



**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  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**“NUTRICIÓN FOLIAR DEL CULTIVO DE CACAO  
(*Theobroma cacao L.*) EN FASE VIVERO”**

**AUTOR:** Requelme Ramos Danny Lenin

**TUTOR:** Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido, Mg.

**Año:** 2025

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Requelme Ramos Danny Lenin con cédula de ciudadanía 172409044-2 egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria , declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados den la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema “**Nutrición foliar del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase vivero**”, es información exclusiva de su autor, apoyada por el criterio de profesionales en diferentes índoles , 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.



Requelme Ramos Danny Lenin

**AUTOR**

|                                                                                   |                                                   |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
|  | NOMBRE DEL DOCUMENTO:<br>CERTIFICADO DE TUTOR(A)  | CÓDIGO: PAT-01-F-010 |
|                                                                                   | PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO | REVISIÓN: 2          |
|                                                                                   |                                                   | Página iii de 43     |

## CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Investigación bajo la autoría del estudiante **Requelme Ramos Danny Lenin** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es **“Nutrición foliar del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase vivero”**.

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 23 de enero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Jorge Sifido Vivas Cedeño, Mg.

**Docente Tutor**

**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

# APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

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

## TÍTULO

“NUTRICIÓN FOLIAR DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN FASE VIVERO”

**AUTOR:** Requelme Ramos Danny Lenin

**TUTOR:** Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido, Mg.

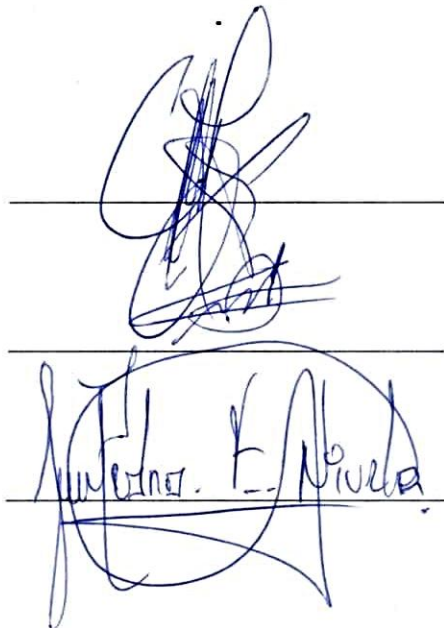
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

## TRIBUNAL DE TITULACIÓN:

Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg

Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg

Ing. Pedro Eduardo Nivelá Morante, Mg



## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado, con todo mi corazón, a Dios, por sostenerme cuando sentí que no podía más y por recordarme que la constancia y la fe siempre dan frutos.

A mis padres, Augusto y Piedad, quienes con su amor, sacrificio y ejemplo me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba; este logro también es suyo.

A mi esposa Omayra, mi compañera de vida, gracias por tu paciencia infinita, por tu apoyo incondicional y por caminar a mi lado en cada sacrificio, en cada desvelo y en cada meta alcanzada. Tu amor fue un pilar fundamental para no rendirme.

A mi hijo Josías, mi mayor motivación y razón para seguir adelante. Cada paso que doy es pensando en tu futuro y en el ejemplo que quiero dejarte: que los sueños se alcanzan con fe, dedicación y esfuerzo.

Este trabajo es el reflejo del amor, la constancia y el apoyo de mi familia, a quienes dedicaré siempre cada uno de mis logros.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, en primer lugar, le agradezco por darme la vida, la fuerza y la sabiduría necesarias para no rendirme en los momentos más difíciles de este camino académico. Sin su guía y su presencia constante, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, agradezco profundamente por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme las herramientas necesarias para formarme profesionalmente, permitiéndome crecer no solo en lo académico, sino también como ser humano.

Mi sincero agradecimiento a todo el personal docente, que formaron parte de mi proceso universitario, gracias por compartir su conocimiento, experiencia y vocación, dejando huellas importantes en mi desarrollo profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, estuvieron presentes en este proceso, brindándome palabras de aliento, apoyo moral y confianza cuando más lo necesitaba.

## ÍNDICE

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| PORTADA .....                                                           | i   |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....                                            | ii  |
| CERTIFICACIÓN .....                                                     | iii |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....                              | iv  |
| DEDICATORIA .....                                                       | v   |
| AGRADECIMIENTO .....                                                    | vi  |
| RESUMEN .....                                                           | x   |
| SUMMARY .....                                                           | xi  |
| INTRODUCCIÓN .....                                                      | 1   |
| CAPÍTULO I .....                                                        | 4   |
| 1. MARCO TEÓRICO.....                                                   | 4   |
| 1.1. Cacao (Theobroma cacao L.) .....                                   | 4   |
| 1.2. Taxonomía del cacao.....                                           | 4   |
| 1.3. El Cultivo de cacao en fase vivero.....                            | 4   |
| 1.4. Requerimientos de nutrición foliar del cacao en fase vivero.....   | 5   |
| 1.5. Seaweed Extract.....                                               | 5   |
| 1.6. Fulvin 40-22.....                                                  | 6   |
| 1.7. Yara Vita Croplift Vio.....                                        | 7   |
| 1.8. Vital Cacao.....                                                   | 7   |
| 1.9. Enfermedades y problemas fitosanitarios en plántulas de cacao..... | 8   |
| CAPÍTULO II .....                                                       | 9   |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....                        | 9   |
| 2. ESTADO DEL ARTE.....                                                 | 9   |
| 3. Diagnóstico o estudio de campo.....                                  | 10  |
| 3.1. Ubicación del ensayo.....                                          | 10  |
| 3.2. Caracterización agroecológica de la zona.....                      | 10  |
| 3.3. Variables de estudio.....                                          | 11  |
| 3.3.1. Variables dependientes.....                                      | 11  |
| 3.3.2. Variables independientes.....                                    | 11  |
| 3.4. Diseño experimental.....                                           | 11  |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. Análisis de varianza.....                  | 12 |
| 3.5. Características del ensayo experimental..... | 12 |
| 3.5.1. Dimensiones del vivero experimental.....   | 12 |
| 3.6. Materiales e instrumentos.....               | 12 |
| 3.7. Manejo del ensayo.....                       | 13 |
| CAPÍTULO IV.....                                  | 15 |
| 4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.....              | 15 |
| 4.1. Número de raíces.....                        | 15 |
| 4.2. Diámetro del tallo.....                      | 16 |
| 4.3. pH del suelo.....                            | 18 |
| 4.4. Número de hojas:.....                        | 19 |
| 4.5. Daño fitosanitario.....                      | 20 |
| CAPÍTULO V.....                                   | 22 |
| 5. CONCLUSIONES.....                              | 22 |
| CAPÍTULO VI.....                                  | 23 |
| 6. RECOMENDACIONES.....                           | 23 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                   | 24 |

## TABLAS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Taxonomía del cacao.....                                        | 4  |
| <b>Tabla 2.</b> Descripción del contenido de “Seaweed Extract”.....             | 6  |
| <b>Tabla 3.</b> Descripción del contenido de “Fulvin 40-22”.....                | 6  |
| <b>Tabla 4.</b> Descripción del contenido de “Yara Vita Croplift Vio”.....      | 7  |
| <b>Tabla 5.</b> Descripción del contenido de “Vital Cacao”.....                 | 7  |
| <b>Tabla 6.</b> Características Agroecológicas El Carmen- Manabí.....           | 10 |
| <b>Tabla 7.</b> Disposición de los tratamientos.....                            | 11 |
| <b>Tabla 8.</b> Esquema del ADEVA.....                                          | 12 |
| <b>Tabla 9.</b> Respuesta de los nutrientes foliares en número de raíces.....   | 16 |
| <b>Tabla 10.</b> Respuesta de los nutrientes foliares en Diámetro de tallo..... | 17 |

## FIGURAS

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Valores promedio de pH del suelo al día 30 en función de los diferentes tratamientos de fertilización aplicados. ....  | 18 |
| <b>Figura 2.</b> Evolución del número promedio de hojas en plantas de cacao bajo diferentes tratamientos foliares durante 60 días. .... | 19 |
| <b>Figura 3.</b> Porcentaje de daño fitosanitario en plántulas de cacao en los días 30 y 60 de evaluación. ....                         | 20 |

