



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“DESARROLLO DE VAINILLA (*VAINILLA-PLANIFOLIA*, VAR.-*TAHITENSIS*)
EN MACROTÚNEL PLÁSTICO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL
TRÓPICO HÚMEDO”**

AUTOR: MARÍA JOSÉ ROSADO SOLÓRZANO

TUTOR: MIGUEL ANGEL MACAY ANCHUNDIA, Mg

El Carmen, 29 de enero 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Rosado Solórzano María José**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Desarrollo de vainilla (*vainilla-planifolia*, var.-*tahitensis*) en macrotúnel plástico con fertilización orgánica en el trópico húmedo”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 29 de enero de 2026



Lo certifico,

Miguel Angel Macay Anchundia, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

“Desarrollo de vainilla (*Vainilla-planifolia*, var.-*tahitensis*) en macrotúnel plástico con fertilización orgánica en el trópico húmedo”

AUTOR: Rosado Solórzano María José

TUTOR: Macay Anchundia Miguel Angel, Mg.

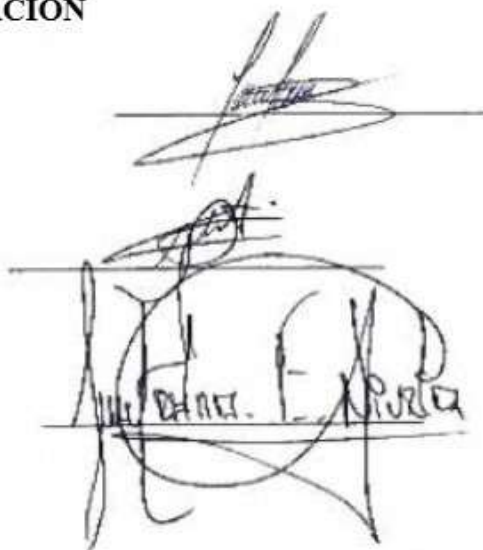
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. De La Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg.

Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg.

Ing. Nivela Morante Pedro Eduardo, Mg.

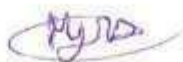


The image shows three handwritten signatures, each written over a horizontal line. The top signature is for Ing. De La Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg. The middle signature is for Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg. The bottom signature is for Ing. Nivela Morante Pedro Eduardo, Mg. The signatures are written in dark ink and are somewhat stylized.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Rosado Solórzano María José** con cédula de ciudadanía 235089322-4, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en las aplicaciones de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones con el tema **“Desarrollo de vainilla (*Vainilla-planifolia*, var.-*tahitensis*) en macrotúnel plástico con fertilización orgánica en el trópico húmedo”** son información exclusiva de su autor, apoyados por el criterio de profesionales de diferentes indoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen.

Atentamente,



Rosado Solórzano María José

El Carmen, 29 de enero del 2026

DEDICATORIA

"Porque el señor da la sabiduría; de su boca vienen el conocimiento y la inteligencia"
– **Proverbios 2:6.**

Este logro me lo dedico a mí misma, por no rendirme nunca a pesar de que las cosas se pusieron difíciles, por cada noche de desvelo, cada lagrima, cada sacrificio y cada paso dado con determinación.

Por no dejar desmayar mis sueños, aun cuando se tornaba todo gris y sentía desmayar mi fe, pero me demostré que todo es posible, siempre que se cree en uno mismo.

Doy gracias a la persona que me he convertido: más sabia, más fuerte y mucho más comprometida con lo que amo y me gusta hacer.

Este trabajo es el reflejo de tantos años de aprendizajes, pasión y disciplina, porque gracias a mi constancia y deseo de superación estoy alcanzando esta meta.

Hoy me celebro, porque gracias a mi puedo decir que este logro es una prueba de que los sueños florecen si se siembran con amor, paciencia y dedicación.

Rosado Solórzano María José

AGRADECIMIENTO

"Encomienda a Jehová tus obras; y tus pensamientos serán afirmados" - **Proverbios 16:3.**

Hoy agradezco en primer lugar a Dios, que fue es y será siempre mi guía en todo momento, el que me ha dado las fuerzas para no darme por vencida, la sabiduría para culminar con éxito esta etapa que ha sido tan importante en mi vida profesional.

A mi esposo Leonel Mera, por su amor y apoyo incondicional en cada etapa, gracias por estar a mi lado en cada momento, acompañándome en mis noches de desvelo, por creer en mí y por ser mi compañero en este camino lleno de desafíos y logros. A mi hija Sofía Mera, mi mayor inspiración, por recordarme cada día la razón de mis esfuerzos, que fueron lo que me impulsaron a seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

A mi mamá Isabel Solórzano, por su maravilloso amor y apoyo en todo momento, a mis hermanos y demás familiares que fueron, son y seguirán siendo parte de este proceso, por su comprensión, palabras de aliento y por creer siempre en mí, incluso cuando ni yo creía y quería renunciar, siempre estuvieron para mí en todo momento.

Como no agradecer a mis docentes y a mi tutor quienes durante todos estos tiempos compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos, a mis amigos y compañeros de carrera, por cada experiencia compartida en las jornadas de clases y fuera de ellas, las risas y compañerismo que hicieron de este camino una experiencia inolvidable.

Por último, agradezco a todas las personas e instituciones que de diferentes formas contribuyeron al desarrollo de este trabajo y cumplimiento de esta meta.

Cada uno de las personas aquí mencionadas forman parte de este logro que hoy celebro con mucha gratitud y orgullo.

Rosado Solórzano María José

Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXO	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	1
TÍTULO	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS	5
i. General.....	5
ii. Específicos	5
iii. Hipótesis.....	6
1.5 METODOLOGÍA	6
1.5.1 Localización del estudio.....	6
1.5.2 Materiales y equipos	7
1.5.3 Información climática de la zona de estudio	8
1.5.4 Variables	8
a) Variables dependientes	8
b) Variables independientes	8
1.5.5 Método empírico.....	8
1.5.6 Método experimental	8
1.5.7 Análisis estadístico.....	9
1.5.8 Diseño experimental	9
1.6 Tratamientos.....	10
1.7 Técnicas.....	10
1.7.1 Sustrato	10

1.7.2	Abonos.....	10
CAPÍTULO II.....		12
2	MARCO TEÓRICO	12
2.1	Definiciones	12
2.1.1	Generalidades de la vainilla	12
2.1.2	Taxonomía	12
2.1.3	Morfología de la vainilla.....	13
2.1.4	Macrotúnel	14
2.1.5	Sustrato	15
2.1.6	Materia Orgánica.....	15
2.1.7	Polinización.....	15
2.1.8	Fruto.....	16
2.1.9	Tutores	17
2.1.10	Propagación.....	18
2.1.11	Clima.....	18
2.1.12	Abonos orgánicos	19
2.2	ANTECEDENTES.....	19
2.3	TRABAJOS RELACIONADOS.....	20
2.3.1	Contenido nutricional y pH del suelo	20
2.3.2	Vainilla y su producción	20
CAPÍTULO III.....		22
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	22
3.1	Resultados y discusión	24
3.1.1	Altura de planta en metros	25
3.1.2	Número de hojas	26
3.1.3	Diámetro del tallo (mm).....	28
CAPÍTULO IV.....		30
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1	Conclusiones.....	30
4.2	Recomendaciones	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		31
ANEXOS		35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales de trabajo	7
Tabla 2. Características climáticas	8
Tabla 3. Tratamientos de estudio	10
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la vainilla	13
Tabla 5. Gastos de implementación y material de trabajo.....	23
Tabla 6. Altura de la planta de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación.....	25
Tabla 7. Altura de la planta de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel del día 60 hasta los 90 días de evaluación	25
Tabla 8. Número de hojas de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación.....	27
Tabla 9. Número de hojas de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel desde los 60 días hasta los 90 días de evaluación.....	27
Tabla 10. Diámetro del tallo de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación	28
Tabla 11. Diámetro del tallo de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante los días 60 hasta los 90 días de evaluación	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto Google Maps (2025)	7
Figura 2. Morfología de la Vainilla Tahitensis	14
Figura 3. Polinización manual	16
Figura 4. Vainas de V. tahitensis	17
Figura 5. Tutores.....	18
Figura 6. Croquis del proyecto de investigación.....	24

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Elaboración de macrotúnel plástico y camas de ladrillo macizo.....	35
Anexo 2. Incorporación de abonos orgánicos y sustrato.....	35
Anexo 3. Polinización.....	36
Anexo 4. Toma de datos	36
Anexo 5. Poda fitosanitaria.....	37
Anexo 6. Análisis de altura de planta	37
Anexo 7. Análisis de número de hojas.....	40
Anexo 8. Análisis de diámetro del tallo.....	43
Anexo 9. Certificado de compilatio.....	47

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres tratamientos (T1, T2 Y TO) para saber los efectos de crecimiento vegetativo de *Vainilla tahitensis*, cultivada en condiciones de macrotúnel, utilizando sustrato y abonos orgánicos, tomando datos cada 15 días durante 90 días. Las variables analizadas fueron, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo, para identificar el tratamiento con mejor respuesta. En los resultados se observó diferencia significativa en la altura de la planta entre los tratamientos ($p < 0,05$) en todas las evaluaciones realizadas. En los tratamientos T1 se registró un mayor valor de altura, demostrando una mayor eficiencia para estimular el crecimiento, mientras que en el tratamiento T2 se presentaron los valores más bajos. En el número de hojas se pudo observar un crecimiento progresivo, no se notaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0,05$). El tratamiento T1 fue el que mejor resultados obtuvieron seguido de TO y T2, con un crecimiento lento asociado al uso de fertilizantes orgánicos. En cuanto al diámetro del tallo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual indicó estabilidad en las tomas de datos realizadas. Los resultados demuestran que el uso de fertilizantes orgánicos en condiciones de macrotúnel favorecen el desarrollo vegetativo, principalmente en la variable de altura de la planta, siendo el tratamiento T1 el más recomendado, lo que confirma que el uso de fertilizantes orgánicos para el crecimiento de vainilla es progresivo y depende del tipo de producto aplicado, la dosis y las condiciones del sustrato.

