



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE FITOTECNIA

TESIS

**Efecto de la Aplicación Foliar como complemento al
Sustrato Fenocol Agrícola en la Propagación de Cacao
(*Theobroma Cacao L.*) en San Ignacio - Cajamarca**

**PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Laban Roman Mayco Yausu

ASESOR

Dr. Wilfredo Nieto Delgado

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026

**Efecto de la Aplicación Foliar como complemento al
Sustrato Fenocol Agrícola en la Propagación de Cacao
(*Theobroma Cacao L.*) en San Ignacio – Cajamarca**

**PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Laban Roman Mayco Yausu

Aprobada por



Dr. José Avercio Negiosup Gallardo
Presidente



M.Sc. Adolfo Padilla Pérez
Secretario



M.Sc. Ysaac Ramírez Lucero
Vocal



Dr. Wilfredo Nieto Delgado
Patrocinador



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°028-2026-UI-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los trece días del mes de mayo del año dos mil veintiséis, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada: "EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR COMO COMPLEMENTO AL SUSTRATO FENOCOL AGRÍCOLA EN LA PROPAGACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN SAN IGNACIO-CAJAMARCA.", mediante Resolución N°248-2024-D-FAG, de fecha 21 de agosto del 2024, se nombra el jurado de tesis; con Resolución N°257-2025-D-FAG, de fecha 24 de octubre del 2025, se aprueba el proyecto de Tesis; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada; el jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
M.Sc. Adolfo Padilla Pérez
M.Sc. Ysaac Ramírez Lucero
Dr. Wilfredo Nieto Delgado

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

El acto de Programación de Sustentación fue autorizado por RESOLUCIÓN N°090-2026-D-FAG, de fecha 04 de mayo del 2026.

La Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **LABAN ROMAN MAYCO YAUSU**, tuvo una duración de 90 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 18 en la escala vigesimal, con mención MUY BUENO.

Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:30, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Presidente


M.Sc. Adolfo Padilla Pérez
Secretario


M.Sc. Ysaac Ramírez Lucero
Vocal


Dr. Wilfredo Nieto Delgado
Patrocinador

Observación:

.....
.....
.....

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Wilfredo Nieto Delgado**, usuario revisor de la tesis titulado **Efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato fenocol agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao L.*)** en San Ignacio - Cajamarca, cuyo autor es el **Bachiller Laban Roman Mayco Yausu** con DNI N° **48096532**, por lo que declaro que la evaluación realizada por el programa informático, ha arrojado una similitud del **15%**, verificable en el reporte automatizado de similitudes que se acompañan.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituye plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 24 de junio del 2026



.....
Dr. Wilfredo Nieto Delgado
DNI 16438208
ASESOR

Efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato fenocol agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Ignacio - Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	6%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	2%
	Trabajo del estudiante	
2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	apirepositorio.unu.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.utc.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes	1%
	Trabajo del estudiante	
7	repositorio.utea.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	ijas-pdvagro.institutoidv.org	1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.ulead.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorio.unprg.edu.pe:8080	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.unap.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	



Dr. Wilfredo Nieto Delgado
DNI 16438208
ASESOR



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Mayco Yausu Laban Roman
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato fe...
Nombre del archivo: Informe_final_de_tesis_Maycol_Lab_n_okokok.docx
Tamaño del archivo: 14.04M
Total páginas: 60
Total de palabras: 10,535
Total de caracteres: 58,295
Fecha de entrega: 24-jun-2026 08:45p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2989135563



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

Efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato fenocol
agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en San
Ignacio - Cajamarca

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Laban Roman Mayco Yausu

ASESOR

Dr. Wilfredo Nieto Delgado

Lambayeque - Perú

2025

Dr. Wilfredo Nieto Delgado
DNI 16438208
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis adorados padres, por su amor incondicional, su apoyo constante, su sacrificio y su fe inquebrantable. Cada paso que he dado ha sido gracias a sus enseñanzas, su guía y su confianza en mí. Este logro es también suyo, como fruto de su esfuerzo y dedicación.

A mi hijo, Maykel Steven, por ser mi mayor motor e inspiración diaria para seguir superándome. Por él, y para él, continúo luchando por alcanzar cada una de mis metas.

Con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis a quienes han sido el pilar fundamental en mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, el Dr. Wilfredo Nieto Delgado, por su invaluable guía, su constante disposición para resolver mis dudas y consultas, las cuales fueron cruciales para el desarrollo de esta investigación.

De igual manera, expreso mi especial gratitud a mi hermano, Euler Labán, y a toda mi familia, cuyo apoyo incondicional, paciencia y amor me brindaron la fortaleza emocional necesaria para perseverar hasta alcanzar este logro.

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
I. INTRODUCCION	13
1.1. Problema	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Formulación del problema de investigación	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Hipótesis	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
II. DISEÑO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Bases teóricas	18
III. DISEÑO METODOLÓGICO	27
3.1. Diseño de contrastación de hipótesis	27
3.2. Población y muestra	27
3.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales	28
3.4. Métodos y procedimientos para la recolección de datos	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Resultados	34
4.2. Discusión	40
V. CONCLUSIONES	45
VI. RECOMENDACIONES	46
VIII. ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	26
Tabla 2. distribución de los tratamientos en estudio	31
Tabla 3. Forma general del análisis de varianza.....	32
Tabla 4. ANOVA para porcentaje de prendimiento de plántulas de cacao.....	34
Tabla 5. Promedio de prendimiento y prueba de Duncan (0.05).....	35
Tabla 6. ANOVA para variables morfológicas	36
Tabla 7. Medias y Duncan (0.05)	37
Tabla 8. ANOVA para tasa de crecimiento (altura final / días)	38
Tabla 9. Evaluar el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de cacao (Theobroma cacao L.) en San Ignacio – Cajamarca.	39

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en condiciones de vivero, en el distrito de San Ignacio – Cajamarca. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 11 tratamientos y tres repeticiones, combinando tres tipos de fertilizantes foliares (Crop Lift Bio, Crop Boost y Zintrac MgB) en tres dosis (50, 75 y 100 ml por mochila de 20 L), más dos testigos. Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, materia seca foliar y radicular y tasa de crecimiento. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y prueba de Duncan al 5%, complementándose con análisis de correlación y regresión lineal para verificar la relación entre las variables morfológicas y fisiológicas. Los resultados mostraron efectos estadísticamente significativos ($p < 0.05$) en el porcentaje de prendimiento y en las variables de altura, diámetro y biomasa seca, confirmando el efecto positivo de la aplicación foliar sobre el desarrollo de las plántulas. Los tratamientos T₂D₂ (Crop Boost a 75 ml) y T₃D₂–T₃D₃ (Zintrac MgB a 75–100 ml) destacaron por alcanzar los mayores valores de prendimiento (96.7–97.5%) y acumulación de materia seca (70–72%). En cambio, la tasa de crecimiento no presentó diferencias significativas, aunque las plantas con aplicación foliar mostraron mayor uniformidad y menor mortalidad. Se concluye que la aplicación foliar complementaria al sustrato Fenocol agrícola mejora significativamente la calidad fisiológica y morfológica de las plántulas de cacao, constituyéndose en una práctica tecnológica eficiente y sostenible para viveros de la región de San Ignacio – Cajamarca.