## ANEXOS

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> ADEVA del diámetro del tallo a los 60 días después de la aplicación. ....                                                                    | 27 |
| <b>Anexo 2.</b> ADEVA del número de raíces por planta a los 60 días después de la aplicación. ....                                                           | 27 |
| <b>Anexo 3.</b> ADEVA del pH del suelo al día 30. ....                                                                                                       | 27 |
| <b>Anexo 4.</b> ADEVA del número de hojas en plántulas de cacao bajo la aplicación foliar de diferentes tratamientos evaluado a los 15,30,45 y 60 días. .... | 28 |
| <b>Anexo 5.</b> Establecimiento del área de estudio. ....                                                                                                    | 28 |
| <b>Anexo 6.</b> Aplicación de nutrientes foliares. ....                                                                                                      | 29 |
| <b>Anexo 7.</b> Control de malezas. ....                                                                                                                     | 29 |
| <b>Anexo 8.</b> Toma de datos de las variables. ....                                                                                                         | 30 |

## RESUMEN

El cacao ecuatoriano es considerado un símbolo de la riqueza agrícola de nuestro país, reconocido en el mundo por su aroma y calidad excepcionales, lo que enfatiza la importancia de fortalecer la eficiencia en la absorción y utilización de nutrientes, para obtener plantas sanas y vigorosas.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes formulaciones de nutrición foliar en el crecimiento y desarrollo morfológico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) durante la fase de vivero. El estudio se desarrolló en el Mega vivero de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, El Carmen. Se diseñó un experimento con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno: Testigo (sin nutrición foliar), (T2) Seaweed Extract, (T3) Fulvin 40-22, (T4) Yara Vita Croplift Vio y (T5) Vital Cacao.

Se utilizaron plántulas de cacao de 1 mes de edad y se evaluaron las variables número de raíces, diámetro del tallo, pH del suelo, número de hojas, daño de insectos en las hojas. Los datos alcanzados fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) y comparación de medidas mediante el test Tukey al 5% de probabilidad.

Los resultados reflejan diferencias estadísticas significativas en el diámetro del tallo y el número de raíces, donde se destaca (T4) Yara Vita Croplift Vio como el tratamiento con los mayores valores promedio, señalando una respuesta positiva a la aplicación de fertilización foliar balanceada. A diferencia, las variables número de hojas, pH del suelo y daños de insectos no demostraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que evidencia que la nutrición foliar no altera las características químicas del sustrato ni el comportamiento fitosanitario en las plantas.

Se concluye que la nutrición foliar se considera una alternativa complementaria eficiente para fortalecer el vigor y mejorar la calidad de las plántulas de cacao en vivero, incrementando su potencial de establecimiento en campo definitivo.

**Palabras clave:** cacao, nutrición foliar, fase de vivero, plántulas de cacao, desarrollo vegetal.

## SUMMARY

Ecuadorian cocoa is considered a symbol of our country's agricultural wealth, recognized worldwide for its exceptional aroma and quality, which emphasizes the importance of strengthening efficiency in nutrient absorption and utilization to obtain healthy and vigorous plants.

The objective of the research was to evaluate the effect of different foliar nutrition formulations on the physiological development and growth of the cacao crop (*Theobroma cacao* L.) during the nursery phase. The study was conducted at the Mega Nursery of the Laica “Eloy Alfaro” University of Manabí, El Carmen. An experiment was designed with five treatments and four replicates each: Control (without foliar nutrition), (T2) Seaweed Extract, (T3) Fulvin 40-22, (T4) Yara Vita Croplift Vio, and (T5) Vital Cacao.

One-month-old cocoa seedlings were used, and the following variables were evaluated: number of roots, stem diameter, soil pH, number of leaves, and insect damage to the leaves. The data obtained were subjected to analysis of variance (ADEVA) and comparison of measures using the Tukey test at a 5% probability level.

The results reflect statistically significant differences in stem diameter and number of roots, with Yara Vita Croplift Vio (T4) standing out as the treatment with the highest average values, indicating a positive response to the application of balanced foliar fertilization. In contrast, the variables number of leaves, soil pH, and insect damage did not show significant differences between treatments, which shows that foliar nutrition does not alter the chemical characteristics of the substrate or the phytosanitary behavior of the plants.

It is concluded that foliar nutrition is considered an efficient complementary alternative to strengthen the vigor and improve the quality of cocoa seedlings in nurseries, increasing their potential for establishment in the field.

**Keywords:** cocoa, foliar nutrition, nursery phase, cocoa seedlings, plant development

## INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) sigue siendo uno de los cultivos de gran importancia principalmente en las regiones tropicales, no solo representa un valor económico sino también el sustento de miles de familias agricultoras. En las estimaciones anuales la Organización Internacional del Cacao (ICCO) subraya que la producción mundial de granos de cacao en la temporada 2023/24 fue aproximadamente de 4.489 millones de toneladas pese a los problemas que presentaron los principales países productores del continente africano entre los que están las condiciones climáticas, plagas, enfermedades, y la edad de los árboles. Por otra parte, se prevé un aumento del 7.8% para la temporada 2024/25 hasta alcanzar los 4.840 millones de toneladas (ICCO, 2025).

Según los últimos datos publicados (INEC, 2024) en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), el Ecuador cuenta con una superficie sembrada de aproximadamente 612.453 hectáreas, con una producción de 403.699 toneladas. Las principales provincias productoras que concentran el 57% de la producción en superficie son: Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Guayas. En otro punto en su informe mensual del mercado del cacao septiembre del 2025 la Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2025) menciona que la producción actual del Ecuador ronda las 570 mil toneladas con una proyección a que supere las 600 mil toneladas en los siguientes años.

En la provincia de Manabí el cultivo de cacao sigue siendo primordial (INEC, 2024) en el visualizador de la ESPAC para el 2024 la provincia registró una superficie plantada de 121.470 hectáreas de cacao con una producción de 56.216 toneladas.

En su etapa de vivero el cacao presenta diversas problemáticas que comprometen la calidad fisiológica y limita un desarrollo uniforme de las plántulas. Entre las principales causas que se presentan están las deficiencias nutricionales, sustratos inadecuados, presencia de plagas y problemas radiculares. Estos problemas reducen significativamente el vigor de las plántulas y desfavorecen su adaptabilidad en la etapa de trasplante, afectando su productividad (Pérez-Martínez et al, 2017).

Frente a la problemática es importante poner en marcha estrategias como la fertilización foliar como alternativa para mejorar el desarrollo de las plántulas en vivero.

Para (Yeboah, 2023) la nutrición foliar ayuda a que se absorban de manera eficiente aquellos nutrientes que son requeridos por las plantas, ayudando a estimular el desarrollo vegetativo y dar vigorosidad a la planta frente al estrés abiótico.

El efecto de diferentes fórmulas en nutrición foliar permitirá evaluar el desarrollo y crecimiento morfológico del cacao (*Theobroma cacao L.*) durante su fase de vivero. Buscando obtener plántulas más vigorosas y resistentes que aseguren un mejor establecimiento en el campo.

### **Justificación.**

En Ecuador el cultivo de cacao se considera un pilar fundamental de la economía agrícola y el sustento para muchas familias de las comunidades rurales. No obstante, en su etapa de vivero el cacao presenta ciertas limitaciones que afectan al desarrollo de las plántulas, principalmente por la deficiencia nutricional, manejo inadecuado del sustrato y problemas fitosanitarios que reducen el vigor de las plántulas y capacidad de adaptación al campo (Pérez-Martínez et al, 2017).

Ante esta situación la nutrición foliar se considera una alternativa eficiente para el desarrollo inicial de las plántulas y promover un crecimiento equilibrado. En su investigación en plántulas de cacao (Yeboah, 2023) menciona que el uso de fertilizantes foliares mejora el desarrollo fisiológico del cacao y ayuda a las plántulas a fortalecer la tolerancia ante el estrés ambiental.

En este sentido, la presente investigación busca aportar en la evaluación de diferentes formulaciones de nutrición foliar durante la fase de vivero con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible del cultivo.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

- Evaluar el efecto de diferentes formulaciones de nutrición foliar en el crecimiento y desarrollo morfológico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) durante la fase de vivero.

### **Objetivos específicos.**

- Determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos mediante análisis estadístico de las variables evaluadas.
- Evaluar el desarrollo radicular en función del número de raíces por planta.
- Analizar el crecimiento vegetativo de las plántulas bajo los diferentes tratamientos aplicados.

