del cantón Quevedo en el km 5 ½ vía, a El 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	1500-2500mm
Heliofanía	915,56 horas luz año
Topografía	Regular

Fuente: (19).

Enumerar la sobrevivencia de las plántulas de *C. odorata* a nivel de vivero.

Para la evaluación del crecimiento inicial de *C. odorata* se llevó un monitoreo cada 15 días, durante 8 semanas, después de su germinación. La sobrevivencia se determinó en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontradas al momento de la toma de datos. Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (20).

Ecuación 1. Porcentaje de supervivencia

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

Donde:

Pv: plantas vivas

Pm: plantas muertas.

Comparar el efecto de las diferentes dosis de fertilizantes orgánico e inorgánico sobre el crecimiento de las plantas de *C. odorata* a nivel de vivero.

La evaluación del fertilizante químico y orgánico se determinó cada quince días mediante la observación de las variables, altura de la planta y se utilizó una regla graduada en centímetros, así mismo el diámetro del tallo, el cual, mediante un calibrador digital, una vez cada quince días. También se contabilizó el número de hojas de manera manual. Y en índice de robustez que es diámetro por la altura de la planta.

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 determinó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2. Índice de robustez

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

Índice de calidad de Dickson

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Calidad de Dickson

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

Análisis del beneficio económico

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

Relación beneficio-costo. - Se calculó la relación beneficio costo a cada tratamiento aplicando la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Relación beneficio/costo

$$R\ B/C = IT / CT \times 100$$

Donde:

RB/C = Relación Beneficio Costo

IT = Ingresos Totales

CT = Costos Totales.

3.3. Diseño de la investigación

A todas las variables se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos, y cinco repeticiones, constituidas por 15 observaciones (plantas). Para comparar los tratamientos se utilizó el programa estadístico Infostat y se aplicó la prueba de Tukey al 0.5 de probabilidad de error. El modelo estadístico, bajo el cual se analizó las variables de respuesta, es el siguiente:

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

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 x (r - 1)	12
Total	t x r -1	14

3.4. Tratamientos

Los tratamientos que se evaluó de la especie de *C. odorata*, se evidencian en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Detalle de tratamientos y dosis

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

3.5. Recursos humanos y materiales

Para la presente investigación se utilizó lo siguiente:

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 cedro (*Cedrela odorata*).

3.5.3. Software

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Laptop
- Infostat.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de supervivencia con relación a la aplicación de diferentes fertilizantes.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 5, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de supervivencia entre los tratamientos T0 y T1, con un 95% y un 97%, respectivamente. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T2 mostró el menor índice de supervivencia, con un 90% (ver tabla 5).

La fertilización orgánica al aplicarse directamente sobre las hojas, estos compuestos pueden promover un crecimiento más rápido y vigoroso de las plántulas de cedro, lo que aumenta su supervivencia.

Tabla 5. Porcentaje de supervivencia con diferentes fertilizantes en *C. odorata*.

Tratamientos	% Supervivencia
T0 Control	95 % b
T1 Orgánica (gallinaza)	97 % b
T2 Químico (NPK)	90 % a

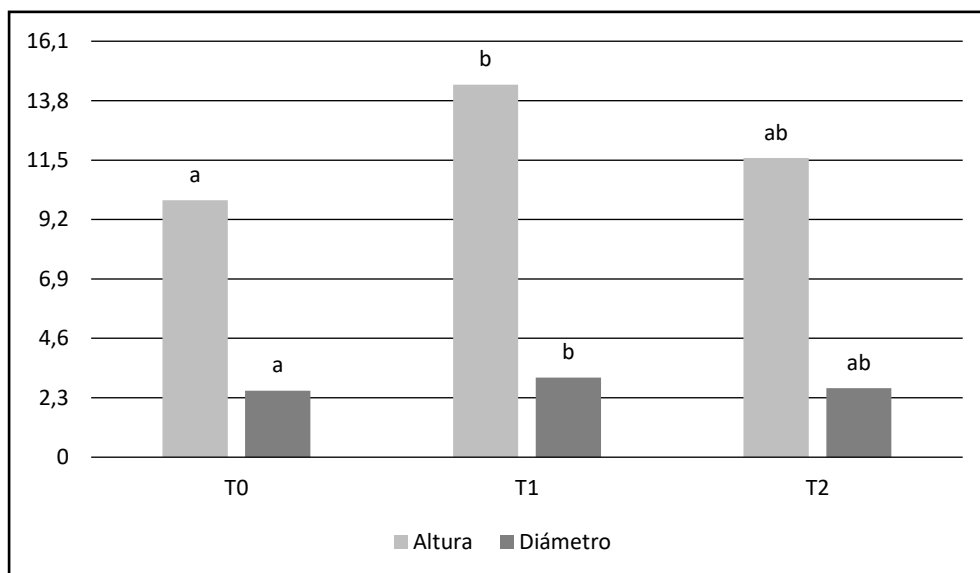
4.1.2. Altura y diámetro promedio de la especie de *C. odorata*