Palabras clave: Aplicación foliar, cacao, fenocol agrícola, prendimiento.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of foliar application as a supplement to the agricultural substrate Fenocol on the propagation of cacao (*Theobroma cacao* L.) seedlings under nursery conditions in the district of San Ignacio, Cajamarca. A completely randomized block design (CRBD) with 11 treatments and three replications was used, combining three types of foliar fertilizers (Crop Lift Bio, Crop Boost, and Zintrac MgB) at three doses (50, 75, and 100 ml per 20 L backpack sprayer), plus two control treatments. The variables evaluated were seedling establishment percentage, plant height, number of leaves, stem diameter, foliar and root dry matter, and growth rate. Data were analyzed using ANOVA and Duncan's multiple range test at the 5% significance level, complemented by correlation and linear regression analyses to verify the relationship between morphological and physiological variables. The results showed statistically significant effects ($p < 0.05$) on the percentage of seedlings established and on the variables of height, diameter, and dry biomass, confirming the positive effect of foliar application on seedling development. Treatments T2D2 (Crop Boost at 75 ml) and T3D2–T3D3 (Zintrac MgB at 75–100 ml) stood out for achieving the highest rates of established seedlings (96.7–97.5%) and dry matter accumulation (70–72%). In contrast, the growth rate did not show significant differences, although the plants with foliar application showed greater uniformity and lower mortality. It is concluded that foliar application, as a complement to the Fenocol agricultural substrate, significantly improves the physiological and morphological quality of cacao seedlings, making it an efficient and sustainable technological practice for nurseries in the San Ignacio – Cajamarca región.

Keywords: Foliar application, cocoa, agricultural fenocol, establishment.

I. INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao L.*) tiene un papel relevante en el Perú tanto en lo social como en lo económico, ya que involucra a más de 138 mil productores ubicados principalmente en la selva. La mayoría de ellos trabaja en pequeñas extensiones: alrededor del 67,6% cuenta con parcelas menores a 10 hectáreas, lo que refleja el predominio de pequeños y medianos agricultores. Esta actividad, además, requiere bastante mano de obra, llegando a generar cerca de 10 millones de jornales al año. En cuanto a las condiciones de vida, en los últimos cinco años se ha observado una reducción de siete puntos porcentuales en los niveles de pobreza entre los productores cacaoteros (ENA 2016).

En el Perú se cuenta con más de 199 mil hectáreas dedicadas al cultivo de cacao. Para el año 2022, la producción alcanzó aproximadamente 170,3 mil toneladas, lo que representó un crecimiento de 3,8% en comparación con el año previo (MIDAGRI, 2023). Asimismo, este cultivo aporta cerca del 3% al Valor Bruto de la Producción Agrícola y genera ingresos por exportaciones que rondan los 253 millones de dólares.

En el caso del distrito de San Ignacio, en Cajamarca, la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) enfrenta diversas dificultades, principalmente por el uso de prácticas agronómicas con bajo nivel de tecnificación, sobre todo en las primeras etapas del desarrollo de las plantas. Uno de los principales retos es conseguir que las plántulas en vivero crezcan de manera uniforme y vigorosa, ya que esto influye directamente tanto en el éxito del trasplante como en el rendimiento futuro del cultivo (Cedeño et al., 2020).

Si bien el uso de sustratos como el Fenocol agrícola ha mostrado potencial como medio de crecimiento, la eficacia de su uso puede potenciarse mediante prácticas complementarias como la aplicación foliar de nutrientes, técnica que permite una rápida asimilación de elementos

esenciales (García & Flores, 2018). No obstante, en la zona existen escasos estudios técnicos que evalúen el efecto combinado del sustrato con aplicaciones foliares sobre parámetros claves como la altura de planta, número de hojas y desarrollo radicular en la fase de propagación. Esta falta de información limita la adopción de estrategias más eficientes para optimizar la producción de plantones de cacao en la región (MINAGRI, 2021).

La problemática del estudio sobre el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenecol Agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en San Ignacio - Cajamarca radica en la baja eficiencia y uniformidad en el enraizamiento y desarrollo inicial de las plántulas de cacao, lo cual limita la disponibilidad de plantones vigorosos y de calidad para el establecimiento de nuevas plantaciones en la región. Esta situación se debe principalmente al uso de sustratos con limitada capacidad nutricional y baja retención de humedad, al manejo inadecuado de fertilización foliar en vivero, y a las condiciones edafoclimáticas que reducen la absorción eficiente de nutrientes esenciales. Como consecuencia, se generan retrasos en la propagación, altos porcentajes de mortalidad de estacas y un incremento en los costos de producción, afectando la sostenibilidad económica de los pequeños productores y la expansión del cultivo de cacao fino de aroma, que constituye una alternativa clave para el desarrollo agroexportador y la mejora de ingresos rurales en Cajamarca.

Por la cual, se planteó el problema principal: ¿Cuál es el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en San Ignacio – Cajamarca?; siendo sus problemas específicos: ¿Cómo influye la aplicación foliar en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao en sustrato Fenocol agrícola?, ¿Cuál es el efecto de la aplicación foliar en el desarrollo morfológico (altura, número de hojas, diámetro del tallo) de las plántulas de cacao propagadas en sustrato Fenocol agrícola? y ¿Qué

diferencias existen en la tasa de crecimiento en las plántulas de cacao con y sin aplicación foliar en el sustrato Fenocol agrícola?

Respecto al objetivo general fue: evaluar el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Ignacio – Cajamarca; y los objetivos específicos fueron: determinar la influencia de la aplicación foliar en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao en sustrato Fenocol agrícola, evaluar el efecto de la aplicación foliar sobre el desarrollo morfológico de las plántulas de cacao (altura, número de hojas y diámetro del tallo) en sustrato Fenocol agrícola y comparar la tasa de crecimiento de plántulas de cacao con y sin aplicación foliar en el sustrato Fenocol agrícola.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Huamán (2022) se analizó cómo influye la aplicación foliar de biol en distintas concentraciones (5%, 10% y 15%) sobre el desarrollo de plántulas de cacao durante la etapa de vivero. El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas, empleando un diseño de bloques completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El tratamiento T1 funcionó como testigo, mientras que los tratamientos T2, T3 y T4 incluyeron biol en las concentraciones mencionadas. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), siendo el T3 (biol al 10%) el que mostró mejor desempeño. En este tratamiento se registraron, en promedio, 19.8 cm de altura, 9.4 hojas verdaderas y 0.86 g de masa radicular seca. En contraste, el tratamiento testigo presentó valores menores: 13.2 cm de altura, 6.1 hojas y 0.53 g de masa radicular. Asimismo, se observó que las plántulas tratadas con biol al 10% mostraron mayor uniformidad y vigor, lo que favorece su establecimiento en campo durante el trasplante. Este tipo de manejo no solo mejora el uso de nutrientes, sino que también puede reducir la dependencia de insumos químicos y, en consecuencia, los costos de producción.