Palabras clave: Bioinsumos, crecimiento de las plantas, producción, polinización y cultivo.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of three treatments (T1, T2, and TO) on the vegetative growth of Tahitian vanilla (*Vanilla tahitensis*) cultivated in a macro-tunnel using organic substrate and fertilizers. Data were collected every 15 days for 90 days. The variables analyzed were plant height, number of leaves, and stem diameter, to identify the treatment with the best response. The results showed a significant difference in plant height among the treatments ($p < 0.05$) in all evaluations. Treatment T1 showed the greatest height, demonstrating greater efficiency in stimulating growth, while treatment T2 showed the lowest values. Progressive growth in the number of leaves was observed, with no significant differences between the treatments ($p < 0.05$). Treatment T1 yielded the best results, followed by TO and T2, which exhibited slow growth associated with the use of organic fertilizers. Regarding stem diameter, there were no significant differences between treatments, indicating stability in the data collection. The results demonstrate that the use of organic fertilizers under macro-tunnel conditions promotes vegetative development, primarily in terms of plant height, with treatment T1 being the most recommended. This confirms that the use of organic fertilizers for vanilla growth is progressive and depends on the type of product applied, the dosage, and the substrate conditions.

Keywords: Bio-inputs, plant growth, production, pollination and cultivation.

CAPÍTULO I

TÍTULO

“Desarrollo de vainilla (*Vainilla-planifolia*, Var.-*tahitensis*) en macrotúnel plástico con fertilización orgánica en el trópico húmedo”

1.1 INTRODUCCIÓN

La vainilla, es una orquídea originaria de México, fue descubierta por los totonacas, quienes ya la empleaban ampliamente antes de la llegada de los españoles, para esta cultura, la vainilla tenía un gran valor y su uso se difundió entre otras civilizaciones prehispánicas; los totonacas la conocían como xahnat, mientras que los aztecas la llamaron tlilxochitl (Menchaca, 2009). A nivel internacional, se calcula que hay aproximadamente 110 especies de vainilla distribuidas en la zona intertropical del mundo, sin embargo, la especie *Vanilla planifolia*, también conocida como *Vanilla fragrans*, es la más relevante en términos económicos para los países productores (Martínez, 2003).

La vainilla requiere de sombra para desarrollarse adecuadamente, en espacios abiertos, suele cultivarse sobre tutores que le brindan entre un 35 y 50 % de sombra, este nivel de cobertura debe ser cuidadosamente regulado para asegurar una buena producción de flores, frutos y semillas; cuando tienen una exposición excesiva al sol puede causar el marchitamiento de la planta, mientras que demasiada sombra propicia la aparición de plagas y enfermedades, además de provocar un crecimiento débil, con tallos delgados y alargados (Cruz y Martínez, 2018).

Según Aguilar y Quintana, (2020) en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se comenzó el proceso de adaptación de una planta de vainilla importada; después de un año de espera, la planta logró florecer por primera vez, pero luego de un intento de polinización fallido en Mindo, se procedió a realizar la polinización de forma manual. La vainilla goza de una buena aceptación entre los consumidores, ya que se cultiva de manera exclusivamente orgánica debido a su alta sensibilidad a los productos químicos; el mercado europeo representa

una oportunidad significativa para los países exportadores que puedan ofrecer un producto de calidad superior (Rosenfeld, 2017).

Desde una perspectiva social, económica y ecológica, la vainilla presenta una buena adaptabilidad a distintas especies, gracias a su sistema radicular superficial; al ser cultivada, puede integrarse fácilmente en sistemas agrícolas diversos, generando beneficios directos para las comunidades locales, ya que su comercialización posterior puede ser muy rentable, de hecho, el precio por kilogramo de vainilla supera al de muchos otros cultivos tropicales, lo que contribuye a la generación de empleo en las zonas productoras; el valor comercial de la vainilla está directamente relacionado con la calidad del fruto, la cual depende de diversos factores como el tipo de suelo, las condiciones climáticas y el manejo agronómico (Rosas et al., 2021).

Las plantas de vainilla poseen un sistema de raíces superficiales y obtienen los nutrientes principalmente de la materia orgánica generada por la hojarasca de los árboles tutores en los que crecen, o bien del sustrato preparado por los productores para su cultivo (Hernández & Jiménez-García, 2021). Según Martínez-Monter et al., (2022) el sustrato utilizado juega un papel clave, ya que debe cumplir con características específicas como una adecuada porosidad, capacidad de retención de humedad, contenido de materia orgánica, pH equilibrado, conductividad eléctrica adecuada, así como una correcta proporción de macro y micronutrientes.

El factor más limitante en todo el proceso de cultivo de vainilla es la mano de obra ya que el manejo agronómico necesita bastante porque desde su fecundación hasta su cosecha todo el trabajo es manual debido a lo delicado de su cultivo (Acosta, 2005). El conocimiento sobre el manejo del cultivo suele transmitirse de padres a hijos; no obstante, las nuevas generaciones muestran escaso o nulo interés en continuar con esta práctica, esta falta de interés se debe, en gran parte, a los serios desafíos asociados con las labores culturales y el cuidado que requiere el cultivo de la vainilla (Morales, 1994).

Puesto que la vainilla se encuentra en peligro de extinción debido a su gran sobreexplotación de poblaciones, debemos considerar que es fundamental la conservación de estos bancos de germoplasmas, así como la de sus especies relacionadas además es importante que percibimos el método tradicional del cultivo promoviendo así sistemas agroforestales manteniendo un equilibrio del ecosistema natural sin alterar su origen (Cruz, 2021).

Realizar investigaciones sobre la vainilla es fundamental, para entender el valor de ésta sus aplicaciones y el proceso que conlleva realizar la vainillina, la vainillina es el principal compuesto activo de la vainilla, este se utiliza en esencias para el sector industrial como las farmacias, alimentaria y de fragancias, para esto se debe realizar un proceso mediante síntesis química, biosíntesis vegetal o a través de técnicas biotecnológicas (Ortega & Sánchez, 2023).

La comunidad científica en las últimas décadas ha explorado la viabilidad de producir vainilla natural, realizando cultivos de células *in vitro*, diversos centros de investigación y empresas están trabajando en el desarrollo de cultivos bajo ese tejido, en los cuales se puede contener en gran parte el extracto natural de la planta (Vásquez et al., 2013).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vainilla (*Vainilla planifolia* var. *Tahitenses*) representa desafíos significativos que se relacionan con las condiciones ambientales, las altas exigencias de la planta en cuanto a temperatura, humedad, sombra y nutrientes en especial en el trópico húmedo; los factores aquí mencionados resulta en varios problemas, como deshidratación, quema de hojas y tallos por exceso de radiación solar; también una alta evapotranspiración que afecta al crecimiento y desarrollo de la planta negativamente (Retureta, et al., 2024). Asimismo la fertilización orgánica juega un papel importante mejorando la calidad del suelo el suministro adecuado de nutrientes de las plantas; sin embargo si se realiza un manejo incorrecto de estos abonos orgánicos como compost, estiércol o abonos verdes generan deficiencia o exceso de nutrientes afectando el crecimiento y la producción, comprometiendo la calidad del producto final (Martínez-Monter et al., 2022).

El cultivo de vainilla se presenta como alternativa con alto potencial económico; aunque su rentabilidad necesita ser evaluada con mayor información financiera existen investigaciones que han permitido la vigencia de este producto en el mercado, debido a los cambios especialmente relacionados con precios de venta y costos operativos; al existir pocos datos sobre este cultivo dificulta la decisión y planificación de la inversión por parte de productores e interesados (Rosenfeld, 2017).