Para la variable altura y diámetro evaluados al cabo de los 60 días, presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. La fertilización orgánica presentó la mayor altura del tallo (14,42 cm), así como también en el diámetro del tallo (3,08 mm), seguida del fertilizante química, con valores de altura de 11,50 cm y diámetro de 2,67 mm respectivamente; ver figura 1.

La plántula de *C. odorata* presento los mejores resultados en las dos variables evaluadas con dosis de 200 ml solubles donde se obtuvo un comportamiento fisiológico aceptables en comparación a los tratamientos de control y químicos, debido a que la especie con fertilizantes químicos no presenta mayores comportamientos fisiológicos en la plantulas.

Figura 1.

Altura y diámetro de la especie C. odorata.



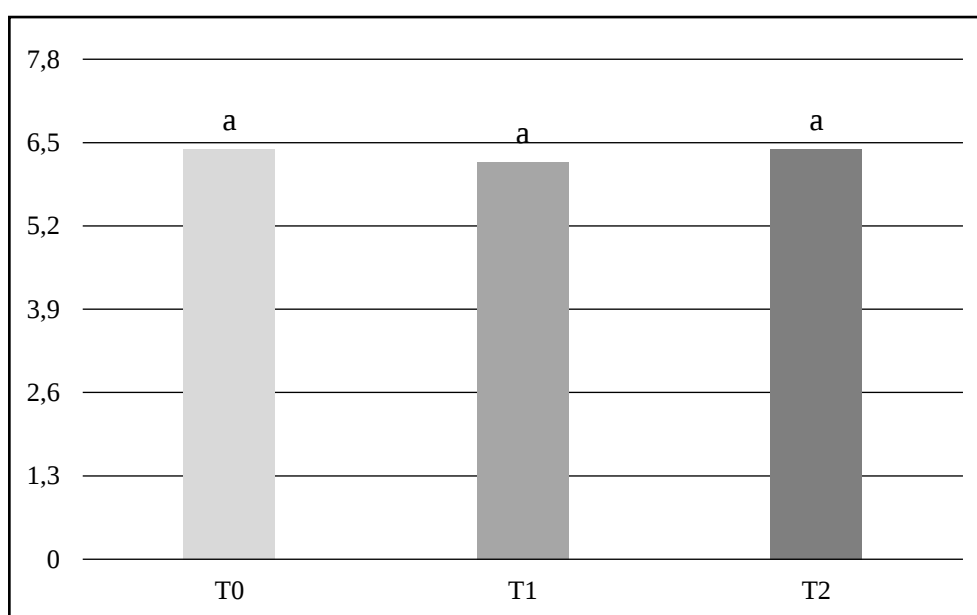
4.1.3. Promedio del número de hojas de la especie de *C. odorata*

De acuerdo con el comportamiento del número de hojas de la plántula de *C. odorata* con respecto a los 60 días no presento diferencias significativas, pero descriptivamente si, dando que el tratamiento T0 y T2 (control y químico) presento similitud en el promedio de sus hojas con un valor de 6,4, mientras que el T1 (gallinaza) presento un valor bajo de 6,2 en los números de hojas; ver figura 2.

De lo observado en la fase de campo se logró identificar que el fertilizante químico presento mayores números de hojas con el tratamiento de control, mientras que el orgánico presento mayor crecimiento en sus hojas, pero no en números de hojas, dando que el fertilizante químico y de control tuvo mejor volumen de hojas en comparación del orgánico. La fertilización foliar orgánica proporciona nutrientes esenciales directamente a las hojas de las plantas. Esto permite una absorción rápida y eficiente de nutrientes, ya que no depende del sistema de raíces de la planta

Figura 2.