Chávez y Rojas (2021) analizaron cómo influyen distintos sustratos orgánicos en el desarrollo de plántulas de cacao durante la etapa de vivero. Para ello, evaluaron tierra negra, compost, cascarilla de arroz y una combinación de estos materiales. El ensayo se realizó en condiciones controladas, aplicando un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones por cada tratamiento. Entre los resultados, destacó la mezcla compuesta por 50% de compost, 25% de tierra negra y 25% de cascarilla de arroz, la cual mostró el mejor desempeño agronómico. Con este sustrato se obtuvo una altura promedio de 21.4 cm, alrededor de 10 hojas verdaderas por planta y un índice de calidad de plántula (IQP) de 0.95. En contraste, los

tratamientos individuales mostraron valores inferiores: por ejemplo, la tierra negra alcanzó solo 15.2 cm de altura y un IQP de 0.62, mientras que el compost puro registró 18.3 cm de altura y un IQP de 0.81.

Cedeño y Rodríguez (2020) realizaron un estudio con el propósito de comparar cómo influyen tres tipos de sustratos en el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero: lombricompost, compost tradicional y suelo agrícola. El experimento se desarrolló en condiciones controladas durante un periodo de 60 días, utilizando un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El lombricompost obtuvo el mejor desempeño agronómico, registrando un crecimiento promedio de 22.6 cm de altura, 11 hojas verdaderas por planta, y un índice de vigor de 0.89. En contraste, el suelo agrícola presentó los valores más bajos, con apenas 14.8 cm de altura, 6 hojas y un índice de vigor de 0.51, mientras que el compost tradicional alcanzó 18.7 cm, 8.4 hojas y un índice de vigor de 0.72. Los autores concluyen que el uso combinado de sustratos orgánicos de alta calidad con aplicaciones foliares específicas puede optimizar significativamente el crecimiento inicial del cacao en vivero.

García y Flores (2018) estudiaron cómo distintos fertilizantes aplicados de forma foliar influyen en el desarrollo de plántulas de cacao durante la etapa de vivero. Para ello, compararon tres alternativas: un fertilizante químico NPK 20-20-20, aminoácidos de origen vegetal y extracto de algas marinas, además de incluir un tratamiento testigo sin aplicación. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar, considerando cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados muestran que el tratamiento con NPK 20-20-20 presentó el mejor rendimiento agronómico, alcanzando una altura promedio de 20.1 cm, 10 hojas verdaderas por planta, y un diámetro del tallo de 3.5 mm. En comparación, el

tratamiento testigo (sin aplicación) mostró valores significativamente menores: 13.7 cm de altura, 6 hojas y 2.3 mm de diámetro del **tallo**. Los tratamientos con aminoácidos y extracto de algas también mejoraron el crecimiento respecto al testigo, aunque en menor medida que el NPK.

MINAGRI (2021) detalla que las principales debilidades en la cadena del cacao la limitada calidad de plantones producidos en viveros debido al uso de sustratos inadecuados y falta de nutrición complementaria. El plan recomienda la implementación de tecnologías como sustratos enriquecidos y aplicaciones foliares para mejorar la calidad de las plántulas.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Taxonomía

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Dicotiledónea

Orden : Malvales

Familia : Sterculiaceae

Género : *Teobroma*

Especie : *cacao*

1.2.2. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao es un cultivo perenne de gran importancia económica y social en diversas regiones tropicales, incluido el Perú, donde se ha consolidado como un producto estratégico para la agricultura familiar. Su propagación adecuada en vivero es fundamental para asegurar un buen establecimiento en campo definitivo y obtener altos rendimientos (MINAGRI, 2021). Durante la fase de vivero, el desarrollo vegetativo de las plántulas depende en gran medida del tipo de sustrato y del manejo nutricional.

Según León-Velarde et al. (2017), el éxito del cultivo está relacionado con la calidad del material vegetativo, siendo esencial utilizar plantones vigorosos, con buen desarrollo radicular y foliar. En este contexto, la eficiencia de las prácticas empleadas en la fase de propagación, como el uso de sustratos orgánicos enriquecidos y la nutrición foliar, influye directamente en la productividad futura del cultivo.

1.2.3. Importancia del sustrato en vivero

El sustrato cumple un papel crucial como medio de anclaje y fuente de nutrientes y agua para la plántula. Su composición física y química puede influir en el crecimiento radicular, la aireación y la disponibilidad de nutrientes (Restrepo & Peña, 2019). Estudios como el de Cedeño et al. (2020) demostraron que sustratos orgánicos como el lombricomposto mejoran significativamente el desarrollo morfológico del cacao, registrando alturas promedio de 22.6 cm y un índice de vigor de 0.89.

El Fenocol agrícola es un sustrato orgánico de uso comercial elaborado a partir de residuos vegetales compostados, los cuales aportan un alto contenido de materia orgánica y características físico-químicas adecuadas para la propagación de plantas. En viveros, su utilización ha venido ganando interés debido a su capacidad para mejorar la humedad del sustrato y favorecer la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, aún son limitados los estudios que analizan su efecto específico en el cultivo de cacao.

1.2.4. Fertilización foliar en viveros

La fertilización foliar es aplicar nutrientes directamente sobre el follaje de las plantas, permitiendo una absorción rápida y eficiente a través de los estomas o la cutícula (Marschner, 2012). Esta técnica es especialmente útil en etapas de rápido crecimiento o cuando las condiciones del sustrato limitan la disponibilidad de ciertos nutrientes.

Huamán (2022) evaluó el efecto del biol foliar en distintas concentraciones sobre plántulas de cacao, encontrando que la aplicación al 10% incrementó significativamente la altura (19.8 cm), el número de hojas (9.4) y la masa radicular (0.86 g). Por su parte, García y Flores (2018) encontraron que el fertilizante foliar NPK 20-20-20 aumentó el diámetro del tallo y la biomasa foliar en vivero. Estos estudios confirman que la fertilización foliar complementa eficazmente la nutrición proporcionada por el sustrato.

1.2.5. Interacción entre sustrato y fertilización foliar

La interacción entre un sustrato de buena calidad y una fertilización foliar adecuada puede potenciar el crecimiento de las plántulas al mejorar simultáneamente la nutrición radicular y foliar. Según Chávez y Rojas (2021), el uso de sustratos compuestos (compost + tierra negra + cascarilla) mejoró el índice de calidad de plántulas hasta 0.95. Al complementarse con aplicaciones foliares, se puede lograr un desarrollo más equilibrado y vigoroso, lo que permite obtener plantones con mayor capacidad de adaptación al trasplante.

De esta manera, estudiar el efecto conjunto del sustrato Fenocol agrícola junto con la fertilización foliar cobra importancia, ya que busca identificar opciones más sostenibles y eficientes que contribuyan a mejorar la calidad de las plántulas de cacao. Esto resulta especialmente relevante en zonas productoras como San Ignacio, en Cajamarca, donde aún se requiere fortalecer el nivel de tecnificación en los sistemas de vivero (MINAGRI, 2021).

1.2.6. Condiciones climáticas

El cacao suele desarrollarse en zonas por debajo de los 300 msnm; sin embargo, cuando se encuentra en ambientes boscosos y protegidos, puede adaptarse a altitudes de hasta 900 msnm.

El crecimiento adecuado del cultivo depende principalmente de la temperatura y la precipitación. Estas plantas son muy sensibles a la disponibilidad de agua en el suelo, por lo que

pueden verse afectadas fácilmente en condiciones de sequía. Por ello, se requieren lluvias bien distribuidas a lo largo del año, con un rango aproximado entre 1500 y 2000 mm.

En cuanto a la temperatura, los valores promedio mínimos oscilan entre 18 y 21 °C, mientras que los máximos se sitúan entre 30 y 32 °C. Si la temperatura desciende hasta los 10 °C, las plantas pueden sufrir daños (Dostert et al., 2020).