## **Hipótesis.**

**Hi:** El uso de fertilizantes aplicados por vía foliar promueve de manera significativa el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao (*Theobroma cacao L.*) durante su fase de vivero.

**Ho:** El uso de fertilizantes foliares no produce efectos significativos en el crecimiento ni en el desarrollo de las plantas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase vivero.

## **Problema científico.**

¿Cuál será el efecto de las diferentes fórmulas de nutrición foliar en el crecimiento y el desarrollo morfológico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase vivero?

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO.

### 1.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao tiene su origen en Sudamérica principalmente en las cuencas tropicales de las Amazonas estas frutas amarillas fueron cultivadas originalmente por pueblos indígenas (Royal Botanic Gardens Kew, 2020).

El cacao es un cultivo tropical de gran relevancia económica y social, cuya almendra constituye la base de la industria chocolatera a nivel mundial. Además, más del 80% de su producción proviene de pequeños productores, lo que lo consolida como un pilar económico global (Kongor et al, 2024)

### 1.2. Taxonomía del cacao.

**Tabla 1.** Taxonomía del cacao.

| Taxonomía |                          |
|-----------|--------------------------|
| Reino     | Plantae                  |
| División  | Magnoliophyta            |
| Clase     | Magnoliopsida            |
| Orden     | Malvales                 |
| Familia   | Malvaceae                |
| Género    | Theobroma                |
| Especie   | <i>Theobroma cacao</i> L |

**Fuente:** (Royal Botanic Gardens,Kew, 2025)

### 1.3. El Cultivo de cacao en fase vivero.

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en su etapa de vivero constituye un factor productivo de importancia, y que un adecuado manejo garantizará plantas sanas, vigorosas y con potencial genético. Es importante priorizar el uso semillas patrón de alta calidad, así como la preparación de adecuados sustratos con un buen drenaje y un contenido equilibrado de materia orgánica. Por tanto, estas condiciones permitirán uniformidad en el desarrollo radicular y foliar para un posterior trasplante a campo (Merchán Veintimilla et al., 2017).

El manejo nutricional en etapa de vivero es determinante para el buen desarrollo morfológico de la planta, ya que la aplicación apropiada de fertilizantes ayuda al

incremento del número de hojas, altura de la planta y diámetro del tallo cualidades clave para selección de plantas de calidad (Merchán Pincay, 2022).

Por otra parte, se señala que el desarrollo del cacao en su etapa de vivero depende en gran parte de factores como calidad del sustrato, la provisión de agua y las condiciones del ambiente. La composición del sustrato influye de manera directa en el crecimiento vegetal de las plántulas reflejándose en la altura, número de hojas y vigor. (Castro Centeno & Pineda Mairena, 2023)

#### **1.4. Requerimientos de nutrición foliar del cacao en fase vivero.**

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) demanda gran cantidad de nutrientes esenciales para el desarrollo de sus raíces, formación de hojas y para almacenar ciertas reservas fisiológicas que favorezcan un establecimiento eficiente al ser trasplantados. La nutrición foliar representa una alternativa eficaz para suplir de manera inmediata los elementos que no siempre son absorbidos de manera adecuada por las raíces. En este periodo los macronutrientes principales más requeridos son el nitrógeno (N), fósforo (P), Potasio (K), macronutrientes secundarios como calcio (Ca), magnesio (Mg), y micronutrientes como Zinc (Zn), Boro (B) y hierro (Fe) los cuales participan en las funciones metabólicas vitales de la planta. Así mismo concentraciones adecuadas ayudan a prevenir desordenes nutricionales y mejoran el vigor general de la planta. (Merchán Veintimilla et al., 2017; Bravo Palma et al., 2022).

La nutrición foliar ha sido considerada una práctica relevante dentro del manejo de vivero del cultivo de cacao. Estudios experimentales han demostrado que las variaciones en dosis de fertilizante foliar y la frecuencia de aplicación influyen de manera directa en la respuesta del cultivo, evidenciándose el crecimiento de las variables vegetativas y la acumulación de biomasa. Estos resultados ponen en manifiesto que la nutrición foliar debe ser considerada una práctica complementaria a fin de optimizar su respuesta durante las etapas iniciales del cultivo (Charloq, 2024).

#### **1.5. Seaweed Extract.**

El bioestimulante de algas marinas de Noruega (*Ascophyllum nodosum*) es un extracto líquido que aporta más de 60 macro y micro nutrientes, carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos, citoquininas y giberelinas y promotores de crecimiento como auxinas. La formulación está indicada para el fortalecimiento ante el estrés biótico y abiótico, promover el vigor foliar y desarrollo radicular (EDIFARM, 2024).

**Tabla 2.** Descripción del contenido de “Seaweed Extract”.

| <b>Composición</b>                       |                      |                        |                      |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| <b>Macronutrientes</b>                   | <b>Concentración</b> | <b>Micronutrientes</b> | <b>Concentración</b> |
| Nitrógeno (N)                            | 0.10 - 0.38 %        | Boro (B)               | 9.60 - 12.0 ppm      |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 0.10 - 0.20 %        | Manganeso (Mn)         | 1.20 - 6.00 ppm      |
| Potasio (K <sub>2</sub> O)               | 0.96 - 1.80 %        | Hierro (Fe)            | 18.0 ppm             |
| Calcio (Ca)                              | 0.88 - 2.60 %        | Cobre (Cu)             | 0.48 - 1.8 ppm       |
| Magnesio (Mg)                            | 0.41 - 0.88 %        | Cobalto (Co)           | 0.12 - 1.3 ppm       |
| Azufre (S)                               | 1.70 - 2.00 %        | Zinc (Zn)              | 4.2 - 12.0 ppm       |
| Cloro (Cl)                               | 0.24 - 0.48 %        |                        |                      |
| Sodio (Na)                               | 0.28 - 0.40 %        |                        |                      |

Enriquecido con laminarin y ácido alginico.

**Fuente:** (EDIFARM, 2024)

### 1.6. Fulvin 40-22.

Fulvin 40-22 está compuesto a partir de 22% de ácidos fúlvicos y un 40% de materia orgánica y actúa estimulando el desarrollo vegetativo de las plantas. Los ácidos fúlvicos intervienen enriqueciendo el complejo arcillo-húmico al potenciar la disposición de nutrientes y facilitan una absorción eficiente por la planta, mientras que la materia orgánica es la que fortalece la estructura del suelo, ayuda a la retención de humedad y estimula una mayor actividad microbiana (Del Monte AG, 2018).

**Tabla 3.** Descripción del contenido de “Fulvin 40-22”.

| <b>Composición</b>                                       |          |
|----------------------------------------------------------|----------|
| Materia orgánica total                                   | 40% p/p  |
| Ácidos fúlvicos                                          | 22% p/p  |
| Nitrógeno (N) total                                      | 4,5% p/p |
| Nitrógeno orgánico                                       | 2,2% p/p |
| Nitrógeno ureico                                         | 2,3% p/p |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en agua | 3,0% p/p |
| Potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua               | 2,7% p/p |

**Fuente:** (Del Monte AG, 2018)

### 1.7. Yara Vita Croplift Vio.

Yara Vita Croplift Bio es una solución acuosa multinutrientes de alta calidad que combina macronutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) y minerales en pequeñas cantidades como Boro (B), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo) y un extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). La función principal del producto es otorgar a la planta un crecimiento fuerte, vigoroso y mejora la tolerancia a condiciones de estrés (YaraEcuador, 2024).

**Tabla 4.** Descripción del contenido de “Yara Vita Croplift Vio”.

| Composición                                                        |            |          |
|--------------------------------------------------------------------|------------|----------|
| Nitrógeno (N)                                                      | 10% p/v    | 100 g/l  |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )                           | 4% p/v     | 40 g/l   |
| Potasio (K <sub>2</sub> O)                                         | 7% p/v     | 70 g/l   |
| Boro (B)                                                           | 0.02% p/v  | 0,2 g/l  |
| Zinc (Zn)                                                          | 0.07% p/v  | 0,7 g/l  |
| Manganeso (Mn)                                                     | 0.13% p/v  | 1,3 g/l  |
| Molibdeno (Mo)                                                     | 0.003% p/v | 0,03 g/l |
| Contiene extracto de algas marinas “ <i>Ascophyllum nodosum</i> ”. |            |          |

**Fuente:** (YaraEcuador, 2024)

### 1.8. Vital Cacao.

Es un complemento nutricional para las plantas compuesto de macronutrientes principales como nitrógeno N, Óxido de Potasio K<sub>2</sub>O y Anhídrido fosfórico P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dicha composición balanceada estimula el desarrollo en todas las etapas del cultivo especialmente en cacao (ESPAGROTEC, 2025).