*Número de hojas de la especie de *C. odorata**



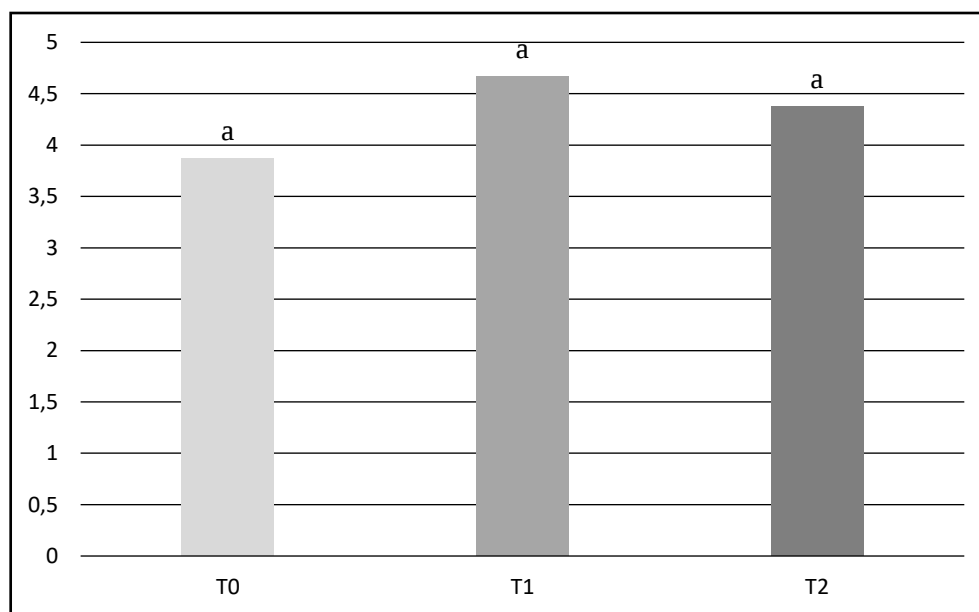
4.1.4. Índice de robustez de la especie de *C. odorata*

En la robustez de la plántula de *C. odorata* al cabo de los 60 días, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos evaluados, dando que el T1 (organica) presento los valores más alto con un 4,67, mientras que el T0 (control) presento el valor más bajo con un 3,87 respectivamente.

En la plántula estudiada se logró identificar que la dosis a 200 ml de gallinaza presento un comportamiento fisiológico superior a los otros dos tratamientos en estudio, debido a que la plántula asimilo los nutrientes con mayor rapidez que el químico, el fertilizante orgánico apporto mucho más ayudando promover un crecimiento más rápido y vigoroso de las plantulas de cedro; ver figura 3.

Figura 3.

Índice de robustez de la especie de C. odorata

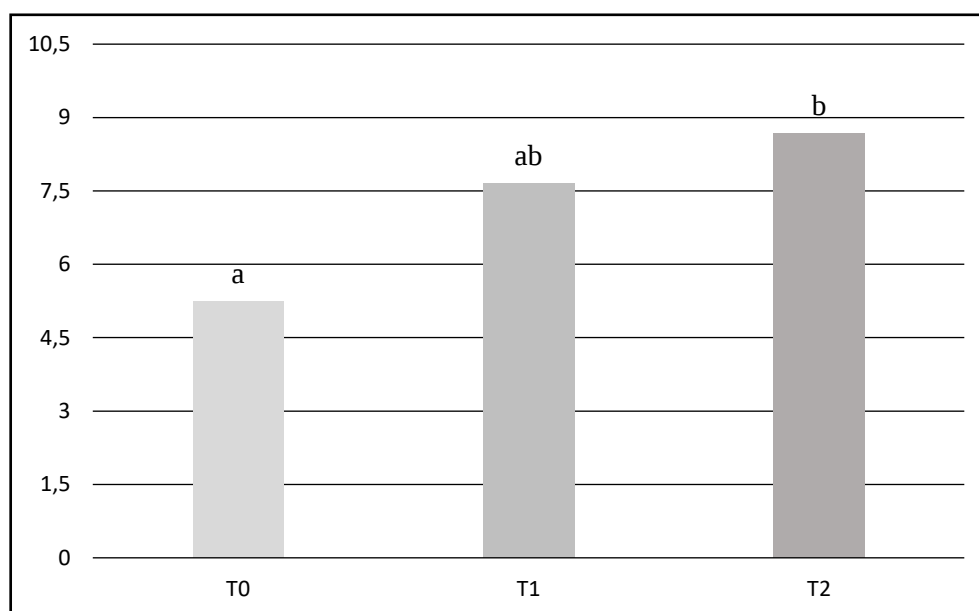


4.1.5. Promedio de clorofila de especie de *C. odorata*

El comportamiento de la plántula con respecto al clorofila al cabo de los 60 días presentó diferencias significativas entre el tratamiento T0 (control) y T2 (química), frente al T1 (orgánica), siendo que el T2 presento el mayor promedio en clorofila con un valor de 8,68, seguida por el T1 con un 7,66 y el valor más bajo en clorofila lo presento el T0 con 5,24; ver figura 4. El T2 (químico) presento mejor clorofila debido a sus componentes NPK, haciendo que la plántula asimile mejor los nutrientes en comparación al orgánico (gallinaza).