La vainilla está siendo afectada seriamente por hongos y enfermedades, el aumento de esto se relaciona con prácticas agrícolas inadecuadas; siendo sus patógenos más frecuentes *Phytophthora meadii*, *Colletotrichum orchidophilum* y *Sclerotium rolfsii* Esos patógenos generan daños muy importantes en distintas partes de la planta lo cual reduce considerablemente el rendimiento; a pesar de su impacto muchas zonas productoras carecen de estudio recientes que documenten la presencia y efecto de estos; por esta falta de información dificulta un control eficiente ante ello se vuelve prioritario investigar su incidencia y características para comprender estos factores y permitir ensayar estrategias de manejo fitosanitario efectivas y así contribuir a la sostenibilidad del cultivo (Ramos-Castellá y Iglesias-Andreu, 2022).

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la competencia en los ámbitos económico, productivo y social en Latinoamérica impulsa a los microempresarios a crear diversas formas de desarrollo; Ecuador destaca por sus altos niveles de emprendimiento y el país presenta una tasa del 31.8% en actividades emprendedoras en etapas tempranas, la más alta entre 66 países latinoamericanos, no obstante, factores como la alta movilidad migratoria, la fluctuación en los precios del petróleo y la dependencia de una economía poco diversificada han motivado la búsqueda de nuevas oportunidades en sectores como la agricultura, el comercio, la minería y la industria textil, aprovechando las ventajas que ofrece su ubicación geográfica estratégica (Quintana & Aguilar, 2020).

No existen datos disponibles sobre las necesidades específicas de nutrientes ni sobre las recomendaciones para la fertilización de la vainilla, en los sistemas de cultivo

convencionales, la producción de vainilla no es posible sin la aplicación de grandes cantidades de materia orgánica, para obtener un buen rendimiento, es fundamental generar suficientes residuos vegetales dentro de la misma plantación (Viveros, 2023).

En los países desarrollados, las plagas y enfermedades pueden provocar pérdidas que oscilan entre el 10 % y el 20 % de la producción agrícola, dependiendo del tipo de cultivo, esta situación obliga a una lucha constante que generalmente implica el uso intensivo de productos fitosanitarios, muchos de los cuales tienen efectos aún poco investigados o controversiales para el medio ambiente, la salud humana y la de los animales que consumen los productos tratados (FAO, 2019).

Para mejorar la protección y el rendimiento de los cultivos, existen diversas alternativas que ayudan a resguardar las plantas de condiciones climáticas adversas, animales y otros factores externos que pueden afectar negativamente la calidad de los frutos, una de estas alternativas son los macrotúneles, también llamados túneles altos, estas estructuras son, después de los invernaderos, las más comunes dentro de la agricultura protegida, aunque a menudo se les confunde entre sí, no obstante, los macrotúneles, a pesar de utilizar materiales similares a los de los invernaderos, no alcanzan las dimensiones ni la altura requeridas para ser clasificados como tales (Santos & Obregón-Olivas, 2010).

1.4 OBJETIVOS

i. General

Analizar el desarrollo de vainilla (*Vanilla-planifolia*, var-*Tahitensis*) en macrotúnel plástico con fertilización orgánica en el trópico húmedo.

ii. Específicos

- Evaluar el efecto del macro túnel de plástico sobre las condiciones microclimáticas y su influencia en el crecimiento de la vainilla.

- Analizar la relación beneficio-costos con el uso del macrotúnel y diferentes dosis de fertilización orgánica en el cultivo de vainilla.
- Observar la incidencia de abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo de la vainilla.

iii. Hipótesis

H₁: La fertilización orgánica bajo macrotúnel de plástico influye significativamente en el crecimiento del cultivo de vainilla.

H₀: La fertilización orgánica bajo macrotúnel de plástico no influye significativamente en el crecimiento del cultivo de vainilla.

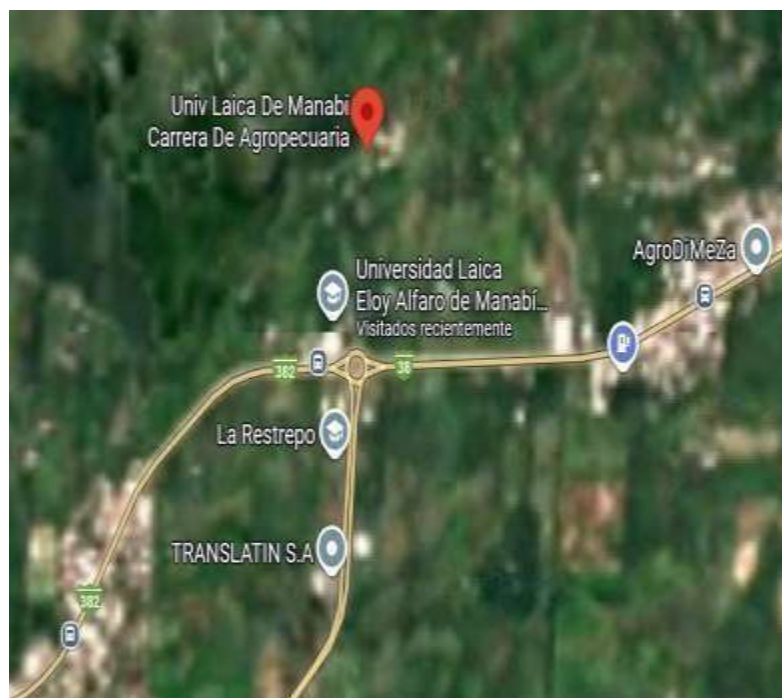
1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Localización del estudio

Esta investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental “Río Suma”, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Con ubicación georreferenciado en las coordenadas UTM -0.259647, -79.427987.

El macrotúnel que se encuentra en la Granja Experimental “Río Suma” tiene más de dos años funcionando como vivero para uso únicamente de plantas de vainilla el cual se está utilizando para la producción, manejo, multiplicación y aclimatación, plantas que fueron donadas por el emprendimiento de Generación de tecnologías sostenibles en el cultivo de vainilla en la provincia de Manabí. Esta infraestructura consta con la adecuación correspondiente, como lo son camas correctamente distribuidas para poder tener un correcto manejo.

Figura 1. Localización del proyecto Google Maps (2025)



1.5.2 Materiales y equipos

En la tabla 1, se puede observar los materiales de trabajo utilizados en este proyecto.

Tabla 1. *Materiales de trabajo*

Materiales para infraestructura	Materiales y equipos de trabajo	Insumos
Pala	Bomba	Humus
Machete	Cinta métrica	Lixiviado
Carreta	Calibrador	Ferti-organ
Tubos de 2 pulgadas	Tijera de podar	Fundas
Tubos de 1 pulgada	Rotulador	Sustrato
Plástico	Cinta para marcar flores	Agua
Grapadora para invernadero	Palillos de dientes	
Alambre	Alcohol	
	Regadera y guantes	

1.5.3 Información climática de la zona de estudio

En la siguiente tabla se pueden observar, algunas características climáticas del cantón:

Tabla 2. *Características climáticas*

Características	
Precipitación anual	2900 mm
Temperatura	24 °C
Clima	Trópico húmedo
Altitud	249

Nota: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

1.5.4 Variables

a) Variables dependientes

- Altura de la planta
- Número de hojas
- Diámetro de tallo

b) Variables independientes

- Tipo de abono orgánico.

1.5.5 Método empírico

Este método es utilizado para poder recolectar toda la información directa basada en *Vainilla var. Tahitensis*, basándose en todas las características visibles de esta (Acosta, 2005); este método ayuda a identificar las diferentes características a medir, según cada tratamiento de fertilizante utilizado y saber sus diferentes reacciones.

1.5.6 Método experimental

Morales et al., (2000) indican que desde la siembra pueden transcurrir entre uno y tres años para que se produzca la floración; este proceso varía según el manejo del cultivo de

vainilla, la calidad del material y las condiciones ambientales; en especial, la disponibilidad de agua influye directamente en el vigor, la sanidad y la productividad de las plantas.

Los macrotúneles constituyen una estructura fundamental en los sistemas intensivos de producción a nivel mundial, ya que permiten mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos al crear condiciones más favorables para el crecimiento vegetal (Velásquez et al., 2014).

En el macrotúnel se tienen ocho camas de 12 metros por 60 centímetros con calles de 90 centímetros de ancho en las cuales tenemos 23 plantas, que se distribuyeron de manera aleatoria con espacios de 3 metros por cada tratamiento a realizar en esta tesis.

1.5.7 Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANDEVA) constituye una herramienta estadística fundamental para evaluar los resultados obtenidos en experimentos que emplean diseños, en el estudio realizado se aplicó el procedimiento de comparación múltiple de Tukey al 5 % el cual es adecuado cuando se busca identificar con precisión cuáles tratamientos difieren entre sí después de encontrar diferencias significativas en el ANDEVA (Bustos et al., 2018).

En este caso, el trabajo se realizó con tres tratamientos, cada uno conformado por tres repeticiones, lo que permitió una evaluación más confiable y una mejor estimación de la variabilidad experimental.

1.5.8 Diseño experimental

Este estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental “Río Suma”, dentro de un macrotúnel plástico utilizando tres tipos de fertilizantes orgánicos con la misma dosis para poder tener un mejor resultado.