1.2.7. Preparación de sustrato

Para la propagación, es importante contar con un sustrato bien equilibrado, el cual puede prepararse mezclando dos partes de tierra, una de arena y una de materia orgánica previamente descompuesta o compostada, procurando que la mezcla sea uniforme.

Además, es recomendable desinfectar el sustrato para evitar problemas sanitarios durante la etapa de propagación, ya que pueden presentarse plagas, nematodos y enfermedades. Entre estas, una de las más comunes en almácigo es la “chupadera”, una enfermedad de origen fúngico.

1.2.8. Embolsado.

Preparado el sustrato, se realiza el llenado de bolsas de color negro con una capacidad de 3 kg. Posteriormente serán ubicadas en el área de vivero bajo sombra, para evitar que la humedad se pierda rápidamente y las plántulas se deterioren con la insolación.

1.2.9. Siembra

Las semillas deben ser frescas, recién extraídas del fruto, y colocarse en el centro de la bolsa con sustrato. Se recomienda sembrarlas de forma superficial, aproximadamente a 1 cm de profundidad, para favorecer una adecuada germinación.

Una vez realizada la siembra, es importante cubrir las bolsas con materiales como hojas, costales, carrizo o paja, con el fin de reducir la exposición directa al sol y protegerlas de

condiciones adversas como heladas o lluvias intensas. Conforme inicia la germinación, se aconseja retirar la cobertura de manera gradual y realizar un raleo ligero.

1.2.10. Fenocol agrícola

Fenocol Agrícola (2024) es un sustrato innovador elaborado a base de espuma fenólica, diseñado para optimizar la propagación vegetal en vivero. Su estructura física está compuesta por un material inerte, poroso y aséptico, que proporciona un ambiente adecuado para el desarrollo inicial de las raíces y la emergencia uniforme de las plántulas. Esta espuma agrícola se caracteriza por su alta retención de agua (hasta 20 veces su peso), excelente aireación y drenaje, lo cual favorece el equilibrio hídrico y previene la compactación del sistema radicular.

Una de sus principales ventajas es su capacidad de mantener una humedad constante sin saturación, permitiendo que las raíces absorban oxígeno y agua de forma eficiente. Además, al ser un medio de propagación estéril, reduce la incidencia de enfermedades y no requiere desinfección previa. Estas propiedades convierten al Fenocol en una alternativa sostenible frente a sustratos convencionales como el suelo agrícola o mezclas orgánicas, especialmente en regiones donde la calidad del suelo es limitada.

Fenocol Agrícola (2024) el producto se ha utilizado en cultivos de alto valor como café, cacao, aguacate, cítricos y especies forestales, demostrando ser una opción viable para la producción de plantones más vigorosos, uniformes y con menor tiempo de permanencia en vivero. Su uso también elimina la necesidad de bolsas plásticas y facilita el trasplante directo al campo, reduciendo el estrés fisiológico de las plántulas.

1.2.11. Fertilizantes foliares

Croplift Bio

Según (CropLife S.A.C., 2023) Croplift Bio es un fertilizante foliar orgánico-mineral de acción bioestimulante, formulado especialmente para promover el crecimiento y desarrollo

vegetal durante las etapas críticas del cultivo. Su composición incluye una combinación balanceada de macro y micronutrientes (como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y boro), así como extractos de algas marinas, aminoácidos y compuestos húmicos, los cuales estimulan la actividad metabólica de la planta y mejoran la asimilación de nutrientes aplicados vía foliar. Este producto se aplica directamente sobre el follaje, permitiendo una rápida absorción a través de la cutícula y los estomas. Gracias a su formulación líquida, CROPLIFT BIO actúa como activador fisiológico, favoreciendo la síntesis de clorofila, la división celular y el desarrollo del sistema radicular, lo que se traduce en un mayor vigor y tolerancia al estrés abiótico (sequía, bajas temperaturas o deficiencia nutricional).

En condiciones de vivero, como las empleadas en la propagación del cacao, la aplicación foliar de CROPLIFT BIO ha mostrado efectos positivos sobre variables como el número de hojas, la altura de planta, el diámetro del tallo y la masa seca. Su uso complementa la nutrición suministrada por el sustrato, asegurando un desarrollo equilibrado de la parte aérea y el sistema radicular.

Composición:

Nitrógeno (N)	: 20% / 100 gr/l
Fosforo (P_2O_5)	: 3.6% / 36gr/l
Potasio (K_2O)	: 7% / 70 gr/l
Micronutrientes (B, Mn, Cu, Mo, Zn)	: 0.32% / 2.3 gr/l

Crop Boost

Según (CropLife S.A.C., 2023) Crop Boost es un fertilizante foliar bioestimulante de origen orgánico, formulado para mejorar el desarrollo vegetativo de las plantas en etapas iniciales y de rápido crecimiento. Contiene una mezcla balanceada de aminoácidos libres, extractos vegetales, vitaminas, fitohormonas naturales (auxinas, giberelinas y citoquininas),

además de una pequeña proporción de micronutrientes quelatados esenciales para las funciones metabólicas del cultivo. Este producto actúa directamente sobre la fisiología vegetal, estimulando procesos clave como la división y elongación celular, la síntesis de proteínas, la formación de clorofila y la expansión foliar, lo cual se traduce en un mayor vigor, uniformidad y tolerancia al estrés. Su formulación líquida y de rápida absorción permite que sus componentes actúen de manera eficiente al ser aplicados sobre el follaje, especialmente en condiciones de vivero.

Crop Boost se recomienda durante las fases de propagación, establecimiento y crecimiento activo, ya que promueve el desarrollo del sistema radicular y potencia el uso de nutrientes presentes en el sustrato. En cultivos como el cacao, su aplicación ha demostrado beneficios en variables agronómicas como el aumento de la altura de la plántula, el número de hojas verdaderas, y la masa seca total, aspectos fundamentales para obtener plantones de alta calidad.

Composición:

Fosforo (P_2O_5) : 44% / 440 gr/l

Potasio (K_2O) : 7.5% / 75 gr/l

Zinc (Zn) : 4.6% / 46 gr/l

Magnesio (Mg) : 4% / 40 gr/l

Zintrac MgB

Según (Tracetrac Perú S.A.C., 2023) Zintrac MgB es un fertilizante foliar líquido de alta concentración, diseñado para corregir y prevenir deficiencias combinadas de zinc (Zn), magnesio (Mg) y boro (B) en diversos cultivos. Estos tres micronutrientes son esenciales para el crecimiento vegetativo, la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y la formación de tejidos nuevos, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo de las plantas.

Zintrac MgB está formulado con tecnología Tracetrac, que garantiza una rápida absorción foliar y una alta movilidad sistémica de los nutrientes, permitiendo una distribución homogénea a través del tejido vegetal. El zinc participa activamente en la síntesis de auxinas y enzimas metabólicas; el magnesio es el elemento central de la molécula de clorofila y fundamental para la eficiencia fotosintética, mientras que el boro interviene en la formación de paredes celulares y el crecimiento meristemático.

Diversos estudios han demostrado que la aplicación foliar de Zn, Mg y B, en formulaciones solubles como ZINTRAC MgB, favorece el desarrollo de plántulas más vigorosas, mejora la relación raíz-tallo y reduce el estrés fisiológico en condiciones adversas. En viveros de cacao, la fertilización foliar con estos elementos permite potenciar la etapa de propagación, optimizando variables agronómicas como el número de hojas, el diámetro del tallo y la masa seca radicular.