Figura 4.

*Promedio de la clorofila en los tratamientos de la especie *C. odorata*.*



4.1.6. Relación del índice de calidad de plántulas de *C. odorata*

De acuerdo con lo evaluado no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento T1 presentó el mayor IL con un valor de 16,38, mientras que tanto el T0 el IL presentó un valor de 15,57, por último, el T2 obtuvo un IL de 15,22 (ver tabla 6). La lignificación tuvo mejor resultado con el fertilizante orgánico (gallinaza), debido a que la plántula asimila con mayor rapidez el fertilizante orgánico en comparación con el químico.

El Índice de Robustez (IR) mostró diferencias estadísticas entre todos los tratamientos, siendo T1 el que obtuvo el IR más alto de 4,67, seguido de T2 con un IR de 4,38 y T0 con un IR de 3,87, respectivamente (ver tabla 6). En comparación con el índice de robustez (IR) se logró deducir que el orgánico en esta variable evaluada sigue siendo la mejor debido a sus componentes nutricionales que brinda la gallinaza.

En cuanto a la relación entre el peso seco aérea y el peso seco de la raíz (R: PSA/PSR), se observaron diferencias significativas entre los tres tratamientos. El tratamiento T1 presentó la mayor R: PSA/PSR con un valor de 1,73, seguido del T2 con una R: PSA/PSR de 1,32, mientras que el T0 obtuvo una P: PSA/PSR de 1,23 (ver tabla 6).

De acuerdo con el resultado en el ICD indica que los tratamientos T0 y T2 tienen una calidad de plántula similar en comparación con el tratamiento T1, el cual muestra una mayor calidad de plántula en términos de su Índice de Calidad de Dickson. Es importante tener en cuenta que el Índice de Calidad de Dickson es una herramienta que se utiliza para evaluar la calidad de la plántula en función de su tamaño, peso y distribución de biomasa, y su valor se considera un indicador de la capacidad de la plántula para sobrevivir y crecer después de ser trasplantada. Por lo tanto, un ICD más alto indica una mayor calidad de plántula y una mayor probabilidad de éxito en el trasplante y establecimiento en el campo (ver tabla 6).

Tabla 6. Efecto de la fertilización sobre la calidad de plántulas de *C. odorata*.

Tratamientos	IL	IR	PSA/PSR	ICD
T0 Control	15,57 a	3,87 a	1,23 a	0,05 ab
T1 Orgánico	16,38 a	4,67 a	1,73 b	0,06 b
T2 Químico	15,22 a	4,38 a	1,32 a	0,05 a

Cuando las medidas se etiquetan con la misma letra, no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.1.7. Relación beneficio/costo de las plantulas de *C. odorata* con diferentes fertilizantes.

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 (Sin aplicación)									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,75	\$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)	4,5	\$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	15,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	33,25								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plántulas (precio de venta promedio 0,04\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	20
Ingreso total de estudio	20								
Ganancia neta	-13,25								
Relación Beneficio/Costo	0,60								

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

T1 tratamiento comercial Orgánico (Gallinaza)									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,75	\$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)	4,5	\$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	3	\$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	18,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	36,25								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plantulas (precio de venta promedio 0,20\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	100
Ingreso total de estudio	60								
Ganancia neta	63,75								
Relación Beneficio/Costo	2,76								

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

T2 tratamiento comercial Quimico (NPK)									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos	Semillas	8,75	\$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)	4,5	\$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	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	20,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Costo total del estudio	38,25								
Ingresos	Ingresos totales por venta de plantulas (precio de venta promedio 0,13\$)								
	500 plántulas	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	65
Ingreso total de estudio	65								
Ganancia neta	26,75								
Relación Beneficio/Costo	1,70								

Tabla 10. Relación beneficio/costo en plántulas de *C. odorata* en vivero.

Tratamientos	Relación Beneficio/Costo
T0	0,60
T1	2,76
T2	1,70

Al comparar los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos, se puede observar que aquellos en los que se utilizó fertilizantes tuvieron un valor mayor a 1, lo que indica que los beneficios son mayores que los costos, lo que significa que el proyecto es rentable desde una perspectiva económica. En contraste, el tratamiento T0, en el cual no se utilizó fertilizantes, tuvo un valor menor a 1, lo que demuestra que los costos son mayores que los beneficios y, por lo tanto, el proyecto no es rentable y resultaría en pérdidas económicas.