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA); este método permite determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, las variables evaluadas

fueron; desarrollo de la planta, altura, número de hojas, producción, diámetro de tallo y números de flores, las medidas fueron tomadas cada 15 días durante tres meses.

1.6 Tratamientos

Acorde a lo recomendado por Agro-orgánico (2020), se utilizó 10 ml de Ferti-organ / L de agua en todos los tratamientos. Además, según lo menciona Marcia (2018), se usó 100 ml de lixiviado de lombriz / L de agua en el tratamiento 2. Los tratamientos realizados se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 3. *Tratamientos de estudio*

Tratamiento	Descripción
T1	4 kg humus + 10 ml de Ferti-organ
T2	100 ml de lixiviado + 10 ml Ferti-organ
TO	Testigo

1.7 Técnicas

1.7.1 Sustrato

- ✓ Se realizó una mezcla de 320 kg de tierra, 35 kg de aserrín, 25 kg de tierra de guaba, 96 kg de bovinaza y 50 kg de cal.
- ✓ Para homogenizar esta mezcla se utilizó una pala y luego de tener todo mezclado correctamente se procedió a ubicar en un montículo de 1m de alto dejando cubierto con un plástico durante una semana para incrementar la temperatura y eliminar patógenos.
- ✓ Después se procedió a usar 40 kg de esta mezcla en cada uno de los tratamientos.

1.7.2 Abonos

- En el sustrato preparado se procedió a ubicar 4 kg de humus de lombriz y en dos litros de agua se ubicó 20 ml de Ferti-organ realizando un abono radicular, esto para el tratamiento 1 (Agro-orgánico, 2020).

- En el tratamiento 2 se usó 200 ml de lixiviado de lombriz y 20 ml de Ferti-organ así mismo como abono radicular (Marcia, 2018).
- Por último, en el tratamiento testigo solo se observó la diferencia.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones

2.1.1 Generalidades de la vainilla

El nombre del género *Vanilla* se atribuye al religioso y botánico francés Charles Plumier, quien en 1703 realizó la primera descripción botánica a partir de tres especies originarias del oeste de la India; no obstante, en dicha clasificación inicial no se incluyeron las especies mexicanas; fue recién en 1799 cuando el botánico sueco Peter Olof Swartz incorporó estas especies a la clasificación del género (Covarrubias, 2012).

La vainilla es la segunda especia más buscada en el mundo, sólo superada por el azafrán en términos de valor comercial; los precios de la vainilla procesada fluctúan dependiendo del volumen de exportación de los productores, pero en los dos últimos años ha habido una tendencia hacia la estabilidad de precios; Alemania es el cuarto país del mundo en importaciones de vainilla en 2016, lo que la convierte en un destino atractivo para la exportación de este producto desde la provincia ecuatoriana de Santo Domingo de los Tsáchilas, que cuenta con parámetros agroecológicos óptimos para la producción del cultivo (Rosenfeld, 2017).

La vainilla es una planta trepadora de clima tropical, de hábito semiepífita, reconocida como una especie singular dentro de la familia Orchidaceae; a diferencia de otras orquídeas ornamentales, destaca por su relevancia industrial, ya que produce frutos comestibles que contienen vanillina, un compuesto altamente apreciado por su aroma característico (López, 2012).

2.1.2 Taxonomía

El género *Vanilla*, originario de México, incluye más de cien especies de plantas trepadoras monopodiales, como (*V. planifolia* o *frangans*, *V. pompona* Achiede, y *V.*

tahitensis JW. More), que pueden superar los 35 metros de longitud y presentan hojas alternas a lo largo del tallo. En la tabla 4 se puede observar su taxonomía según (Andy, 2023).

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la vainilla

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagale
Familia	Orquidaceae
Sub familia	Vanilloidea
Tribu	Vanilleae
Subtribu	Vanillinae
Género	Vanilla
Especie	<i>Planifolia Jacks ex. Andrews (Vanilla fragans ames). Pompona Achiede. Tahitensis J.W.</i>
Tipo	Mansa o fina, Rayada, Cimarrona, Oreja de burro

Nota: tomado de Andy (2023)

2.1.3 Morfología de la vainilla

Las especies del género *Vanilla* se distinguen con facilidad dentro de la familia Orchidaceae por su forma de crecimiento hemi-epifito, la presencia de tallos trepadores, la ausencia de pseudotallo; un labelo unido parcialmente a la columna, por lo general con un callo penicilado, una antera móvil, semillas con cubierta dura y frutos que en algunas especies fragantes americanas resultan intensamente aromáticas (Parizaca, 2020).

La planta de vainilla es una orquídea perenne, herbácea, hemiepifita, terrestre trepadora, de tallo flexible, succulento, cilíndrico, ramificado, color verde brillante de 1 a 2 cm de diámetro con hojas alternas dispuestas en zigzag a cada 10 o 15 cm y las guías pueden llegar a medir hasta 50 m de longitud; las hojas son flexibles, subsésiles, elípticas, laureadas

y con ápice agudo acuminado, de 10 a 20 cm de longitud, por 4 a 8 cm de ancho y con 1 a 2 mm de espesor, succulentas, de epidermis lustrosa y cutinizada principalmente en el haz (Nájera-Hernández & Coutiño-Cortés, 2023); es una estructura importante ya que su morfología sirve para la identificación de la especie y la variedad; cuenta con dos tipos de raíces, las que se desarrollan en el suelo o sustrato y las adventicias que se adhieren al tutor; el sistema radical que posee es superficial puesto que, su profundidad va de los 5 a 15 cm con un radio aproximado de 1,20 m (Cruz, 2021).

Figura 2. *Morfología de la Vainilla Tahitensis*



2.1.4 Macrotúnel

Los macrotúneles constituyen un tipo de estructura de protección caracterizada por su fácil instalación y manejo; además de implicar un costo menor en comparación con los invernaderos; lo que les conviene en una alternativa accesible para los agricultores que buscan incrementar la productividad de sus cultivos; estas estructuras permiten regular diversos factores; siendo el control de plagas uno de los más relevantes ya que contribuyen a disminuir las poblaciones de insectos vectores de virus, capaces de ocasionar daños graves en las

plantaciones; sobre todo durante las etapas iniciales de desarrollo; cuando las plantas son más vulnerables (Porres & León, 2014).

2.1.5 Sustrato

El sustrato utilizado desempeña en papel clave; ya que debe contar con propiedades adecuadas como buena porosidad, capacidad de retener humedad, contenido en materia orgánica, pH equilibrado, conductividad eléctrica adecuada, así como presencia de macro y microelementos; por ello se debe tener una correcta elección de los componentes del sustrato y las proporciones en que estos se mezclen (Martínez-Monter et al., 2022b).

2.1.6 Materia Orgánica

En los cultivos la materia orgánica proviene de las podas realizadas para controlar la sombra; mientras que en los bosques naturales se originan de la vegetación del entorno; la hojarasca y la materia orgánica en descomposición aportan los nutrientes esenciales y favorecen la formación de simbiosis con micorrizas; además de otras interacciones con microorganismos del suelo; lo que contribuye al desarrollo de raíces sanas (Cruz & Martínez, 2018).

2.1.7 Polinización

El método de polinización manual fue desarrollado por Edmon Albius; un joven esclavizado originario de la isla de La Reunión, territorio francés ubicado en el Océano Indico; desde esta isla la vainilla fue introducida en Madagascar en el año 1880; país que con el tiempo se consolidó como uno de los mayores productores; para el año 2010 los principales países productores de vainilla eran Indonesia, Madagascar, China, México y Turquía (Quintana & Aguilar, 2020).

Figura 3. *Polinización manual*



2.1.8 Fruto

La vaina presenta tres zonas diferenciadas de manera visible, la parte externa de tonalidad negra, la parte interna de color blanquecino y las semillas; la región externa comprende el epicarpio y el mesocarpio externo; mientras que la zona interna está constituida por el mesocarpio interno, las láminas placentarias, el endocarpio y las semillas; en conjunto el mesocarpio está conformado por 15 a 20 capas de células de gran tamaño; las semillas se ubican hacia la cavidad central de la vaina (Ayala, 2020).

Figura 4. *Vainas de V. tahitensis*



2.1.9 Tutores

El tutor constituye un elemento fundamental y debe reunir ciertas condiciones adecuadas para la planta de vainilla, tales como; facilidad de propagación mediante estacas de aproximadamente dos metros de longitud; porte arbustivo o de árbol pequeño; carácter perenne con abundante follaje que no se desprenda durante la época seca; buena respuesta a las podas; ausencia de problemas fitosanitarios graves; no ser hospedero de plagas; poseer ramas que no perjudiquen a los bejucos de vainilla (preferiblemente sin espinas): y contar con raíces profundas que eviten la competencia por nutrientes con la vainilla (Martínez et al., 2007).