**Tabla 5.** Descripción del contenido de “Vital Cacao”.

| Composición                                          |             |             |
|------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Nitrógeno (N) total                                  | 12,88 % p/p | 16,78 % p/v |
| Anhídrido Fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 9,64 % p/p  | 12,55 % p/v |
| Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)                  | 7,77 % p/p  | 10,13 % p/v |

**Fuente:** (ESPAGROTEC, 2025)

### 1.9. Enfermedades y problemas fitosanitarios en plántulas de cacao.

Producir plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero representa una etapa importante para garantizar un cultivo exitoso. En esta primera fase las plántulas tienen una mayor vulnerabilidad a factores ambientales y de manejo integrado, lo que puede llevar a la presencia de problemas fitosanitarios. Problemas como humedad excesiva, ventilación inadecuada o alta densidad de plántulas conllevan a que se presenten las condiciones óptimas para que se desarrollen plagas y enfermedades, que afectan el crecimiento, vigor y la subsistencia de las plántulas (Bryan A. Bailey, Lyndel W. Meinhardt, 2016).

Entre las principales enfermedades fitosanitarias en viveros de cacao se encuentran aquellas causadas por hongos del suelo. El mal del tallo o “damping-off” es una de las enfermedades que se presenta de manera recurrente en la fase de vivero y está asociado a patógenos como *Phytophthora spp*, *Pythium spp* y *Rhizoctonia solani*. Estas enfermedades se caracterizan por afectación del sistema radicular y tallo lo que deriva a la muerte de plántulas jóvenes en su etapa de desarrollo. Investigaciones exponen que existe un incremento de estas enfermedades cuando se maneja un riego deficiente, escasez de un adecuado drenaje del sustrato y falta de procedimientos de desinfección, cualidades que favorecen a la supervivencia y proliferación de patógenos en el vivero (Larbi-Koranteng, 2021).

Desde otra perspectiva, los problemas fitosanitarios no se limitan únicamente a enfermedades, ya que en viveros también es común la presencia de insectos plaga como araña roja, trips, ácaros, hormigas arrieras, barrenador, pulgones, polillas, etc. Estos organismos dañan principalmente tejidos jóvenes al succionar la savia y debilitando la planta. Además, ciertos insectos pueden actuar como vectores de patógenos promoviendo un riesgo sanitario. Una alta proliferación de insectos está asociada a la falta de control de malezas y falta de monitoreo constante del vivero (Pérez-Martínez S. et al., 2017).

Frente a estas problemáticas se considera importante el manejo fitosanitario en vivero orientándose principalmente a la prevención, logrando de esta forma la producción de plántulas sanas y vigorosas (Agudelo Castañeda et al., 2021).

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2. ESTADO DEL ARTE.

Para tener un manejo integrado del cacao en su fase de vivero hay que enfocarse en el crecimiento fisiológico, de tal manera que se pueda ayudar a la planta con nutrientes vía foliar. (Yeboah, 2023) señala la utilización de fertilizantes foliares con una dosificación adecuada favorece al desarrollo metabólico de la planta.

El uso de bioestimulante de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) en plántulas de cacao favoreció al crecimiento vegetativo logrando mejorar la altura, el diámetro del tallo y el desarrollo de raíces. Cada tratamiento estuvo constituido por 50 plantas siendo más eficaz las dosificaciones de 10 y 25 ml/ 2 L (Ramírez & Zambrano, 2021).

En otra investigación se demostró que al aplicar un 0.2% de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) vía foliar en cultivos de solanáceas como tomate y berenjena hubo un incremento significativo en algunos parámetros morfológicos especialmente en la biomasa, la longitud de la hoja, tallo y raíces, en comparación con las plantas testigo “sin aplicación de algas” (Villa e Vila et al., 2024).

En su investigación de campo realizado en el Instituto de Investigación del Cacao de Ghana (Yeboah, 2023) evaluó la aplicación foliar en plántulas de cacao con dos fertilizantes líquidos con una composición balanceada de N-P-K (24:17:18) y N-P-K (10:10:10), este estudio demostró que la aplicación foliar moderada aumenta el contenido de fósforo en la parte foliar y mejoró significativamente ciertos parámetros como la altura de las plantas, área foliar y contenido de clorofila, a comparación de las plántulas sin fertilizar. Tras ello concluye que es importante controlar la dosificación para evitar efectos fitotóxicos.

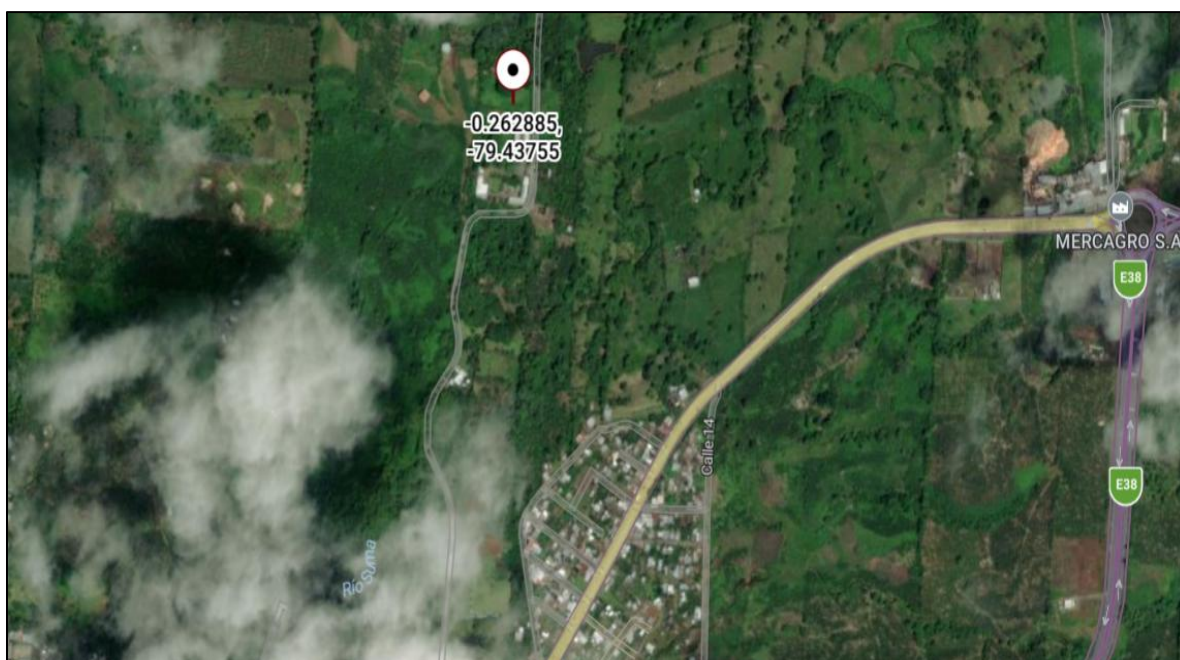
## CAPÍTULO III

### 3. Diagnóstico o estudio de campo.

En el presente trabajo de investigación se evaluó el resultado de fertilizantes tanto orgánicos como agroquímicos empleados en el desarrollo y crecimiento morfológico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase de vivero.

#### 3.1. Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en la provincia de Manabí, cantón El Carmen, en el vivero de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), perteneciente a la carrera de Agroindustrias, ubicado en las coordenadas geográficas 0°15'44.7"S y 79°26'15.3"O.



#### 3.2. Caracterización agroecológica de la zona.

**Tabla 6.** Características Agroecológicas El Carmen- Manabí.

| Clima                          | <i>Trópico Húmedo</i> |
|--------------------------------|-----------------------|
| Temperatura (°C)               | 24                    |
| Humedad relativa (%)           | 86%                   |
| Heliofanía (Horas luz año-1)   | 1026,2                |
| Precipitación media anual (mm) | 2659                  |
| Altitud (msnm)                 | 260                   |

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (*INAMHI, 2025*)

### 3.3. Variables de estudio.

#### 3.3.1. Variables dependientes.

- **Diámetro del tallo:** A la altura de 1 cm de la superficie del sustrato se tomó el diámetro del tallo.
- **pH del suelo:** Se midió el pH del sustrato para conocer su acidez o alcalinidad.
- **Número de hojas:** Se registró la cantidad de hojas de las plántulas cada 15 días.
- **Daño de insectos en las hojas:** Se contabilizó el porcentaje de las plantas dañadas.
- **Número de raíces:** Se contabilizó el total de raíces secundarias de la raíz principal.