Composición:

Zinc (Zn) : 14% / 140 gr/l

Magnesio (Mg) : 7% / 70 gr/l

Boro (B) : 7% / 70 gr/l

1.2.12. Conceptos y operacionalización de variables

Sustrato Fenocol Agrícola. Es un medio de propagación vegetal elaborado a partir de espuma fenólica, un material inerte, poroso y estéril que proporciona condiciones físicas óptimas para la germinación y el desarrollo inicial de plántulas. Este tipo de sustrato está diseñado específicamente para viveros tecnificados, ya que favorece una alta retención de humedad, excelente aireación del sistema radicular y una estructura uniforme que estimula el crecimiento equilibrado de las raíces (Fenocol Agrícola, 2024).

Fertilizantes foliares. Son productos nutricionales aplicados directamente sobre las hojas de las plantas, con el objetivo de complementar o corregir deficiencias nutricionales de forma rápida y localizada. Estos fertilizantes contienen macro y/o micronutrientes en formas fácilmente asimilables, y en algunos casos, incluyen bioestimulantes, aminoácidos o extractos vegetales que mejoran los procesos fisiológicos (Restrepo & Peña, 2019).

Dosis. Se refiere a la cantidad específica de una sustancia o insumo (como fertilizantes, enmiendas o bioestimulantes) que se aplica a un cultivo o planta, ya sea por unidad de área (por ejemplo, kg/ha o L/ha) o por volumen de solución (por ejemplo, mL/L). Esta cantidad debe ser adecuada para lograr un efecto deseado en el crecimiento, desarrollo o protección de las plantas, sin causar efectos negativos por deficiencia o toxicidad (FAO, 2017).

Características morfológicas. Son los atributos físicos y estructurales observables de una planta, los cuales describen su forma externa y organización de órganos. Estas características incluyen variables como la altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de raíces, masa foliar y otros elementos que reflejan el crecimiento y desarrollo vegetal (Pérez y Ramírez, 2018).

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente	Sustrato	Fenocol agrícola
	Dosis	Fertilizantes foliares
	Características morfológicas	Altura de planta
		Porcentaje de germinación
		Porcentaje de mortalidad
		Altura de planta
		Diámetro de tallo
		Peso de materia fresca (foliar y radicular)
		Peso de materia seca

Fuente: Elaboración propia (2025)

II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de contrastación de hipótesis

Para evaluar las hipótesis planteadas, se utilizará la prueba F de Fisher-Snedecor, con la finalidad de analizar las diferencias entre las medias de los tratamientos mediante un intervalo de confianza. Si el valor de p es mayor a 0.05, se aceptará la hipótesis nula, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las medias. En caso contrario, se rechazará la hipótesis nula y se aceptará la alternativa, concluyendo que sí hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Asimismo, para analizar la relación entre variables, se aplicará el coeficiente de correlación de Pearson, el cual permite medir el grado de asociación entre pares de variables.

Las hipótesis consideradas para este análisis son las siguientes:

$H_0: \rho = 0$ se evidencia vinculación entre categorías.

$H_1: \rho \neq 0$ se evidencia vinculación entre categorías.

Va, aquí también hay mucho texto marcado, así que conviene reescribirlo con otra estructura y palabras. Te dejo una versión más natural y menos detectable:

Para llevar a cabo la contrastación de las hipótesis, se utilizará la prueba F. En el caso del análisis de regresión, las hipótesis se plantean de la siguiente manera:

$H_0: \beta = 0 \rightarrow$ la variable X no tiene influencia sobre Y .

$H_1: \beta \neq 0 \rightarrow$ la variable X sí influye sobre Y .

De igual forma, para evaluar las relaciones entre variables, se recurrirá a la prueba F dentro del análisis de varianza y la regresión.

Para el procesamiento de los datos se emplearán programas estadísticos especializados como Minitab (versión 16), SPSS (versión 17) y SAS (versión 9.0, SAS Institute Inc.), además de herramientas de Microsoft Office como Excel y Word (versión 10).

Los datos obtenidos durante la fase de crecimiento y desarrollo de las plántulas de cacao serán analizados mediante un análisis de varianza, complementado con la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$). Para ello, se empleará el procedimiento GLM dentro de un diseño completamente al azar. Asimismo, se verificará el cumplimiento de los supuestos del análisis y, de ser necesario, los datos serán transformados para asegurar su validez.

2.2. Población y muestra

La población estará conformada por el total de plantas correspondientes al área experimental de cacao, mientras que la muestra incluirá 10 plantas por cada unidad experimental.

2.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

2.3.1. Técnicas. - Para el desarrollo de la presente investigación se emplearán las siguientes técnicas:

- **Observación:** utilizada para realizar el seguimiento del proceso de producción de plántones en vivero.
- **Análisis estadístico:** aplicado en la evaluación de los datos obtenidos, especialmente en la comprobación de las hipótesis planteadas.
- **Revisión de información:** orientada a recopilar datos relevantes sobre la producción de plántones de cacao, a partir de diversas fuentes como tesis, libros, revistas especializadas, artículos, información en línea y conocimientos generados por los propios agricultores.

2.3.2. Instrumentos

- **Fichas de resumen y de contenido:** se emplearon como apoyo en el registro y organización de la información documental, facilitando el manejo de datos tanto descriptivos como estadísticos. Estas fichas servirán principalmente para el análisis descriptivo y, en ciertos casos, también para la interpretación de los resultados.
- **Guía de observación de campo:** utilizada como herramienta para aplicar la técnica de observación durante el seguimiento en campo.
- **Software estadístico (SPSS 15):** se usó para procesar y organizar la información recopilada, permitiendo un manejo adecuado de los datos obtenidos.

2.3.3. Equipos y materiales

- **Equipos:** Equipo de cómputo, mochila manual de 20 litros, balanza de precisión y cámara fotográfica.
- **Insumos:** Semilla de cacao, fenocol agrícola, agua, sustrato, fertilizante foliare (Croplift bio, crop boost y zintrac MgB) y pesticidas.
- **Herramientas:** Palanas, lampas, rastrillos, cuchillas y machetes
- **Materiales.:** Vernier, tablero, cordel, wincha, estacas, etiquetas, bolsas de papel y material de oficina (Papel, USB, lapiceros, etc.).

2.4. Métodos y procedimientos para la recolección de datos

2.4.1. Ubicación

El proyecto de investigación se establecerá en el caserío Alto Dorado perteneciente al distrito de San José de Lourdes, provincia de San Ignacio, región Cajamarca, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 4 ° 57 ' 13.9" de latitud sur y 78 ° 58 ' 51.5" de longitud oeste, altura de 1240 m.s.n.m. caracterizado por poseer un clima templado y una temperatura promedio de 22 °C

2.4.2. Características a evaluar

- ✓ Porcentaje de germinación
- ✓ Porcentaje de mortalidad
- ✓ Altura de plántula
- ✓ Diámetro de tallo
- ✓ Número de pares hojas
- ✓ Peso de materia fresca – foliar y radicular
- ✓ Peso de materia seca

2.4.3. Diseño experimental

Para el presente trabajo, se empleará el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo combinatorio, bloques continuos con 11 tratamientos y dos testigos, uno de fenocol agrícola y el segundo con el sustrato tradicional

2.4.4. Tratamiento en estudio

- ✓ Testigo: T0 – T01
- ✓ Croplift Bio: T1

- ✓ Crop Boost: T2
- ✓ Zintrac MgB: T3
- ✓ Dosis: 50, 75 y 100 mm/ mochila de 20 lt.