Figura 5. Tutores



2.1.10 Propagación

La propagación se realiza de forma asexual mediante esquejes seleccionados de plantas sanas que presentan altos rendimientos y frutos de buena calidad; lo que elimina la necesidad de utilizar semillas ni semilleros; estos esquejes, obtenidos del tallo de la vainilla, poseen una notable capacidad de enraizamiento al ser trasplantados (Soto, 2016).

2.1.11 Clima

La vainilla es uno de los cultivos más rentables en las zonas tropicales, con gran demanda en las industrias alimentaria y perfumera; para su desarrollo óptimo, requiere un clima cálido-húmedo con temperaturas entre 21 °C y 27 °C, humedad relativa superior al 80 % y precipitaciones anuales entre 1.132 y 1.500 mm; no toleran largos períodos de frío intenso, siendo 5 °C a 7 °C la temperatura mínima que puede resistir; un exceso de lluvias también puede afectar su crecimiento (Quintana & Aguilar, 2020).

2.1.12 Abonos orgánicos

El humus de lombriz es uno de los fertilizantes orgánicos más reconocidos comercialmente y su composición varía según el tipo de material orgánico que sirve de alimento a las lombrices; por otro lado, el lixiviado de lombriz corresponde al líquido obtenido y conservado durante el proceso de descomposición de residuos orgánicos, particularmente en sistemas de compostaje que incorporan lombriz californiana (Marcia, 2018).

FERTI-ORGAN es un fertilizante orgánico-mineral soluble cuya fórmula optimizada suministra una amplia gama de nutrientes, favoreciendo un adecuado crecimiento vegetativo, una floración más eficiente y una mejor formación de frutos; además, contribuye a regular los procesos metabólicos de las plantas, incrementando su resistencia frente a ataques de insectos y hongos, lo que se traduce en mayores rendimientos y en una mejora notable en la calidad de la cosecha (Agro-orgánico, 2020).

2.2 ANTECEDENTES

Cuando los navegantes españoles partieron en busca de rutas hacia las Indias Orientales, con el objetivo de hallar el oro y especies; no esperaban descubrir un nuevo continente; allí encontraron productos desconocidos en Europa; como la pimienta y la vainilla, que rápidamente adquirieron gran valor gastronómico; estas especies llegaron a ser más valiosas que el oro; generando disputas entre naciones por el control de su comercio (Aguilar & Quintana, 2020).

El cultivo de vainilla enfrenta diversas enfermedades y condiciones ambientales adversas que afectan negativamente su productividad; para mejorar esta situación se han desarrollado programas de mejoramiento genético en diferentes regiones de vainilleras del mundo; estos esfuerzos incluyen la recolección y análisis de germoplasma de *V. planifolia* y otras especies silvestre el mismo género; no obstante los estudios han demostrado que existe una baja variabilidad genética en las plantas cultivadas lo cual se relaciona con los bajos niveles de polinización cruzada y una limitada heterocigocidad en el cultivo (Ramos-Castellá & Iglesias, 2022).

La vainilla se reproduce comercialmente por medio de esquejes de tallos provenientes de plantas sanas y vigorosas; sin embargo, la falta de conocimiento sobre técnicas adecuadas para obtener material de siembra ha limitado interés de su producción; impidiendo su expansión en Ecuador; esto ha generado pérdidas económicas y desmotivación entre los productores debido a los bajos ingresos; ante esta situación, es necesario buscar alternativas que impulsen el cultivo de vainilla, mediante técnicas agrícolas y de laboratorio más eficientes, que reduzcan costos y aseguren un producto rentable y sostenible (Paris, Rivas et al., 2021).

En Ecuador la vainilla crece de forma silvestre en zonas como las orillas del Río Napo en Tena y también se cultiva en regiones como Santo Domingo de los Tsáchilas y el cantón Paján en Manabí; donde se han introducido la variedad Tahití; este cultivo ha resultado rentable para los agricultores ya que el precio de kilogramo de vainilla bien procesada puede superar los 500 dólares; en los últimos años los ingresos por su venta han crecido notablemente alcanzando 40 millones de dólares en el último año, lo que representa un incremento 20 veces mayor en comparación con cinco años antes (Ortega & Sánchez, 2023).

2.3 TRABAJOS RELACIONADOS

2.3.1 Contenido nutricional y pH del suelo

Según Alvarado et al., (2024) la aplicación de tierra de diatomeas no tiene un impacto directo sobre el pH del suelo; ya que todos los tratamientos incluidos el testigo mostraron un aumento similar en el pH al final del ensayo; la adición de 20 gramos de tierra de diatomeas por planta resultó en una mejor respuesta con variables agronómicas como la tasa de crecimiento, el diámetro del tallo, el número de hojas por planta; además el contenido de clorofila está relacionado con el desarrollo vegetativo de la vainilla; en las primeras etapas fenológicas los valores de clorofila oscilan entre 11 y 15 SPAD aumentando conforme la planta crece, alcanzando 31,6 y 29,3 SPAD a los 80 y 100 días respectivamente; en el tratamiento con 20 gramos de tierra de diatomeas por planta.

2.3.2 Vainilla y su producción

En lo investigado por Enríquez et al., (2023) se destacó que la presencia de plaga tuvo una incidencia de 43 % menor en los huertos dotados con productos químicos y un 37 % menor en aquellos que combinaron el manejo orgánico y químico; no obstante el huerto con manejo orgánico presentó la mayor presencia de plagas aunque éstas fueron controladas a tiempo por lo que no afectaron el rendimiento; en cuanto a la producción la mayor cantidad se registró en el huerto donde se aplicó una combinación de manejo orgánico y químico.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El macrotúnel utilizado en el ensayo presenta una estructura de 11,50 metros de ancho por 15 metros de largo, alcanzando una altura aproximada de 5 metros, lo que permite un adecuado flujo de aire y espacio suficiente para el manejo de cultivos. Su estructura está construida con tubos galvanizados, material que ofrece alta resistencia a la corrosión y una mayor durabilidad frente a las condiciones ambientales. Para el recubrimiento, se instaló malla sarán, que ayuda a regular la radiación solar y proporciona sombra parcial, combinada con plástico de invernadero, encargado de conservar la humedad interna, proteger del viento y mantener temperaturas óptimas para el desarrollo de las plantas.

En el interior del macrotúnel se dispusieron camas de cultivo elaboradas con ladrillo macizo, cada una con dimensiones de 70 cm de ancho por 12 m de largo y una altura de 20 cm. Estas camas elevadas permiten un mejor drenaje, facilitan el manejo del sustrato, reducen la compactación del suelo y mejoran la distribución de nutrientes. Además, su construcción en ladrillo asegura estabilidad estructural y una mayor vida útil, creando un ambiente controlado y adecuado para el establecimiento y crecimiento uniforme del cultivo.

En el cultivo se emplearon abonos orgánicos como biol, lixiviado de lombriz y humus, los cuales mejoraron la fertilidad del sustrato. El biol aportó nutrientes de liberación lenta y materia orgánica; el lixiviado actuó como fertilizante líquido de rápida absorción, rico en microorganismos benéficos; y el humus mejoró la estructura del suelo, la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes. La combinación de estos insumos favoreció un crecimiento vegetal más sano y vigoroso.

Se realizó la compra de herramientas y material de desinfección, para realizar polinización manual y poda fitosanitaria, con el fin de que todos los materiales sean de uso exclusivo del área de la vainilla para evitar contaminación.