#### 3.3.2. Variables independientes.

- Fertilizante orgánico (Seaweed Extract)
- Fertilizante orgánico (Fulvin 40-22)
- Agroquímico (Yara Vita Croplift Vio).
- Agroquímico (Vital Cacao)

### 3.4. Diseño experimental.

Se elaboró un Diseño Completamente al Azar (DCA), el tamaño experimental estuvo conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales:

**Tabla 7.** Disposición de los tratamientos.

|           |                                |                            |
|-----------|--------------------------------|----------------------------|
| <b>T1</b> | Testigo (sin nutrición foliar) |                            |
| <b>T2</b> | Seaweed Extract                | (100 ml/10 litros de agua) |
| <b>T3</b> | Fulvin 40-22                   | (100 ml/10 litros de agua) |
| <b>T4</b> | Yara Vita Croplift Vio         | (100 ml/10 litros de agua) |
| <b>T5</b> | Vital Cacao                    | (100 ml/10 litros de agua) |

Cada unidad experimental estuvo conformada por un grupo de plántulas de cacao establecidas en vivero bajo condiciones homogéneas de manejo. El número de plantas evaluadas varió según la variable en estudio; no obstante, en todos los casos los

datos fueron promediados por unidad experimental antes de realizar el análisis estadístico. De esta manera, el análisis de varianza (ADEVA) se efectuó considerando como unidad experimental al conjunto de plantas que recibió cada tratamiento.

### 3.4.1. Análisis de varianza.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas, se realizó un análisis de varianza (ADEVA) bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerando como único factor de estudio los tratamientos con cuatro repeticiones. Cuando el efecto del tratamiento resultó significativo ( $p \leq 0,05$ ), se procedió a la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, con el fin de identificar diferencias estadísticas entre tratamientos.

**Tabla 8.** Esquema del ADEVA.

| Fuentes de variación | Fórmula | Desarrollo | Gl |
|----------------------|---------|------------|----|
| Tratamientos         | (t-1)   | (5-1)      | 4  |
| Error                | t (r-1) | 5 (4-1)    | 15 |
| Total                | (tr-1)  | (20-1)     | 19 |

## 3.5. Características del ensayo experimental.

### 3.5.1. Dimensiones del vivero experimental.

Cada repetición estuvo conformada por aproximadamente 1000 plántulas de cacao dispuestas en fundas de 5" x 8", establecidas en sectores delimitados dentro del vivero. Se mantuvo separación física entre las unidades experimentales con el fin de evitar interferencia entre tratamientos y garantizar condiciones homogéneas de manejo.

- Largo: 25.00 metros
- Ancho: 38.00 metros
- Metros cuadrados: 950 m<sup>2</sup>

## 3.6. Materiales e instrumentos

- Bomba de aspersión manual 20 L.
- Bomba de aspersión a motor 25 L.
- Medidor de pH digital.
- Calibrador vernier digital
- Machete

- Rastrillo
- Pala
- Cuaderno
- Lapiceros
- Computadora
- Tijera de poda de mano
- Balde

### **3.7. Manejo del ensayo.**

Delimitación del área experimental: El área asignada contó con las condiciones homogéneas de ventilación, luminosidad y drenaje, lo que permitió el adecuado desarrollo de las plantas durante el trabajo experimental.

Una vez se asignó el espacio se procedió a la identificación y señalización de las filas experimentales utilizando rótulos para diferenciar los tratamientos y evitar errores al evaluar las variables. Las plantas se encontraban previamente establecidas, por lo que el manejo se orientó únicamente en el seguimiento, aplicación de los tratamiento y evaluación de las variables.

Control de malezas: Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron labores de mantenimiento general del área experimental, que incluyó el control manual de malezas dentro y alrededor de las filas establecidas. Esta actividad se efectuó con una frecuencia de cada 15 días, con ayuda de herramientas manuales como machete, pala y rastrillo, con el propósito de reducir la competencia por agua, luz y nutrientes para favorecer al desarrollo uniforme de las plantas.

El riego fue aplicado de manera uniforme conforme al manejo rutinario del vivero y las condiciones ambientales que se presentaron durante el periodo de investigación.

Aplicación de nutrientes foliares: Se realizó la aplicación de nutrientes foliares cada 7 días conforme a lo establecido en el diseño experimental (Tabla 7) “Disposición de los tratamientos”. Las aplicaciones se realizaron de manera cuidadosa asegurando la correcta distribución del tratamiento correspondiente, para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Control fitosanitario: Para el control de plagas se aplicó una mezcla fungicida de amplio espectro preparada en 20 litros de agua usando como fungicidas “Fungis Khan®” formulación WP, (Mancozeb 800 g/Kg), en una dosis de 27g y “Custodia®”, formulación SC (Azoxystrobin 100g/l + Tebuconazole 200g/l), en dosis de 36g, los cuales permitieron el control sobre enfermedades fúngicas, tales como afecciones radiculares y del cuello como “mal del talluelo” y pudriciones asociadas a *Phytophthora spp*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium spp*, Antracnosis *Colletotrichum gloesporoides* y manchas foliares causadas por *Cercospora spp*.

Otro producto empleado para el control fitosanitario fue el insecticida Engeo® (Thiamethoxam 141g/l + Lambda-cyhalothrin 106g/l), en dosis de 10 ml por 20 litros de agua el cual es un producto de amplio espectro que cumple la función de controlar masticadores, chupadores y raspadores.

Evaluación de las variables: Se seleccionaron plantas de manera aleatoria dentro de cada repetición, procurando que la muestra representara homogéneamente la condición general de la unidad experimental. Las mediciones se realizaron sobre plantas centrales, evitando los bordes para minimizar posibles efectos de posición. Para la variable número de raíces se realizó una evaluación destructiva, seleccionando tres plantas por repetición, lo que representó un total de 12 plantas por tratamiento.

## CAPÍTULO IV

### 4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron analizar de manera integral el efecto de diferentes formulaciones de nutrición foliar sobre el desarrollo morfológico del cacao (*Theobroma cacao* L.) en fase de vivero. Generalmente se pudo observar que la respuesta de las plántulas varió según la variable evaluada, lo que demuestra que la nutrición foliar actúa de manera específica sobre ciertos procesos de crecimiento.

#### 4.1. Número de raíces.

El análisis de varianza (ADEVA) mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable número de raíces, ya que el valor de probabilidad obtenido ( $p = 0,01$ ) fue menor al nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0,05$ ). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que indica que la aplicación de los diferentes tratamientos de nutrición foliar influyó de manera significativa en el desarrollo radicular de las plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.).

La prueba de comparación de medias de Tukey permitió identificar diferencias específicas entre tratamientos, evidenciando que el tratamiento T4 (Yara Vita Croplift Vio) presentó el mayor número promedio de raíces (21,50) en comparación con el testigo (15,09) y los demás tratamientos evaluados. Los restantes tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí, ubicándose dentro del mismo grupo estadístico.

Desde el punto de vista cuantitativo, el tratamiento T4 superó al testigo en 42,47% en el número de raíces, lo que refleja una respuesta favorable de las plántulas ante la aplicación de una formulación balanceada de macro y micronutrientes vía foliar. Este incremento en el desarrollo radicular representa una ventaja agronómica importante, ya que un mayor número de raíces mejora la capacidad de absorción de agua y nutrientes, favoreciendo el vigor y el posterior establecimiento en campo definitivo.