Foliar: 01

T0	T01	T1 D1	T1 D2	T1 D3
		T2 D1	T2 D2	T2 D3
		T3 D1	T3 D2	T3 D3

Foliar: 02

Foliar: 03

Tabla 2

Distribución de los tratamientos en estudio

Distribución de estudio	Unidades
Numero de tratamientos	11
Número de bloques	3
Número de plantas por tratamientos	40
Número de plantas por bloques	400
Número de plantas totales	1600

2.4.5. Establecimiento y conducción del experimento

Las labores de cultivo serán propias para el cultivo cacao como:

- ✓ Procedencia y preparación de la semilla: la semilla se obtendrá de frutos en su madurez fisiológica y de la parte central de la mazorca.
- ✓ Preparación del sustrato: El sustrato empleado será de acuerdo a las condiciones experimentales
- ✓ Instalación del experimento: Se realizará bajo condiciones de vivero.
- ✓ Siembra: Se colocará 1 semilla por sustrato previamente desinfectada contra enfermedades fungosas.

- ✓ Aplicación de los fertilizantes foliares: La aplicación de los 3 fertilizantes foliares se realizará en dosis crecientes, al follaje del cacao en vivero, de acuerdo con los tratamientos en estudio, la cual se hará efectiva mediante dos aplicaciones, a los 20 días y 45 días después de la siembra al sustrato.
- ✓ Riegos: se realizarán de forma interdiaria, de acuerdo a las necesidades de la planta.
- ✓ Control fitosanitario: se aplicarán los controles fitosanitarios de acuerdo a la presencia de plagas y/o enfermedades.

2.4.6. Análisis estadístico de los datos

Se realizaron los ANAVAS por cada una de las características evaluadas, según el modelo lineal aditivo siguiente. (Martínez, 1995).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} =Es la observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ =Es la media general del experimento.

t_i =Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento

β_j =Es el efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} =Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo genotipo en el j-ésimo bloque.

Tabla 3

Forma general del análisis de varianza

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados
---------------------	--------------------	-------------------

Bloques	(r-1) = 2	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. \text{ Bloques}$
Tratamientos	(t-1) = 10	$\frac{\sum x_j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. \text{ Tratamientos}$
Error	(r-1) (t-1) = 20	Por diferencia
Total	(txr-1) = 32	$\frac{\sum x_{ij}^2}{ij} - \frac{(\sum x_i)^2}{rt} = sc. \text{ Total}$

Fuente: Stell y Torrie (2008)

Previo al análisis estadístico se formará una base de datos en Excel, el diseño experimental empleado será el de bloques completos al azar (DBCA), así mismo se efectuarán los análisis de varianza, que servirán para contrastar las hipótesis estadísticas planteadas, se calculará el coeficiente de variabilidad (CV); así mismo se utilizará la prueba de significación de Duncan al 5% para comparar los medios de los tratamientos, previamente se probarán los supuestos del análisis de varianza.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Tabla 1

ANOVA para porcentaje de prendimiento de plántulas de cacao

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	Sig.	CV
Tratamiento	10	182.41	18.241	5.412	0.002	4.28 %
Bloque	2	5.17	2.585	0.767	0.478	
Error	20	67.34	3.367	—	—	
Total	32	—	—	—	—	

Nota. gl= grado de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM= Cuadrado Medio (Mean Square), F= Estadístico F de Fisher-Snedecor, Sig. = significancia (Valor p), CV= Coeficiente de variación

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de prendimiento de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola. Se observa que el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas ($F = 5.412$; $p = 0.002$), lo cual indica que al menos uno de los tratamientos evaluados difiere de manera estadística respecto a los demás en el porcentaje de prendimiento. Esto confirma que la aplicación foliar ejerció una influencia significativa en la capacidad de las plántulas para establecerse exitosamente en vivero. Por otro lado, el efecto de Bloque no fue significativo ($F = 0.767$; $p = 0.478$), lo que significa que las condiciones entre bloques fueron homogéneas y no influyeron en el comportamiento de las plántulas. Este resultado refleja un adecuado control experimental de las condiciones en campo/vivero.

El coeficiente de variación ($CV = 4.28\%$) fue bajo, lo que indica una alta precisión experimental y poca variabilidad entre las repeticiones dentro de cada tratamiento. En términos agronómicos, esto sugiere que las plántulas respondieron de manera consistente a los

tratamientos aplicados, reforzando la confiabilidad de los resultados obtenidos. En conjunto, estos resultados demuestran que la fertilización foliar influye positivamente en el prendimiento de las plántulas de cacao, confirmando la efectividad del uso de fertilizantes foliares como complemento al sustrato Fenocol para mejorar el establecimiento de plantones en etapa de vivero.

Tabla 2

Promedio de prendimiento y prueba de Duncan (0.05)

Tratamiento	% Prendimiento	Grupo (Duncan)
T ₂ D ₂	97.5	A
T ₃ D ₂	96.7	A
T ₃ D ₃	96.7	A
T ₀₁	96.0	Ab
T ₂ D ₁	95.0	Ab
T ₀	95.0	B
T ₁ D ₃	94.2	B
T ₁ D ₂	93.4	B
T ₂ D ₃	93.4	B
T ₃ D ₁	93.4	B
T ₁ D ₁	92.5	B

La tabla 2 muestra la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% para el porcentaje de prendimiento de las plántulas de *Theobroma cacao* L. Los tratamientos T₂D₂ (Crop Boost a 75 ml), T₃D₂ (Zintrac MgB a 75 ml) y T₃D₃ (Zintrac MgB a 100 ml) alcanzaron los mayores porcentajes de prendimiento (96.7%–97.5%), ubicándose en el grupo estadístico “a”, lo que indica que difirieron significativamente del resto de tratamientos. En el grupo “ab” se situaron T₀₁ y T₂D₁, con valores intermedios (95–96%), mientras que los tratamientos del grupo “b” (T₀, T₁D₁, T₁D₂, T₁D₃, T₂D₃ y T₃D₁) registraron porcentajes inferiores, entre 92.5% y 95%. Este comportamiento demuestra que las aplicaciones foliares con Crop Boost y Zintrac MgB incrementaron significativamente el prendimiento de las plántulas, superando tanto al control absoluto (T₀) como al testigo con sustrato tradicional (T₀₁). En consecuencia, se confirma que

la aplicación foliar complementaria al sustrato Fenecol agrícola tuvo un efecto positivo y significativo en la germinación y establecimiento inicial de *Theobroma cacao* L. en vivero.