Tabla 5. *Gastos de implementación y material de trabajo*

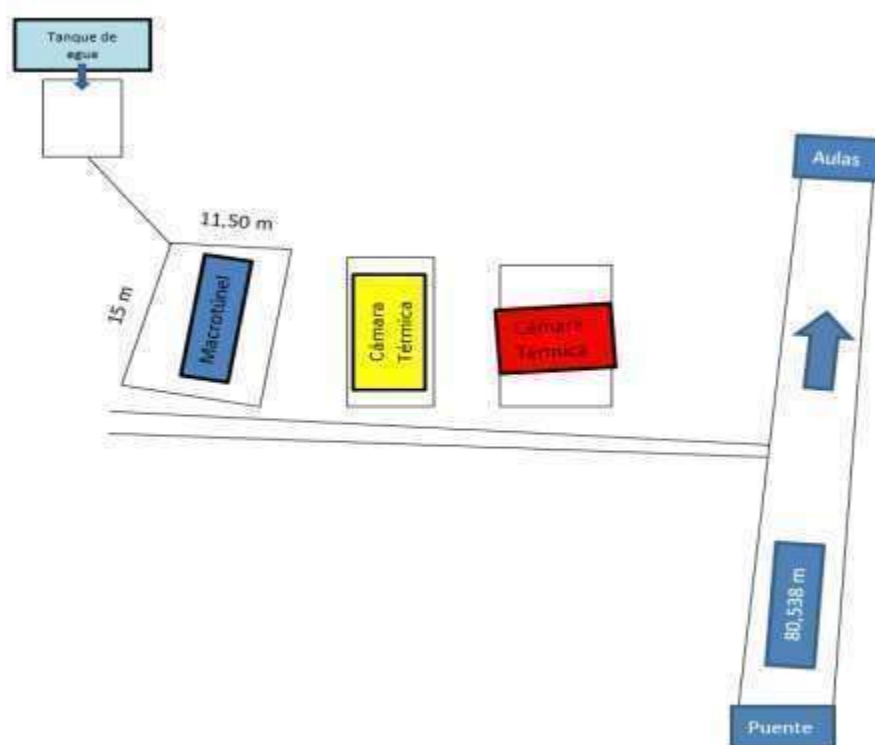
Rubro/ Concepto	Cantidad / Unidad	Costo Unitario	Costo Total (USD)
Alambre 12	22, 5 m	1,50	33,75
Alambre 18	15 m	0,06	0,90
Perno techo	100	0.04	4,00
Broca	3	2.36	7,08
Disco	1	1	1
Tubo galvanizado 2	3	16,50	49,50
Tubo galvanizado 1	4	8,25	33,00
Plástico	50 m	5,17	258,50
Grapadora	1	52,90	52,90
Grapas	3	3,45	10,35
Flete	1	35,75	35,75
Atomizadores	3	0,50	1,50
Pediluvios	1	1,50	1,50
Amonio cuaternario	4 L	3,45	13,80
Alcohol	4 L	2,55	10,20
Palillos de dientes	2 cajas	0,50	1,00
Tijeras de podar	2	7,50	15,00
Lavanda	1	2	2,00
Vinagre	1	1,50	1,50
Bioestimulante	3,5 kg	4,50	4,50
Sustrato	50kg	7,35	7,35
Ladrillos	600	0,30	180
Cemento	3	8,50	25,50
Arena	1	25	25,00
Humus	25 kg	30	30,00
Ferti-organ	2 L	8	16,00
Lixiviado	4 L	3	12,00
Mano de obra	1	192,50	192,50
Mano de obra camas	3	30	90
Otros gastos	1	32	42,60
TOTAL			1158.68

El presupuesto total para la implementación del macrotúnel y sus componentes alcanzó USD \$1158.68 la mayor parte del gasto se destinó a la compra de materiales estructurales como plástico de invernadero, tubos galvanizados y ladrillos, que representan los rubros de mayor inversión; también se incluyeron herramientas y accesorios necesarios para el montaje, como alambres, pernos, brocas, grapas y demás. La mano de obra para la instalación del

macrotúnel y la construcción de las camas también constituyó un componente importante del costo total.

En cuanto a insumos agrícolas, se adquirieron humus, Ferti-organ, lixiviado, sustrato y productos de desinfección. En conjunto, la inversión integra materiales, herramientas, fertilizantes y servicios, asegurando la funcionalidad del sistema de producción dentro del invernadero.

Figura 6. *Croquis del proyecto de investigación*



3.1 Resultados y discusión

Estos resultados fueron tomados en el vivero establecido de vainilla gracias al proyecto de Generación de tecnologías sostenibles en el cultivo de vainilla en la provincia de Manabí.

3.1.1 Altura de planta en metros

La Tabla 6 y 7 muestran la altura promedio de la *V. Tahitensis* bajo tres tratamientos de productos orgánicos (T1, T2 y TO) durante los 90 días de evaluación en condiciones de macrotúnel. En estos resultados se observa diferencias en el crecimiento desde la primera evaluación y un incremento claro progresivo en la altura de la planta en todos los tratamientos durante el tiempo de evaluación.

Tabla 6. *Altura de la planta de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación*

Tratamiento	15 Días	30 Días	45 Días
T1	2,15 ± 0,15 A	2,26 ± 0,15 A	2,42 ± 0,15 A
T2	1,60 ± 0,15 B	1,75 ± 0,15 A	1,80 ± 0,15 A
TO	1,98 ± 0,15 AB	2,03 ± 0,15 AB	2,14 ± 0,15 AB
CV (%)	23	22,88	22,88
P-valor	0,0388	0,0372	0,0372

Tabla 7. *Altura de la planta de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel del día 60 hasta los 90 días de evaluación*

Tratamiento	60 Días	75 Días	90 Días
T1	2,45 ± 0,15 A	2,80 ± 0,15 A	2,97 ± 0,15 A
T2	1,99 ± 0,15 A	2,09 ± 0,15 A	2,34 ± 0,15 A
TO	2,35 ± 0,15 AB	2,49 ± 0,15 AB	2,71 ± 0,15 AB
CV (%)	22,81	22,84	22,84
P-valor	0,035	0,035	0,035

A partir de los 15 días, el tratamiento T1 obtuvo la mayor altura promedio (2,15 ± 0,15 cm), seguido por el (TO) y por último (T2), este patrón se mantuvo durante los 90 días, lo que indica una mayor eficacia en el T1 para estimular el crecimiento de *V. tahitensis*.

El tratamiento T2 obtuvo los valores más bajos de altura en todos los días evaluados, lo que significa una menor respuesta de la planta a este producto orgánico o una menor eficiencia con los otros tratamientos evaluados. No obstante, se observa un crecimiento ligero, lo que indica que el producto no inhibió el desarrollo, sino que fue menos eficiente.

El coeficiente de variación (CV) osciló entre 22,81 % y 23 % valores que son aceptables en variables de condiciones controladas, lo que indica una confiabilidad en las mediciones realizadas.

En cuanto al análisis estadístico, los valores de p obtenidos en todas las evaluaciones ($p < 0,05$) indican la diferencia estadística significativas entre los tratamientos en los diferentes días evaluados, lo que confirma que los productos orgánicos influyeron de diferentes formas en la altura de la planta.

La altura de las plantas no varía significativamente en los diferentes días de recolección de datos por la poda regenerativa que se le realizó antes de empezar con el proyecto de investigación lo que concuerda con lo descrito por Mosquera, (2012) que encontró que la longitud relativa de las plántulas de vainilla y los mejores crecimientos se observan bajo los sustratos y según la dosis de fertilizantes orgánicos; además, proveen condiciones físicas a la raíz como aireación, retención hídrica, temperatura y control de arvenses que son críticas para el crecimiento y funcionamiento radicular.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Paris et al., (2021) quienes afirman que la fórmula y la dosis adecuada de productos orgánicos mejoran la disponibilidad de nutrientes favoreciendo el crecimiento de las plantas, reflejado en diferentes variables, lo que respalda la importancia de seleccionar productos que tengan los requerimientos nutricionales compatibles con el cultivo.

3.1.2 Número de hojas

La Tabla 8 y 9 presentan el número de hojas de *V. tahitensis* con tres tratamientos de productos orgánicos (T1, T2 y TO) durante los 90 días de evaluación, en todo lo evaluado se puede observar un crecimiento ligero en el número de hojas en todos los tratamientos durante todo el tiempo evaluado.

Tabla 8. Número de hojas de *Vanilla tahitensis* con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación

Tratamiento	15 Días	30 Días	45 Días
T1	22,22 ± 2,46 A	22,67 ± 2,46 A	22,67 ± 2,46 A
T2	17,33 ± 2,46 A	17,67 ± 2,46 A	17,67 ± 2,46 A
TO	18,67 ± 2,46 A	19,44 ± 2,46 A	19,44 ± 2,46 A
CV (%)	38,03	37,11	37,11
P-valor	0,3638	0,363	0,363

Tabla 9. Número de hojas de *Vanilla tahitensis* con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel desde los 60 días hasta los 90 días de evaluación

Tratamiento	60 Días mm	75 Días mm	90 Días mm
T1	23,67 ± 2,49 A	23,67 ± 2,41 A	23,67 ± 2,41 A
T2	18,22 ± 2,49 A	18,22 ± 2,41 A	18,22 ± 2,41 A
TO	20 ± 2,49 A	20 ± 2,41 A	20 ± 2,41 A
CV (%)	36,4	35,06	35,06
P-valor	0,3107	0,2843	0,2843

En el tratamiento T1 se registró los valores más altos durante todo el proyecto, con un inicio de 22,22 ± 2,46 hojas en los primeros 15 días y alcanzando 23,67 ± 2,41 hojas a los 90 días. El tratamiento TO presento valores intermedios, mientras que T2 tuvo menor consistencia en el número de hojas, teniendo valores finales de 18,22 ± 2,41 hojas.

El coeficiente de variación (CV) se presentó valores un poco elevados, que oscilaron entre 35,06 % y 38,03 %, por lo cual se puede observar una mayor variabilidad en esta variable de crecimiento. Tomando en cuenta que esta variabilidad puede cambiar por las características morfológicas en especial en etapas tempranas de desarrollo.

El análisis estadístico no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos en todo el tiempo evaluado, esto debido a que los valores de p fueron mayores a 0,05 en todos los casos, indicando que las diferencias numéricas no difieren estadísticas significativas durante todo el periodo de estudio.