4.2. Discusión

En la investigación de Toledo (21), evaluó la sobrevivencia de las plántulas de dos variedades de *Ochroma pyramidale* en condiciones de vivero, donde se demostró que la variedad típica logró una sobrevivencia del 99%, mientras que la variedad bicolor obtuvo un 98%, lo que indica que la mortalidad de la especie es baja y la supervivencia es alta.

El estudio realizado por, Chillo (22), presento que con los tratamientos orgánicos en los 60 días obtuvo una altura y diámetro altas con concentraciones solubles de moringa, asimismo en el estudio realizado por, Luna (23) las plantas que se cultivan con un menor espaciamiento presentan un mayor crecimiento en altura, pero tienen un diámetro menor a nivel del cuello en comparación con las plantas cultivadas con un espaciamiento mayor.

En el estudio realizado por, García (24), se obtuvo un numero de hojas con un promedio de 14,25 a los 90 días con fertilizantes químicos. Mientras que en los hallazgos presentado por, Burbano (25), se observó que el fertilizante químico Evergreen presento los números de hojas altas, mientras que el abono orgánico presento un promedio de 13,63.

De acuerdo con el estudio realizado por, Escamilla-Hernández, (26), evaluaron las plántulas de *Tectona grandis* donde las plantas fertilizadas con Osmocote en dosis de 20 y 30 kg m⁻³ presentaron una robustez mayor que el testigo, por otro lado, en los hallazgos presentado por, Morales (27) en su estudio en la especie de *Pterocarpus rohri*, describe que el tratamiento con fertilizante químico presento mayor promedio en el índice de robustez mientras que sin fertilizantes presento los valores más bajos.

Para el estudio realizado por, Martí (28), hallaron que el contenido de clorofila es superior en los tratamientos donde se aplicó Ecomic y Azofert sin diferencias significativas y si con los restantes tratamientos. Estos resultados indican que en estos tratamientos las plántulas poseen un mayor contenido de clorofila y se realiza una fotosíntesis adecuada. Mientras que Calvo-Alvarado (29), afirman que estas tendencias del contenido de clorofila pueden variar en algunas especies de rápido crecimiento, por lo que generalmente estas lecturas no se consideran como indicadores de vigor de especies forestales.

De acuerdo a Gutiérrez (30) en su investigación muestra que *C. odorata* obtuvo una concentración del 19,79% donde resulta beneficioso para las plantas, ya que esto se traduce en tallos más resistentes y menos succulentos. La disminución en el número de tallos succulentos permite una mayor adaptación en el lugar de plantación, disminuyendo así la vulnerabilidad de los individuos a la deshidratación, plagas y enfermedades. Comparando con los resultados obtenidos de la investigación se obtuvieron datos similares.

Para el autor, Ticllasuca (31) define que el índice de robustez menor a seis indica que las plántulas son más resistentes a la desviación del tallo por causa del viento, a la sequía y mejora su supervivencia. Mientras que valores superiores a seis indican que son más vulnerables a los daños causados por el viento, la sequía y las heladas. Indicando que los resultados obtenidos de la investigación muestran que el índice de robustez es apto.

En la relación de PSA y PSR se presentó que el tratamiento orgánico contiene nutrientes esenciales para el suelo y sostenible para la plántula de cedro. De acuerdo a Prieto (32) 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. Por otra parte Percy (4) indica, para que exista una buena relación materia seca parte aérea / materia seca de raíz, debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, porque ésta proporción favorece un proceso fotosintético eficiente y predice resistencia a los períodos relativamente secos.

Los fertilizantes orgánicos en la calidad de Dickson proporcionan nutrientes de manera más equilibrada y gradual en la plántula de *C. odorata*, dando que esto promueve el crecimiento más sostenible y saludable de la planta. Según Sáenz (33) El índice de calidad de Dickson establece que valores superiores a 0,5 denotan plántulas de alta calidad, valores entre 0,5 y 0,2 indican calidad media, mientras que valores inferiores a 0,2 se relacionan con plántulas de baja calidad. Mientras Faria (34) menciona que es importante tener en cuenta que estos índices pueden variar según la especie, el tipo y proporción del sustrato, el tamaño del contenedor y, especialmente, en el momento en que se miden las variables.

Por lo tanto, el beneficio-costo indica que el uso de fertilizantes orgánico puede ser más eficaz y rentable a lo largo en la producción de plantulas. Para Arevalo (35), expresa que un valor mayor a 1 indica que el proyecto es rentable o aceptable, mientras que un valor igual a 1 indica que el proyecto no genera pérdidas ni ganancias, y un valor menor a 1 indica que el proyecto no es rentable y, por lo tanto, no es viable.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión

La cantidad de gallinaza aplicada en forma líquida es una alternativa para reducir el uso de fertilizante de síntesis química en los viveros, por lo que logró mejorar los patrones morfológicos, y la calidad de plántulas de *C. odorata*.