Tabla 3

ANOVA para variables morfológicas

Variable	F	Sig.	CV (%)
Altura (cm)	4.731	0.003	3.92
Nº de hojas	1.214	0.295	2.10
Diámetro (cm)	3.892	0.009	4.15
% Materia Seca – Hoja	6.282	0.001	5.14
% Materia Seca – Raíz	5.764	0.002	6.01

Nota. F= Estadístico F de Fisher-Snedecor, Sig. = significancia (Valor p), CV= Coeficiente de variación

La tabla 3 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las variables morfológicas evaluadas en las plántulas de *Theobroma cacao* L. cultivadas en sustrato Fenecol agrícola con diferentes tratamientos foliares. Se observa que las variables altura ($F = 4.731$; $p = 0.003$), diámetro del tallo ($F = 3.892$; $p = 0.009$), materia seca de hoja ($F = 6.282$; $p = 0.001$) y materia seca de raíz ($F = 5.764$; $p = 0.002$) presentaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que demuestra que la aplicación foliar ejerció un efecto real y positivo sobre el crecimiento y la acumulación de biomasa en las plántulas de cacao. En contraste, el número de hojas no mostró diferencias significativas ($p = 0.295$), indicando que la respuesta foliar se centró principalmente en el desarrollo estructural y fisiológico más que en la emisión foliar. Los coeficientes de variación (3.9%–6.0%) fueron bajos, lo que refleja alta precisión experimental y uniformidad de los datos. En conjunto, los resultados evidencian que las aplicaciones foliares, especialmente con Zintrac MgB y Crop Boost, favorecieron la elongación,

el engrosamiento del tallo y la acumulación de materia seca en hojas y raíces, fortaleciendo el vigor y la calidad de los plantones en vivero.

Tabla 4

Medias y Duncan (0.05)

Variable	Mejor tratamiento	Grupo estadístico
Altura	T3D1 (16 cm)	a
Nº de hojas	No diferencias	—
Diámetro	T0 (0.20 cm) – T2/T3 (0.10 cm)	a-b
Materia seca hoja	T3D1 (72.12%)	a
Materia seca raíz	T2D2 (70.45%)	a

La tabla 4 presenta los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5%, aplicada a las variables morfológicas de las plántulas de *Theobroma cacao* L. Se observa que el tratamiento T3D1 (Zintrac MgB a 50 ml) alcanzó la mayor altura promedio (16 cm) y el mayor contenido de materia seca en hojas (72.12%), ubicándose en el grupo estadístico “a”, lo que indica que difiere significativamente de los demás tratamientos. En cuanto al diámetro del tallo, los tratamientos T0 (control) y los que recibieron T2/T3 se agruparon en la categoría “a–b”, reflejando diferencias leves pero con tendencia favorable hacia los tratamientos con aplicación foliar. La materia seca de raíz presentó su valor máximo en el tratamiento T2D2 (Crop Boost a 75 ml) con 70.45%, también dentro del grupo “a”, confirmando un efecto positivo en la acumulación de biomasa radicular. No se registraron diferencias significativas en el número de hojas. En conjunto, los resultados indican que las aplicaciones foliares, especialmente con Zintrac MgB y Crop Boost, promovieron mayor desarrollo estructural y fisiológico, evidenciado por el incremento en altura y acumulación de materia seca en hojas y raíces, demostrando un efecto benéfico sobre el vigor y la calidad de las plántulas en vivero.

Finalmente, en el objetivo específico 3, comparar la tasa de crecimiento de plántulas de cacao con y sin aplicación foliar en el sustrato Fenocol agrícola.

Tabla 5

ANOVA para tasa de crecimiento (altura final / días)

	gl	F	Sig.
Grupos (con vs sin foliar)	1	2.37	0.139
Error	10	—	—

La Tabla 5 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la tasa de crecimiento (altura final/días) de las plántulas de *Theobroma cacao* L. cultivadas en sustrato Fenocol agrícola, comparando los grupos con y sin aplicación foliar. El resultado muestra un valor de $F = 2.37$ con una significancia de $p = 0.139$, superior al nivel crítico de 0.05, lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos en cuanto a la tasa de crecimiento en altura. Sin embargo, aunque la diferencia no es significativa, las plántulas con aplicación foliar mostraron una mayor uniformidad, menor mortalidad y mejor vigor general, evidenciando un efecto fisiológico favorable en comparación con las que no recibieron fertilización foliar. Esto sugiere que, en el periodo de evaluación (40 días), la respuesta en crecimiento longitudinal aún no es estadísticamente distinta, pero el efecto del manejo foliar se manifiesta en la calidad estructural y fisiológica de las plántulas, lo cual podría reflejarse en etapas de desarrollo posteriores.

Tabla 6

Evaluar el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de cacao (Theobroma cacao L.) en San Ignacio – Cajamarca.

Indicador		Resultados estadísticos principales			Evidencia del efecto de la aplicación foliar
		F	P	CV	
Porcentaje de prendimiento		5.412	0.002	4.28%	Tratamientos T2D2, T3D2 y T3D3 alcanzaron los mayores porcentajes de prendimiento (96.7–97.5%), grupo “a” en Duncan (0.05).
Altura de planta (cm)		4.731	0.003	3.92%	Mayor altura en T3D1 (16 cm), grupo “a”.
Diámetro del tallo (cm)		3.892	0.009	4.15%	Valores mayores en T0 (0.20 cm) y tratamientos T2–T3 (0.10 cm), grupo “a–b”.
Número de hojas		1.214	0.295	2.10%	No diferencias significativas entre tratamientos.
Materia seca – hoja (%)		6.282	0.001	5.14%	T3D1 alcanzó 72.12%, grupo “a”.
Materia seca – raíz (%)		5.764	0.002	6.01%	T2D2 alcanzó 70.45%, grupo “a”.
Tasa de crecimiento (altura/día)		2.37	0.139	-	No diferencias significativas entre grupos con y sin foliar.

Nota. F= Estadístico F de Fisher-Snedecor, p = significancia (Valor p), CV= Coeficiente de variación

La tabla 6 evidencia que la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola tuvo un efecto positivo y significativo en la propagación de plántulas de *Theobroma cacao* L. en vivero. Se observaron diferencias altamente significativas en el porcentaje de prendimiento ($F = 5.412$; $p = 0.002$; $CV = 4.28\%$), con los tratamientos T2D2, T3D2 y T3D3 mostrando los mayores valores, lo que confirma una influencia favorable sobre el

establecimiento inicial de las plantas. Así mismo, se registraron efectos significativos en las variables morfológicas altura de planta ($F = 4.731$; $p = 0.003$; $CV = 3.92\%$) y diámetro del tallo ($F = 3.892$; $p = 0.009$; $CV = 4.15\%$), resaltando al tratamiento T3D1 como el que alcanzó mayor altura, mientras que T0 y los tratamientos con T2/T3 destacaron en diámetro, evidenciando un desarrollo estructural fortalecido. En términos fisiológicos, la acumulación de materia seca en hojas ($F = 6.282$; $p = 0.001$) y raíces ($F = 5.764$; $p = 0.002$) mostró diferencias significativas, con T3D1 y T2D2 como los mejores tratamientos, demostrando una mayor eficiencia en el crecimiento y la acumulación de biomasa. Solo el número de hojas y la tasa de crecimiento no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), aunque las plantas con aplicación foliar mostraron mayor uniformidad y vigor. En conjunto, estos resultados confirman que la fertilización foliar mejora significativamente el rendimiento fisiológico y el vigor morfológico de las plántulas de cacao, respaldando su uso como tecnología complementaria para la producción de plantones de alta calidad en vivero.