El crecimiento foliar con el uso de fertilizantes orgánicos es muy bajo por lo cual las hojas nuevas aparecen cada cierto tiempo lo que es similar con lo evaluado por Andy, (2023) que manifiesta que con los abonos orgánicos es un poco lento el crecimiento foliar en relación a otro tipo de fertilizantes convencionales.

El número de hojas no varía mucho desde los primeros datos tomados lo que reporta valores similares a lo descrito por Alvarado et al., (2024) que menciona que a partir de los 80 días los tratamientos llegaron a alcanzar promedios de 19,05 y 20,28 hojas en dichos tratamientos hasta los 100 días.

3.1.3 Diámetro del tallo (mm)

La Tabla 10 y 11 presentan el diámetro del tallo de *V. tahitensis* en tres tratamientos de productos orgánicos (T1, T2 y TO) durante 90 días de evaluación. En estos tratamientos se observó un incremento progresivo del diámetro del tallo en el periodo evaluado, evidenciando así un desarrollo vegetativo continuo en las plantas.

Tabla 10. *Diámetro del tallo de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante 45 días de evaluación*

Tratamiento	15 Días	30 Días	45 Días
T1	5,81 ± 0,45 A	5,93 ± 0,44 A	6,01 ± 0,44 A
T2	6,08 ± 0,45 A	6,29 ± 0,44 A	7,01 ± 0,44 A
TO	6,84 ± 0,45 A	7,19 ± 0,44 A	7,8 ± 0,44 A
CV (%)	21,67	20,34	20,34
P-valor	0,2626	0,137	0,137

Tabla 11. *Diámetro del tallo de Vanilla tahitensis con tres tratamientos de productos orgánicos bajo condición de macrotúnel durante los días 60 hasta los 90 días de evaluación*

Tratamiento	60 Días	75 Días	90 Días
T1	6,25 ± 0,43 A	6,35 ± 0,43 A	6,99 ± 0,43 A
T2	7,29 ± 0,43 A	7,09 ± 0,43 A	7,15 ± 0,43 A
TO	7,9 ± 0,43 A	7,89 ± 0,43 A	8,01 ± 0,43 A
CV (%)	19,65	19,49	19,49
P-valor	0,1543	0,1601	0,1601

El tratamiento TO tuvo mayores valores de diámetro del tallo en todas las evaluaciones realizadas, iniciando con 6,84 ± 0,45 mm en los primeros 15 días y alcanzo 8,01 ± 0,43 mm a los 90 días. En el tratamiento T2 se observó valores intermedios, mientras que en el T1 tuvo el menos diámetro, con un valor de 6,99 ± 0,43 mm.

Los valores del coeficiente de variación (CV) oscilaron entre 19,48 % y 21,67 %, lo cual indica que hubo una variabilidad moderada lo que hace que los datos obtenidos sean confiables.

En el análisis estadístico no se evidenciaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados, dado que los valores de p fueron mayores a 0,05 en todos los datos evaluados, lo cual indica que hubo diferencias numéricas entre tratamientos.

En las diferentes medidas tomadas se puede observar que el diámetro del tallo de la vainilla no presentó diferencia significativa desde la primer dosis de aplicación de los tratamientos hasta la final lo que coincide con lo dicho por Andy, (2023) que considera que la aplicación de abonos con diferentes dosificaciones no influye en la variable del diámetro del tallo en el cultivo de vainilla.

Según lo investigado por Paris et al., (2021) existió una variable promedio general en los 90 días siendo 0,44 cm en el diámetro de las plantas evaluadas según los tratamientos utilizados, teniendo un coeficiente de 14,72 %, estos resultados se asemejan con el rango evaluado en este trabajo.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El uso del macrotúnel de plástico favoreció las condiciones microclimáticas del cultivo de vainilla, lo que influyó de forma positiva en el crecimiento vegetativo de las plantas, teniendo un incremento progresivo en la altura y vigor durante todo el período de evaluación.
- En el análisis beneficio-coste se evidenció que con una correcta combinación de cobertura y dosis de fertilización mejora la rentabilidad del cultivo.
- Los abonos orgánicos contribuyen de manera favorable al desarrollo vegetativo de la vainilla, logrando mejorar el vigor y crecimiento de la planta.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de macrotúneles de plástico en el cultivo de vainilla en zonas de trópico húmedo, debido a su capacidad para mejorar el microclima y favorecer el crecimiento vegetal en las etapas iniciales y de establecimiento del cultivo.
- Para futuros estudios, se sugiere evaluar diferentes tipos de materiales, así como ampliar el período de análisis económico, con el fin de optimizar el uso del macrotúnel y maximizar su rentabilidad en el largo plazo.
- Se recomienda utilizar diferentes abonos orgánicos en diferentes dosis para potenciar el crecimiento y sostenibilidad del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D. M. L. (2005). *Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición*.
- Agro-organico. (2020). *FERTI - ORGAN*.
- Aguilar, & Quintana, M. (2020). DESARROLLO DE CULTIVOS SOSTENIBLES DE VAINILLA EN ECUADOR. *Revista de Investigación Talentos*, 7(1), 64-72.
<https://doi.org/10.33789/talentos.7.1.123>
- Alvarado Hara, Rodriguez Cruz, Quinatoa Lozada, & Tapia Ramirez. (2024, julio). *Respuesta vegetativa de vainilla (Vanilla Planifolia) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas*.
- Andy, R. B. S. (2023). *DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS*.
- Covarrubias, M. I. R. (2012). *QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ECOLOGÍA TROPICAL*.
- CRUZ JIMÉNEZ, M. F., & MARTÍNEZ MELÉNDEZ, N. (2018, junio). *El sostén de la vainilla*.
- Enríquez García, F., García Muñoz, S. A., Villarreal-Ramírez, V. H., Piña Ramírez, F. J., & Aguirre-Avilés, E. J. (2023). Vainilla (*Vanilla planifolia* L.) y su producción en Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 11(1), 159-164. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1.470>
- FAO. (2019, septiembre). *Las plagas y enfermedades de plantas en el contexto del cambio climático y de la variabilidad del clima, la seguridad alimentaria y los riesgos de la biodiversidad*.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario metereológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.

Jaquelin Cruz Solis. (2021). *MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE VAINILLA (Vanilla planifolia)*.

Jipson Bryan Ayala Grefa. (2020). *“Evaluación de la temperatura en el tiempo de curado de la vainilla (Vanilla odorata)”*.

Landy Alexander DAMIAN PARIZACA. (2020). *Taxonomía del género Vanilla Plum. Ex Mill. (Orchidaceae: Vanilleae) en el Perú*.

López, C. L. Á. (2012). *IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA, MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE MICROORGANISMOS CULTIVABLES ASOCIADOS A LA RIZOSFERA Y AL SUSTRATO DE PLANTAS DE VAINILLA*.

Marcia, M. (2018). *Efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz y ácidos húmicos en la producción de pimiento morrón (Capsicum annuum var. Annumm)*.

Martínez, P. E., Herrera, M. L., Hernández, A. D., Pérez, G. O., Barradas, C. D., & García, M. (2007). *Efecto del tipo de tutor sobre el contenido de vainillina y clorofila en vainas de vainilla (Vanilla planifolia Andrews) en Tuxpan, Veracruz, México*.

Martínez-Monter, J. P., García-López, E., Castillo-Martínez, A., Romero-Santos, R. D., Fajardo-Franco, M. L., Ortega-Acosta, S. Á., & Palemón-Alberto, F. (2022b). Sustratos orgánicos en el desarrollo de raíces en esquejes de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Ex Andrews). *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1). <https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081014>

- Morales, S., Becerril Roman Saul Sanches, A. E., Tijerina, L., & Santizo, J. (2000, noviembre 30). *Crecimiento y desarrollo de vainilla en tres sistemas de produccion en Papantla, Veracruz.*
- Nájera-Hernández, M. M., & Coutiño-Cortés, A. G. (2023). *Fermentación de vainas de Vanillaplanifolia.*
- Ortega, M. G. P., & Sanchez, M. G. N. (2023). *LICENCIADA EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA.*
- ParisMoreno Rivas, L. L., López Rodríguez, H. L., Medina Litardo, R. C., & Pérez Almeida, I. (2021). Efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento de la Vainilla Tahitensis en Daule, Ecuador: Effect of biostimulants on the growth of Vanilla Tahitensis in Daule, Ecuador. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 8(6), 25-38. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.606>
- Quintana Maria, & Aguilar Jairo. (2020). *DESARROLLO DE CULTIVOS SOSTENIBLES DE VAINILLA EN ECUADOR.*
- Ramos-Castellá, A. L., & Iglesias-Andreu, L. G. (2022). Avances y tendencias en mejoramiento genético de vainilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2). https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2339
- Retureta Aponte, A., Morales Crispín, L. M., Hernández Mar, B. M., Carmona-Díaz, G., & Enríquez García, F. (2024). Influencia de los requerimientos edafoclimáticos en el cultivo de la vainilla (*Vanilla planifolia* A.): Revisión. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 12(2), 116-121. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i2.587>