El análisis beneficio-costos indica que el uso de fertilizantes orgánicos es más efectiva y rentable a largo plazo que el uso de los fertilizantes químicos, por lo cual se logró determinar que la orgánica mejora la calidad de la planta a largo plazo.

La aplicación de dosis de fertilizantes en las plántulas de *C. odorata*, se logró determinar que el crecimiento de las plántulas en el orgánico presentó los mejores crecimientos en las plántulas.

5.2. Recomendaciones

Con los resultados obtenidos en el análisis del crecimiento morfológico de la especie *C. odorata*, se recomienda el uso de fertilizante orgánico conocido como "gallinaza". La dosis recomendada es de 200 ml del fertilizante diluido en 1 litro de agua, y se sugiere aplicarlo cada 15 días.

Se sugiere que se realicen más investigaciones para determinar la dosis óptima de fertilizante para la especie *C. odorata* en el sistema de fundas plásticas. Esto permitiría maximizar el crecimiento y la sobrevivencia de las plántulas, al tiempo que se reduce el costo y el impacto ambiental.

Es importante monitorear la sobrevivencia de las plántulas de *Cedrela odorata* a lo largo del tiempo, para determinar si las diferencias en el crecimiento y la sobrevivencia observadas en esta investigación se mantienen a largo plazo y para identificar posibles problemas o enfermedades que pueden afectar la salud de las plantas.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Cubas Delgado LA. Estudio de especies nativas de uso maderable del CP Shumbana, distrito Santa Rosa, Jaén. 2023;
2. Franco W, Peñafiel M, Cerón C, Freire E. Biodiversidad productiva y asociada en el Valle Interandino Norte del Ecuador. *Bioagro*. 2016;28(3):181–92.
3. Delgado Tapullima L. Producción diferencial de biomasa en plántones de cedro colorado (*Cedrela odorata* L.) bajo gradientes de luz y humedad del suelo. 2015;
4. Percy D, Torres D, Arévalo-López L. Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. *Folia Amaz*. 2013;22(1–2):25–34.
5. Alvarado M, Solano J. para Viveros. 2002 [Internet]. 2002;47. Available from: <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>
6. Martiarena R, Von Wallis A, Fernández R, Domecq C. Efecto de la fertilización inicial sobre el crecimiento de *Grevillea robusta* Cunn. A. Resultados a los 48 meses. Jornadas For Entre Ríos 21 2006 10 26-27, 26 y 27 Oct 2006 EEA Concordia AR. 2006;
7. Negreros-Castillo P, Apodaca-Martinez M, Mize CW. Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques*. 2010;16(2):7–18.
8. Oliva Valle M, Vacalla Ochoa F, Pérez Chuquimez D, Tucto Chávez A. Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú. 2017;
9. Del Rocío Barrera E, Castro-Veintimilla J, Muñoz-Chamba D, Pucha-Cofrep D. Variabilidad anatómica de la madera en cuatro especies forestales de diferentes procedencias al sur del Ecuador. *Bosques Latid Cero*. 2018;8(2).
10. Instituto Nacional de Bosques. *Cedrela odorata* paquete tecnológico forestal. Inst Nac Bosques Guatemala [Internet]. 2017;18. Available from: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12888/44209_56458.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. Ramírez Valerio D. Estimación de la absorción de nutrientes de cedro amargo (*Cedrela odorata* L.) como mecanismo de diagnóstico para mejorar las recomendaciones de manejo sostenible de la especie en plantaciones de pequeños agricultores del Programa Forestal de CoopeAgri RL,. 2014;