**Tabla 9.** Respuesta de los nutrientes foliares en número de raíces

| HSD Tukey <sup>a, b</sup> |             |       |          |
|---------------------------|-------------|-------|----------|
| Tratamiento o factor      | Subconjunto |       |          |
|                           | 1           | 2     |          |
| 4. YaraVita               | 21,50       |       | <b>A</b> |
| 3. Fulvin                 |             | 17,25 | <b>B</b> |
| 5. Vital cacao            |             | 17,17 | <b>B</b> |
| 2. Seaweed                |             | 16,17 | <b>B</b> |
| 1. Testigo                |             | 15,09 | <b>B</b> |

Estos resultados tienen relación con lo reportado por (Yeboah, 2023), quien reporta que la aplicación de fertilizantes foliares con formulación balanceada incrementa de manera significativa el desarrollo del sistema radicular en plántulas de cacao, debido que hay mayor eficiencia de absorción de nutrientes esenciales durante las primeras etapas de crecimiento. De manera similar (Ramírez & Zambrano, 2021) mencionan que el uso de bioestimulantes a base de algas marinas estimula la formación de raíces secundarias, lo que se refleja en un mayor vigor general de las plántulas en vivero.

En términos agronómicos, un mayor número de raíces representa una ventaja relevante para el cultivo, ya que amplía la superficie de absorción de agua y nutrientes mejorando la estabilidad de la planta. Estos aspectos resultan determinantes para garantizar un adecuado establecimiento en campo definitivo (Merchán Veintimilla, 2017).

#### **4.2. Diámetro del tallo.**

El análisis de varianza (ADEVA) realizado para la variable diámetro del tallo al día 60 evidenció un efecto estadísticamente significativo del factor tratamientos, ya que el valor de probabilidad obtenido ( $p = 0,001$ ) fue menor al nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0,05$ ). En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, confirmando que la aplicación de los diferentes tratamientos nutricionales influyó de manera diferenciada sobre el diámetro del tallo de las plántulas.

Asimismo, el coeficiente de variación fue de 4,09 %, valor que refleja una alta precisión experimental y una adecuada uniformidad de los datos, respaldando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

De lo reportado por la prueba de significación de Tukey, el testigo alcanzó el menor diámetro de tallo con 6,58 mm, posteriormente se ubican los tratamientos antes mencionados, mismos que comparten el mismo rango de significación.

**Tabla 10.** Respuesta de los nutrientes foliares en Diámetro de tallo.

| HSD Tukey <sup>a, b</sup> |             |        |
|---------------------------|-------------|--------|
| Tratamiento o factor      | Subconjunto |        |
|                           | 1           | 2      |
| 1. Testigo                | 6,5800      |        |
| 3. Fulvin                 |             | 7,4200 |
| 2. Seaweed                |             | 7,4375 |
| 5. Vital cacao            |             | 7,5225 |
| 4. YaraVita               |             | 7,7200 |

**A**

**B**

**B**

**B**

**B**

La variable diámetro del tallo fue la que presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que demuestra que la nutrición foliar hizo efecto directamente en el crecimiento estructural de las plántulas de cacao. El tratamiento testigo evidenció el menor valor promedio, mientras que los tratamientos con aplicación foliar alcanzaron diámetros superiores, destacándose Yara Vita Croplift Vio.

Estos resultados se pueden atribuir a la rápida absorción vía foliar de aquellos nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales participan de manera activa en la división celular y fortalecimiento de los tejidos vegetales. La disposición de micronutrientes y extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) en ciertos tratamientos favoreció el metabolismo de las plantas, reflejando tallos con mayor vigor.

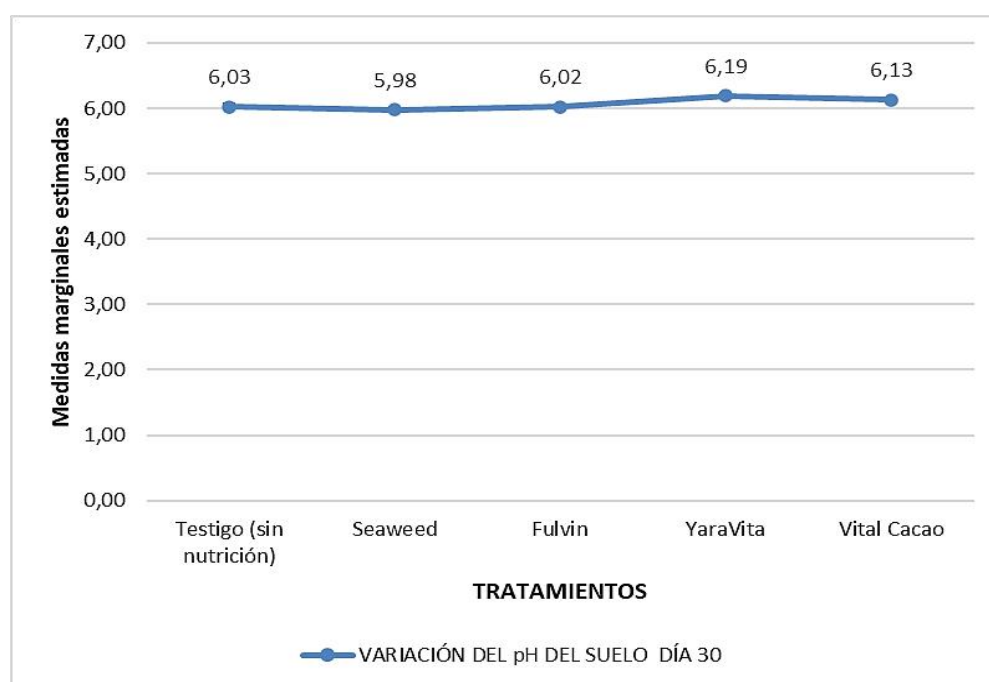
Los resultados coinciden con lo mencionado por (Yeboah, 2023), quien señala que una adecuada aplicación de fertilizantes foliares ayuda significativamente al desarrollo morfológico de ciertos parámetros en los que destaca el diámetro del tallo. De la misma manera (Ramírez & Zambrano, 2021), señalan que los biostimulantes

compuestos por algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) incrementan el vigor de las plantas en etapas de vivero, lo que respalda el presente estudio.

Técnicamente un tallo con buen diámetro es un indicador importante de calidad de la planta, ya que se relaciona con una mayor resistencia al estrés y favorece las condiciones para que la planta sea establecida en campo.

### 4.3. pH del suelo.

En la variable pH del suelo, el análisis de varianza (ADEVA), considerando las repeticiones y el factor A (tratamientos), mostró que se acepta la hipótesis nula, lo que evidencia que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos evaluados. Este resultado sugiere que todos los tratamientos presentan un comportamiento similar respecto al pH del suelo.



**Figura 1.** Valores promedio de pH del suelo al día 30 en función de los diferentes tratamientos de fertilización aplicados.

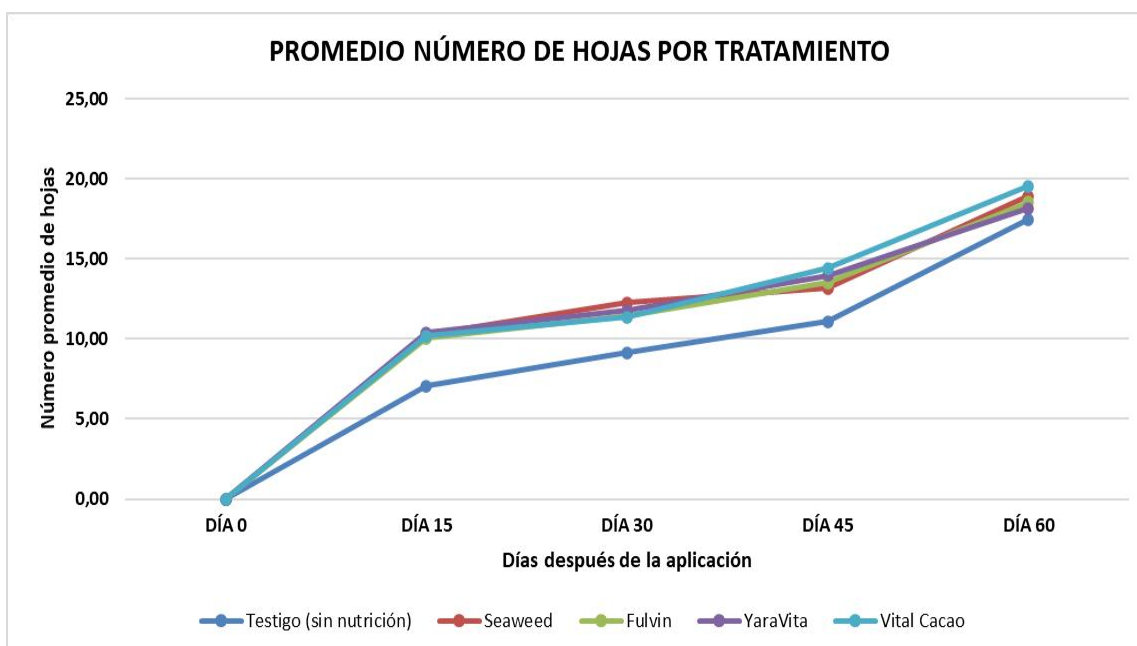
En cuanto a la variable pH del suelo no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados. Este comportamiento indica que la aplicación de fertilizantes vía foliar no modificó las características químicas del sustrato durante el tiempo de investigación.