- Rosenfeld. (2017). *Plan de negocios para producción de Vainilla de Tahití (Vanilla tahitensis) en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, con fines de exportación.*
- Santos, B. M., & Obregón-Olivas, H. A. (2010). *Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida.*
- Soto, D. A. T. (2016). *ROSAS TIRO CRISTIAN GUADALUPE.*
- Velásquez V., P., Ruíz E., H., Chaves J., G., & Luna C., C. (2014). Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de macrotúnel en suelo Vitric haplustands. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2), 93-105.
<https://doi.org/10.22267/rcia.143102.34>
- Vilma Porres, R. C., & de Leon, E. (2014). *Evaluacion de tres tipos de cubiertas para macrotunel sobre el microclima y la produccion de chile pimiento (Capsicum annum) en Escuintla y Solda.*
- Viveros, I. J. P. (2023). *MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA.*

ANEXOS

Anexo 1. *Elaboración de macrotúnel plástico y camas de ladrillo macizo*



Anexo 2. *Incorporación de abonos orgánicos y sustrato*



Anexo 3. Polinización



Anexo 4. Toma de datos



Anexo 5. Poda fitosanitaria



Anexo 6. Análisis de altura de planta

Análisis de la varianza					
FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
15 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,17	23
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,45	2	0,72	3,73	0,0388
Tratamiento	1,45	2	0,72	3,73	0,0388
Error	4,65	24	0,19		
Total	6,1	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51816					
Error: 0,1937 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,15	9	0,15	A	
T3	1,98	9	0,15	A	B
T2	1,6	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,18	22,88
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,46	2	0,73	3,79	0,0372
Tratamiento	1,46	2	0,73	3,79	0,0372
Error	4,63	24	0,19		
Total	6,09	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51698					
Error: 0,1929 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,26	9	0,15	A	
T3	2,03	9	0,15	A	B
T2	1,75	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
45 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,18	22,88
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,46	2	0,73	3,79	0,0372
Tratamiento	1,46	2	0,73	3,79	0,0372
Error	4,63	24	0,19		
Total	6,09	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51698					
Error: 0,1929 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,42	9	0,15	A	
T3	2,14	9	0,15	A	B
T2	1,8	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,18	22,81
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,49	2	0,74	3,87	0,035
Tratamiento	1,49	2	0,74	3,87	0,035
Error	4,62	24	0,19		
Total	6,11	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51639					
Error: 0,1924 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,45	9	0,15	A	
T3	2,35	9	0,15	A	B
T2	1,99	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
75 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,18	22,84
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,5	2	0,75	3,87	0,035
Tratamiento	1,5	2	0,75	3,87	0,035
Error	4,64	24	0,19		
Total	6,13	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51745					
Error: 0,1932 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,8	9	0,15	A	
T3	2,49	9	0,15	A	B
T2	2,09	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 DÍAS	Altura-m	27	0,24	0,18	22,84
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,5	2	0,75	3,87	0,035
Tratamiento	1,5	2	0,75	3,87	0,035
Error	4,64	24	0,19		
Total	6,13	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51745					
Error: 0,1932 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2,97	9	0,15	A	
T3	2,71	9	0,15	A	B
T2	2,34	9	0,15		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Anexo 7. Análisis de número de hojas

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
15 DÍAS	# Hojas	27	0,08	4,20E-03	38,03
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	114,96	2	57,48	1,06	0,3638
Tratamiento	114,96	2	57,48	1,06	0,3638
Error	1307,56	24	54,48		
Total	1422,52	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,68934					
Error: 54,4815 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	22,22	9	2,46	A	
T3	18,67	9	2,46	A	
T2	17,33	9	2,46	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 DÍAS	# Hojas	27	0,08	4,40E-03	37,11
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	115,63	2	57,81	1,06	0,363
Tratamiento	115,63	2	57,81	1,06	0,363
Error	1312,22	24	54,68		
Total	1427,85	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,70483					
Error: 54,6759 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	22,67	9	2,46 A		
T3	19,44	9	2,46 A		
T2	17,67	9	2,46 A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
45 DÍAS	# Hojas	27	0,08	4,40E-03	37,11
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	115,63	2	57,81	1,06	0,363
Tratamiento	115,63	2	57,81	1,06	0,363
Error	1312,22	24	54,68		
Total	1427,85	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,70483					
Error: 54,6759 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	22,67	9	2,46 A		
T3	19,44	9	2,46 A		
T2	17,67	9	2,46 A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 DÍAS	# Hojas	27	0,09	0,02	36,4
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	136,52	2	68,26	1,23	0,3107
Tratamiento	136,52	2	68,26	1,23	0,3107
Error	1334,22	24	55,59		
Total	1470,74	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,77750					
Error: 55,5926 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	23,44	9	2,49 A		
T3	20	9	2,49 A		
T2	18	9	2,49 A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
75 DÍAS	# Hojas	27	0,1	0,02	35,06
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138,74	2	69,37	1,33	0,2843
Tratamiento	138,74	2	69,37	1,33	0,2843
Error	1255,56	24	52,31		
Total	1394,3	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,51480					
Error: 52,3148 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	23,67	9	2,41 A		
T3	20	9	2,41 A		
T2	18,22	9	2,41 A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 DÍAS	# Hojas	27	0,1	0,02	35,06
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138,74	2	69,37	1,33	0,2843
Tratamiento	138,74	2	69,37	1,33	0,2843
Error	1255,56	24	52,31		
Total	1394,3	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,51480					
Error: 52,3148 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	23,67	9	2,41	A	
T3	20	9	2,41	A	
T2	18,22	9	2,41	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo 8. Análisis de diámetro del tallo

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
15 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,11	0,03	21,67
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,18	2	2,59	1,41	0,2626
Tratamiento	5,18	2	2,59	1,41	0,2626
Error	43,95	24	1,83		
Total	49,13	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59301					
Error: 1,8311 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	6,84	9	0,45	A	
T2	6,08	9	0,45	A	
T1	5,81	9	0,45	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,15	0,08	20,34
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,49	2	3,74	2,16	0,137
Tratamiento	7,49	2	3,74	2,16	0,137
Error	41,56	24	1,73		
Total	49,05	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,54915					
Error: 1,7316 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	7,19	9	0,44	A	
T2	6,29	9	0,44	A	
T1	5,93	9	0,44	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
45 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,15	0,08	20,34
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,49	2	3,74	2,16	0,137
Tratamiento	7,49	2	3,74	2,16	0,137
Error	41,56	24	1,73		
Total	49,05	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,54915					
Error: 1,7316 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	7,8	9	0,44	A	
T2	7,01	9	0,44	A	
T1	6,01	9	0,44	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,14	0,07	19,65
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,69	2	3,35	2,02	0,1543
Tratamiento	6,69	2	3,35	2,02	0,1543
Error	39,71	24	1,65		
Total	46,41	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51436					
Error: 1,6548 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	7,9	9	0,43	A	
T2	7,29	9	0,43	A	
T1	6,25	9	0,43	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
75 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,14	0,07	19,49
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,47	2	3,23	1,98	0,1601
Tratamiento	6,47	2	3,23	1,98	0,1601
Error	39,22	24	1,63		
Total	45,69	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50490					
Error: 1,6342 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	7,89	9	0,43	A	
T2	7,09	9	0,43	A	
T1	6,35	9	0,43	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

FECHA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 DÍAS	Diámetro (mm)	27	0,14	0,07	19,49
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,47	2	3,23	1,98	0,1601
Tratamiento	6,47	2	3,23	1,98	0,1601
Error	39,22	24	1,63		
Total	45,69	26			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50490					
Error: 1,6342 gl: 24					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	8,01	9	0,43 A		
T2	7,15	9	0,43 A		
T1	6,99	9	0,43 A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Anexo 9. Certificado de compilatio



Rosado María José tesis compilatio

9%
Textos
sospechosos

1% Similitudes
0% similitudes entre familias
0% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos
4% Textos potencialmente generados por la IA

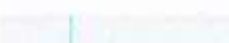
Nombre del documento: Rosado María José tesis compilatio.docx
ID del documento: f4ce405008cb6ec7c9e38df9474be9c84159f362
Tamaño del documento original: 1,38 MB

Depositante: Miguel Macay Arichundia
Fecha de depósito: 1/2/2026
Tipo de carga: Interface
Fecha de fin de análisis: 1/2/2026

Número de palabras: 7188
Número de caracteres: 45.901

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 localhost Efecto de la citocinina TOX (diagrama en la morfogénesis in vitro de la ... http://localhost:8080/wmlu/ultstream/redug/31333/finyes-Bamos Maria Lábrida.pdf.txt 2 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
2	 vlt.handle.net Cerepo:unplentu inicial de plántulas de Dioscorea caceo, Yac... http://vlt.handle.net/20.500.12732/7580	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
3	 bdigital.unal.edu.co Representaciones sociales de calidad de vida relacionada c... http://bdigital.unal.edu.co/18234/	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 07012026 Cultivo de hortalizas en condiciones de macrotunel de pl... Viene de de mi grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