12. Medina Baylón AE. Uso de enmiendas químicas y orgánicas en el establecimiento de sangre de drago crotón *Draconoides Muell* Arg. en un suelo degradado. 2015;
13. Cárdenas L. D, R. Salinas N. Libro Rojo de plantas de -Colombia - Especies maderables amenazadas. Libr rojo plantas Colomb Especies maderables amenazadas Prim parte [Internet]. 2007;234. Available from: <https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/users/1130585219/LibroRojoMaderables.pdf>
14. Cobas López M, Castillo Martínez I, González Izquierdo E. Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en viveros sobre tubetes en la provincia de Pinar del Río. Avances. 2001;3(1):12–7.
15. Fernández Cruz E. Efectividad biológica de especies nativas de hongos micorrícicos arbusculares en cedro rojo (*Cedrela odorata* L.). Universidad Autónoma de Nuevo León; 2013.
16. Calixto CG, López MA, Equihua A, Lira DE, Cetina VM. Crecimiento de *Cedrela odorata* e incidencia de *Hypsipyla grandetta* en respuesta al manejo nutrimental. Bosque (Valdivia). 2015;36(2):265–73.
17. Mateo-Sánchez JJ, Bonifacio-Vázquez R, Pérez-Ríos SR, Capulín-Grande J, Mohedano-Caballero L. Producción de (*Cedrela odorata* L.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. Ra Ximhai. 2011;7(2):195–204.
18. Ramírez-García C, Vera-Castillo G, Carrillo-Anzures F, Magaña-Torres OS. El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) como alternativa de reconversión de terrenos agrícolas en el sur de Tamaulipas. Agric técnica en México. 2008;34(2):243–50.
19. Campuzano Santana KL. Evaluación del efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares. Quevedo: UTEQ; 2021.
20. Mundial M. Los fertilizantes y sus usos. Clin Exp Pharmacol Physiol. 1993;20(12):801–8.
21. 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.
22. Chillo P. Evaluación de las dosis y frecuencias de aplicación del fertilizante foliar fuerza verde en el crecimiento de plantas de *Ochroma lagopus* (Balsa), en el vivero

- forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018.
23. Luna T, Landis TD, Dumroese RK. Contenedores: aspectos técnicos, biológicos y económicos. *Prod plantas en viveros For.* 2012;78–85.
 24. Garcia S. Efecto de cuatro fertilizantes foliares en la producción de plántulas de *Tectona grandis* L. f. cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Jipijapa. UNESUM; 2021.
 25. Burbano V. Desarrollo de plantas de melina (*Gmelina arborea* Robx.) aplicando diferentes tratamientos de fertilización a nivel de vivero en el Cantón Quevedo, Provincia Los Ríos. Quevedo-UTEQ; 2019.
 26. Escamilla-Hernández N, Obrador-Olán JJ, Carrillo-Ávila E, Palma-López DJ. Uso de fertilizantes de liberación controlada en plantas de teca (*Tectona grandis*), en la etapa de vivero. *Rev Fitotec Mex.* 2015;38(3):329–33.
 27. 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;
 28. Martí I. Evaluación de la calidad de las posturas de *Cedrela odorata* Lin en vivero, con la aplicación de biopreparados. 2018.
 29. Calvo-Alvarado J, Arias-Aguilar D, Jiménez-Rodríguez C, Solano-Montero JC. Efecto de cinco sustratos en el contenido foliar de nutrientes y crecimiento inicial de tres especies forestales empleadas en Mesoamérica. *Rev For Mesoam Kurú.* 2008;5(14):ág-1.
 30. Gutiérrez GO, Flores HJM, Sánchez AR, Rodríguez JÁS, Ruiz JÁP, Magaña JJG. Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. *Rev Mex Ciencias For.* 2010;1(2):134–45.
 31. Ticllasuca AA, Collao JEG, Calixto AAM, Tirado CEM. Efecto de abonos foliares líquidos orgánicos en la calidad de plantones de cedro colorado (*Cedrela odorata* L.), en fase de vivero. *Llamkasun.* 2022;3(2):60–75.
 32. 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.
 33. Sáenz RJT, Villaseñor RFJ, Muñoz FHJ, Rueda SA, Prieto RJA. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17.

SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México; 2010.

34. Faria JCT, Caldeira MVW, Delarmelina WM, Rocha RLF. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. *Ciência Florest.* 2016;26:1075–86.
35. 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.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexos 1. Tomas de datos de la variable altura.



Anexos 2. Riego de agua a las plantulas de *C. odorata*



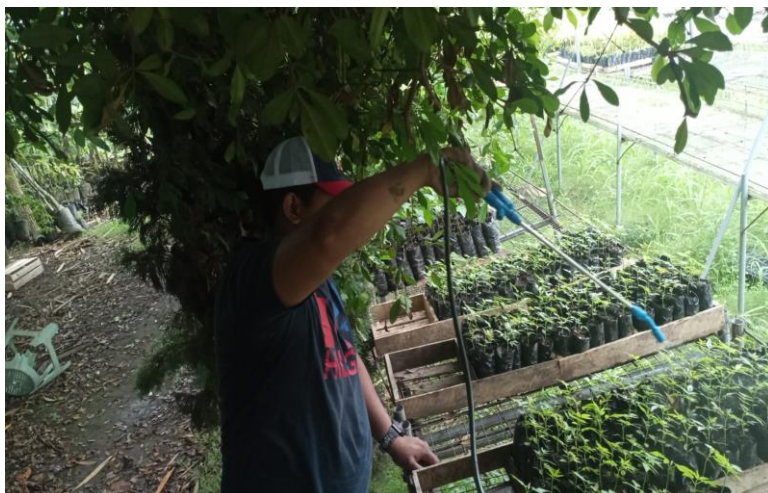
Anexos 3. Toma de datos de la variable diámetro



Anexos 4. Estiércol de gallinaza



Anexos 5. Fertilización inorgánica (NPK)



Anexos 6. Toma de datos de la clorofila de la planta



Anexos 7. Análisis estadístico de las variables.