La estabilidad del pH durante el periodo de evaluación indica que los tratamientos aplicados no generaron alteraciones significativas en las condiciones químicas del sustrato. Esto sugiere que las diferencias observadas en el crecimiento de las plántulas estuvieron asociadas principalmente al efecto de la nutrición foliar y no a variaciones edáficas.

#### 4.4. Número de hojas:

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA), realizado a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación, indican que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en la evaluación final a los 60 días ( $p > 0,05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula. Esto sugiere que la aplicación de las diferentes formulaciones de nutrición foliar no influyó de manera significativa en la emisión de hojas durante el período evaluado.

Aunque en algunas evaluaciones intermedias se observaron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ), estas no se mantuvieron en el tiempo, lo que indica que el efecto de los tratamientos sobre esta variable no fue consistente hasta el final del ensayo. En términos generales, la variable número de hojas presentó un comportamiento homogéneo entre tratamientos.



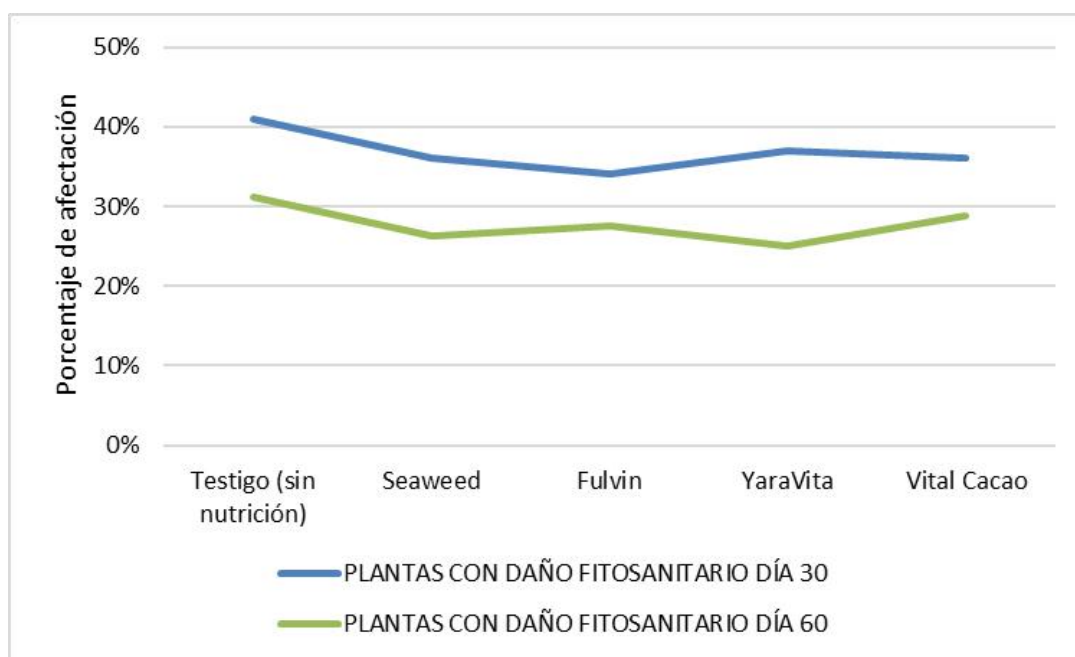
**Figura 2.** Evolución del número promedio de hojas en plantas de cacao bajo diferentes tratamientos foliares durante 60 días.

Esta variable presentó un comportamiento homogéneo durante el tiempo de evaluación. Este resultado puede explicarse debido a que la emisión de las hojas no depende únicamente de la nutrición sino también a factores bióticos, genéticos y condiciones ambientales.

A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas, se observó que las plantas tratadas con nutrición foliar presentaron mayor uniformidad y mejor aspecto visual, lo que refleja un desarrollo equilibrado y un adecuado estado nutricional.

#### 4.5. Daño fitosanitario.

Al analizar estadísticamente el daño fitosanitario en las plántulas de cacao del vivero de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí- El Carmen, el análisis estadístico presenta diferencias no significativas para repeticiones y tratamientos ( $p > 0.05$ ) se acepta la hipótesis nula o de igualdad.



**Figura 3.** Porcentaje de daño fitosanitario en plántulas de cacao en los días 30 y 60 de evaluación.

El análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ), lo que indica que la nutrición foliar no influyó directamente en el porcentaje de daño observado. Es importante señalar que durante el ensayo se aplicó un manejo fitosanitario uniforme en todas las unidades experimentales, lo cual pudo contribuir a la

homogeneidad de los resultados y limitar la variabilidad entre tratamientos. Bajo estas condiciones controladas, se puede afirmar que las formulaciones evaluadas no incrementaron la susceptibilidad de las plántulas.

Sin embargo, se constató que las plantas con nutrición foliar presentaron mayor vigor lo que podría contribuir indirectamente a una mayor tolerancia frente al estrés biótico, tal como lo menciona (Yeboah, 2023), quien señala que una planta con óptima nutrición responde de mejor manera a condiciones adversas.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

- La aplicación de fertilización foliar en plántulas de cacao en fase de vivero generó efectos estadísticamente significativos en las variables número de raíces y diámetro del tallo, lo que demuestra que la nutrición foliar influye directamente en el fortalecimiento estructural y fisiológico de las plantas.
- El tratamiento T4 (Yara Vita Croplift Vio) presentó el mejor comportamiento agronómico, evidenciado por el mayor número promedio de raíces (21,50) y el mayor diámetro de tallo (7,72 mm), superando significativamente al testigo. Esto confirma que las formulaciones balanceadas de macro y micronutrientes favorecen el desarrollo radicular y el vigor vegetal.
- Manejar una adecuada nutrición foliar representa una alternativa complementaria viable para mejorar la calidad morfológica de las plántulas de cacao y favorecer su posterior establecimiento en campo definitivo.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. RECOMENDACIONES**

- Se aconseja aplicar fertilizantes foliares balanceados durante la fase de vivero del cultivo de cacao, con el fin de fortalecer el vigor y mejorar la calidad de las plántulas.
- Es fundamental complementar la nutrición foliar con un adecuado manejo del sustrato, riego y control fitosanitario para asegurar un desarrollo integral de las plántulas.
- Replicar el presente estudio en plántulas injertadas, en condiciones de campo o en cámaras de invernadero para evaluar su comportamiento al aplicarse nutrición foliar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Castañeda, G. A. (2021). Manual técnico para la producción de semilla de cacao en vivero para los Santanderes y Boyacá. *Colección Transformación del Agro*. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/193>
- Bravo Palma, E. H.-G. (2022). Fertilización Foliar Complementaria Mejora El Rendimiento, Sanidad Y Rentabilidad Del Cacao En Agroecosistemas De Secano. *Revista Ciencia y Cultura*, 19(3), 17-31. doi:10.19053/01228420.v19.n3.2022.14569
- Bryan A. Bailey, Lyndel W. Meinhardt. (2016). *Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters* (Ilustrada ed.). beltsville md, USA: Springer. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=H2KhCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Castro Centeno, S., & Pineda Mairena, F. (2023). *Crecimiento de plantas de cacao en etapa de vivero por efectos de sustratos orgánicos*. Tesis de Licenciatura, Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria., Facultad de Agronomía, Managua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4714/1/TNF01C355c.pdf>
- Charloq, C. (2024). Análisis del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en aplicaciones de fertilizante foliar y frecuencia de riego. *Agroplasma Jurnal*, 11(1), 35-47. Obtenido de <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/agro/article/view/5707>
- Del Monte AG. (25 de Octubre de 2018). *Fulvin*. Obtenido de [https://delmonteag.com.ec/wp-content/uploads/2021/10/FT.FERT\\_.13-FULVIN-40-22-Materia-organica-40%E2%82%AC%E2%82%AC.docx.pdf](https://delmonteag.com.ec/wp-content/uploads/2021/10/FT.FERT_.13-FULVIN-40-22-Materia-organica-40%E2%82%AC%E2%82%AC.docx.pdf)
- EDIFARM. (2024). *Vademécum Agrícola XVII Edición* (Décimo Séptima Edición ed.). Quito, Ecuador: EDIFARM. Obtenido de <https://www.edifarm.com.ec/revista-vademecum-agricola/>
- ESPAGROTEC. (2025). *LINEA VITAL QUELATOS Y MICROELEMENTOS*. Obtenido de ESPAGROTEC: <https://www.espagrotec.com/linea-vital-quelatos-y-microelement>
- ICCO. (2025). Abiyán, Costa de Marfil, 28 de febrero de 2025. *Boletín trimestral de estadísticas del cacao, febrero de 2025*, LI(3). Obtenido de <https://www.icco.org/august-2025-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics/>
- ICCO. (2025). *Informe mensual del mercado del cacao de la ICCO – septiembre de 2025*. International Cocoa Organization. Obtenido de <https://www.icco.org/statistics/>

- INAMHI. (2025). *Visor Hidrometeorológico: INAMHI*. Obtenido de <https://servicios.inamhi.gob.ec/aplicaciones-web/>
- INEC. (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Presentación de resultados 2024- Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2024/Presentacion\\_de\\_resultados\\_ESPA\\_C\\_2024.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Presentacion_de_resultados_ESPA_C_2024.pdf)
- Kongor, J. O.-Y. (2024). *Producción de cacao en la década de 2020: desafíos y soluciones*. Obtenido de CABI Agric Biosci 5: <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-024-00310-6>
- Larbi-Koranteng, S. (2021). Biocontrol de la descomposición de semillas, marchitamiento de plántulas y promoción del crecimiento de plántulas de cacao con microbios antagonistas. *Revista Asiática de Fitopatología*, 15: 1-13. Obtenido de <https://scialert.net/abstract/?doi=ajppaj.2021.1.13>
- Merchán Pincay, E. (2022). *Desarrollo morfológico del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en etapa de vivero con aplicación de tres fuentes de fertilizante*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa: UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4169>
- Merchán Veintimilla, M. F. (2017). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Quevedo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. . Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/d88fd769-0de6-41a8-bc43-a7e9f798f87e>
- Pérez-Martínez, S. N. (15 de Diciembre de 2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Revista Ciencia UNEMI*, X(24), 19-38. Obtenido de <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss24.2017pp19-38p>
- Pérez-Martínez, S. N. (2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Description of pests in cacao vivarium in Milagro canton from different sources of information.*, 10(24), 19-38. Obtenido de <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/547>
- Ramírez, G., & Zambrano, B. (2021). “*Comportamiento agronómico del cacao CCN51 (Theobroma cacao L) usando bioestimulante orgánico a base de extractos de algas marinas*”. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi , La Maná, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a71c9c71-cfe3-4f91-8caa-54d39d8791d1/content>
- Royal Botanic Gardens Kew. (06 de Abril de 2020). *Cacao: La fruta detrás de tu barra de chocolate*. Obtenido de Royal Botanic Gardens Kew: <https://www.kew.org/read-and-watch/chocolate-cacao-kew-gardens>

- Royal Botanic Gardens, Kew. (2025). *Plants of the World Online: Kew Science*. .  
Obtenido de Plants Of The World Online:  
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:320783-2#source-KBD>
- Villa e Vila, V. P.-P. (2024). *Uso de un bioestimulante a base de extracto de algas como insumo sustentable para mejorar la calidad de plántulas de solanáceas*. Universidad de São Paulo, Departamento de Ciencias Exactas, Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil: Horticulturae. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2311-7524/10/6/642>
- YaraEcuador. (2024). *YaraVita: Fertilizantes foliares*. Obtenido de YaraVita Croplift Bio: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/fertilizantes/yaravita/yaravita-croplift-bio/>
- Yeboah, S. (2023). *Response of cocoa (Theobroma cacao L.) seedlings to folia fertilizer application and fertigation*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology,, Kumasi. Obtenido de <https://cocoasoils.org/wp-content/uploads/2024/01/Response-of-cocoa-seedlings-to-foliar-fertilizer-application-and-fertigation.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1.** *ADEVA del diámetro del tallo a los 60 días después de la aplicación.*

| <b>F. V</b>                      | <b>SC</b> | <b>G. L</b> | <b>CM</b>    | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|----------------------------------|-----------|-------------|--------------|----------|----------------|
| <b>Tratamiento</b>               | 3,08      | 4           | 0,77         | 8,84     | 0,001 *        |
| <b>Error</b>                     | 1,31      | 15          | 0,09         |          |                |
| <b>Total</b>                     | 4,39      | 19          |              |          |                |
| <b>Coefficiente de Variación</b> |           |             | <b>4,09%</b> |          |                |

**Anexo 2.** *ADEVA del número de raíces por planta a los 60 días después de la aplicación.*

| <b>F. V</b>                      | <b>SC</b> | <b>G. L</b> | <b>CM</b>     | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|----------------------------------|-----------|-------------|---------------|----------|----------------|
| <b>Tratamiento</b>               | 95,08     | 4           | 23,77         | 5,59     | 0,01 *         |
| <b>Error</b>                     | 63,83     | 15          | 4,26          |          |                |
| <b>Total</b>                     | 158,91    | 19          |               |          |                |
| <b>Coefficiente de Variación</b> |           |             | <b>11,84%</b> |          |                |

**Anexo 3.** *ADEVA del pH del suelo al día 30.*

| <b>F. V</b>                      | <b>SC</b> | <b>G. L</b> | <b>CM</b>    | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|----------------------------------|-----------|-------------|--------------|----------|----------------|
| <b>Tratamiento</b>               | 0,12      | 4           | 0,03         | 0,73     | 0,58 ns        |
| <b>Error</b>                     | 0,63      | 15          | 0,04         |          |                |
| <b>Total</b>                     | 0,75      | 19          |              |          |                |
| <b>Coefficiente de Variación</b> |           |             | <b>3,30%</b> |          |                |

**Anexo 4.** ADEVA del número de hojas en plántulas de cacao bajo la aplicación foliar de diferentes tratamientos evaluado a los 15,30,45 y 60 días.

| Fuente de variación | G. L | Nº de hojas plántulas de cacao |         |                |         |                |         |                |         |
|---------------------|------|--------------------------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
|                     |      | <u>15 días</u>                 |         | <u>30 días</u> |         | <u>45 días</u> |         | <u>60 días</u> |         |
|                     |      | CM                             | p-valor | CM             | p-valor | CM             | p-valor | CM             | p-valor |
| Tratamientos        | 4    | 8,06                           | 0,00 *  | 5,78           | 0,00 *  | 6,68           | 0,00 *  | 2,51           | 0,06 ns |
| Error               | 15   | 0,39                           |         | 0,41           |         | 0,72           |         | 0,89           |         |
| Total               | 19   |                                |         |                |         |                |         |                |         |
| C. V (%)            |      | 6,52%                          |         | 5,71%          |         | 6,41%          |         | 5,09%          |         |

\* = significativo ( $p < 0,05$ )

ns = no significativo ( $p > 0,05$ )

**Anexo 5.** Establecimiento del área de estudio.



**Anexo 6.** Aplicación de nutrientes foliares.



**Anexo 7.** Control de malezas.



**Anexo 8.** Toma de datos de las variables.



Conteo de plantas con daño fitosanitario



Conteo del número de hojas



Conteo del número de raíces



Toma de datos pH del sustrato



Medida del diámetro del tallo



CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

## Tesis Requielme Danny para antiplagio

< 1%  
Textos  
sospechosos



< 1% Similitudes  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
< 1% Idiomas no reconocidos (ignorado)  
16% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Requielme Danny para antiplagio.docx  
ID del documento: 8fb50a203d0944108268f5ae1b49adda32f0ae06  
Tamaño del documento original: 1,02 MB

Depositante: JORGE VIVAS CEDEÑO  
Fecha de depósito: 27/1/2026  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 27/1/2026

Número de palabras: 5129  
Número de caracteres: 34.115

Ubicación de las similitudes en el documento:



1304180472