Nueva tabla : 14/4/2023 - 10:21:07 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

L (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L (cm)	15	0,50	0,42	17,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,38	2	25,69	6,01	0,0155
TRATAMIENTOS	51,38	2	25,69	6,01	0,0155
Error	51,27	12	4,27		
Total	102,64	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,48760

Error: 4,2723 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA	9,94	5	0,92	A
FQ	11,58	5	0,92	A B
FO	14,42	5	0,92	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

D (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D (mm)	15	0,54	0,46	8,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,72	2	0,36	6,98	0,0098
TRATAMIENTOS	0,72	2	0,36	6,98	0,0098
Error	0,62	12	0,05		
Total	1,34	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38333

Error: 0,0516 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA	2,57	5	0,10	A
FQ	2,67	5	0,10	A
FO	3,08	5	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PHT (gr)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PHT (gr)	15	0,44	0,35	17,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,03	2	0,52	4,69	0,0313
TRATAMIENTOS	1,03	2	0,52	4,69	0,0313
Error	1,32	12	0,11		
Total	2,35	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55933

Error: 0,1099 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA	1,66	5	0,15	A
FQ	1,75	5	0,15	A B
FO	2,25	5	0,15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PST (gr)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PST (gr)	15	0,73	0,68	11,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	2	0,02	15,94	0,0004
TRATAMIENTOS	0,03	2	0,02	15,94	0,0004
Error	0,01	12	1,0E-03		
Total	0,05	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05459

Error: 0,0010 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA	0,26	5	0,01	A
FQ	0,26	5	0,01	A
FO	0,36	5	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PSA (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSA (g)	15	0,79	0,76	13,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,02	2	0,01	23,09	0,0001
TRATAMIENTOS	0,02	2	0,01	23,09	0,0001
Error	0,01	12	5,1E-04		
Total	0,03	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03811

Error: 0,0005 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA	0,14	5	0,01	A
FQ	0,15	5	0,01	A
FO	0,23	5	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PSR (gr)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
PSR (gr)	15	0,38	0,28	9,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1,1E-03	2	5,4E-04	3,75	0,0542
TRATAMIENTOS	1,1E-03	2	5,4E-04	3,75	0,0542
Error	1,7E-03	12	1,4E-04		
Total	2,8E-03	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02027

Error: 0,0001 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

FQ	0,11	5	0,01	A
TA	0,12	5	0,01	A
FO	0,13	5	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

IL

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
IL	15	0,05	0,00	14,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3,52	2	1,76	0,33	0,7250
TRATAMIENTOS	3,52	2	1,76	0,33	0,7250
Error	63,90	12	5,33		
Total	67,42	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,89374

Error: 5,3253 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

FQ 15,22 5 1,03 A

TA 15,57 5 1,03 A

FO 16,38 5 1,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

IR

Variable N R² R² Aj CV

IR 15 0,23 0,10 15,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,66	2	0,83	1,81	0,2055
TRATAMIENTOS	1,66	2	0,83	1,81	0,2055
Error	5,51	12	0,46		
Total	7,18	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,14376

Error: 0,4595 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA 3,87 5 0,30 A

FQ 4,38 5 0,30 A

FO 4,67 5 0,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PSA/PSR

Variable N R² R² Aj CV

PSA/PSR 15 0,80 0,76 8,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,72	2	0,36	23,77	0,0001
TRATAMIENTOS	0,72	2	0,36	23,77	0,0001
Error	0,18	12	0,02		
Total	0,90	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20741

Error: 0,0151 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

TA 1,23 5 0,05 A

FQ 1,32 5 0,05 A

FO	1,73	5	0,05	B
----	------	---	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ICD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ICD	15	0,51	0,43	8,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,5E-04	2	1,3E-04	6,33	0,0133
TRATAMIENTOS	2,5E-04	2	1,3E-04	6,33	0,0133
Error	2,4E-04	12	2,0E-05		
Total	4,9E-04	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00755

Error: 0,0000 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

FQ	0,05	5	2,0E-03 A
TA	0,05	5	2,0E-03 A B
FO	0,06	5	2,0E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)