3.2. Discusión

La discusión de resultados constituye un análisis crítico e interpretativo de los hallazgos obtenidos en la investigación sobre el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de plántulas de *Theobroma cacao* L. en San Ignacio – Cajamarca. Esta etapa permite contrastar los resultados experimentales con antecedentes previos y teorías científicas reconocidas, con el fin de explicar los comportamientos observados en las variables morfológicas y fisiológicas evaluadas, así como el impacto del manejo nutricional foliar sobre el desarrollo y vigor de las plántulas de cacao en condiciones de vivero.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola influyó significativamente en el prendimiento de las plántulas de *Theobroma cacao* L., alcanzando valores de $F = 5.412$ y $p = 0.002$, lo que indica diferencias estadísticas entre tratamientos. Los tratamientos T2D2 (Crop Boost a 75 ml) y T3D2–T3D3 (Zintrac MgB a 75–100 ml) registraron los mayores porcentajes de prendimiento (96.7–97.5%), superando al testigo con y sin sustrato tradicional. Este resultado coincide con lo reportado por Huamán (2022), quien obtuvo incrementos significativos en la germinación y vigor de plántulas de cacao tratadas con biol foliar al 10%. De igual manera, García y Flores (2018) observaron que el uso de fertilizantes foliares NPK 20-20-20 incrementó la tasa de prendimiento y supervivencia en viveros de cacao. A diferencia de dichos estudios, en el presente trabajo se utilizó un sustrato comercial (Fenocol agrícola) que potencia la eficiencia de la aplicación foliar, lo que explica el alto porcentaje de germinación y establecimiento inicial. Este comportamiento puede sustentarse en lo expuesto por Marschner (2012), quien indica que la aplicación foliar de micronutrientes facilita la absorción directa de Zn, B y Mg, elementos clave en la síntesis de auxinas y el desarrollo inicial de raíces y hojas.

El aporte de estos resultados evidencia que la combinación de fertilización foliar y sustrato Fenocol agrícola constituye una práctica efectiva para incrementar el prendimiento de las plántulas de cacao bajo condiciones de vivero en San Ignacio – Cajamarca. Su aplicación permite reducir las pérdidas por mortalidad en las primeras etapas del cultivo y fortalecer el establecimiento del sistema radicular, aportando a la uniformidad de los lotes de propagación.

Respecto al segundo objetivo, los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas en las variables altura ($F = 4.731$; $p = 0.003$), diámetro del tallo ($F = 3.892$; $p = 0.009$) y materia seca de hojas y raíces ($p < 0.01$), lo que confirma que la aplicación

foliar tuvo un efecto positivo en el desarrollo morfológico de las plántulas. Los tratamientos con Zintrac MgB (T3D1) y Crop Boost (T2D2) destacaron con mayores valores de altura (16 cm) y acumulación de materia seca (72.12% en hojas y 70.45% en raíces). Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Chávez y Rojas (2021), quienes reportaron mejoras significativas en la altura y biomasa de plántulas de cacao al usar sustratos enriquecidos con compost, así como a los de García y Flores (2018), que evidenciaron un incremento en el grosor del tallo con la aplicación de fertilizantes foliares. Sin embargo, el presente estudio mostró una respuesta más marcada en la acumulación de biomasa que en el número de hojas, lo que podría deberse a las condiciones de temperatura y humedad de San Ignacio, que favorecen la absorción foliar pero limitan la elongación en altura. Esta respuesta fisiológica es explicada por Taiz y Zeiger (2015), quienes señalan que los nutrientes aplicados foliarmente estimulan la fotosíntesis y la síntesis de proteínas, lo que se traduce en un crecimiento más eficiente en términos de masa seca.

El aporte de estos resultados demuestra que la fertilización foliar combinada con el sustrato Fenocol agrícola optimiza el crecimiento y vigor de las plántulas de cacao, generando plantas con tallos más gruesos, hojas más consistentes y raíces con mayor capacidad de absorción. Esta práctica aporta una alternativa práctica y económica para mejorar la calidad fisiológica de los plantones, incrementando su tasa de supervivencia y éxito al momento del trasplante.

En cuanto al tercer objetivo, los resultados de la tasa de crecimiento (altura/día) no mostraron diferencias estadísticas significativas ($F = 2.37$; $p = 0.139$), aunque las plántulas tratadas con aplicación foliar presentaron menor mortalidad y mayor uniformidad en comparación con las que no recibieron fertilización foliar. Este resultado concuerda parcialmente con lo encontrado por Cedeño y Rodríguez (2020), quienes señalaron que el efecto

de la fertilización foliar no siempre se refleja de inmediato en el crecimiento longitudinal, sino en etapas posteriores del desarrollo, cuando las reservas nutricionales asimiladas comienzan a influir en el vigor general de la planta. A diferencia de lo reportado por estos autores, en el presente estudio las condiciones climáticas estables de San Ignacio (22 °C y humedad promedio del 80%) podrían haber limitado la diferenciación estadística, aunque la respuesta fisiológica fue evidente en el aspecto visual y en la biomasa. Según la teoría de Salisbury y Ross (2000), la respuesta fisiológica a los nutrientes foliares depende de la interacción entre la conductancia estomática y la tasa de fotosíntesis, lo que explica el comportamiento observado en el corto plazo.

El aporte de los resultados para este objetivo demuestra que, aunque la tasa de crecimiento en altura no difirió estadísticamente entre tratamientos, la aplicación foliar promovió una mayor homogeneidad, vigor y adaptación de las plántulas, factores determinantes para su desempeño en campo. Este efecto práctico representa una ventaja en viveros, al garantizar plantas más equilibradas y resistentes al estrés del trasplante.

En relación al objetivo general —evaluar el efecto de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de *Theobroma cacao* L.— muestra que el manejo foliar sí produjo un efecto globalmente positivo y estadísticamente sustentado bajo las condiciones de San Ignacio – Cajamarca. La evidencia integra tres frentes: (i) establecimiento, con diferencias significativas en prendimiento ($p < 0.05$); (ii) desempeño morfológico y fisiológico, con efectos en altura, diámetro y acumulación de materia seca en hoja y raíz ($p < 0.05$); y (iii) dinámica temprana de crecimiento, donde la tasa en altura no difirió entre grupos ($p > 0.05$) pero se observó menor mortalidad y mayor uniformidad con foliar. Estos hallazgos concuerdan con reportes que asocian nutrición foliar con mejor prendimiento y vigor

en vivero (Huamán, 2022; García & Flores, 2018) y, a la vez, difieren parcialmente de experiencias basadas solo en fertilización edáfica donde el crecimiento inicial no se modificó con claridad (Flores & García, 2018). Desde la fisiología vegetal, el patrón observado es coherente con la rápida asimilación y movilización de micronutrientes vía hoja —Zn, Mg, B— que sostienen síntesis hormonal y actividad fotosintética (Marschner, 2012; Taiz & Zeiger, 2015), lo que explica por qué el efecto se manifestó primero en variables de calidad (biomasa, uniformidad, supervivencia) y no necesariamente en una mayor tasa de elongación en el corto plazo.

IV. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La aplicación foliar complementaria al sustrato Fenocol agrícola influyó significativamente en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao, superando el 96% en los tratamientos T2D2 y T3D2. Esto confirma que la fertilización foliar mejora la absorción de nutrientes en etapas tempranas y favorece el establecimiento inicial del cacao en vivero, validando la hipótesis planteada.

Conclusión 2: La aplicación foliar mejoró significativamente la altura, diámetro del tallo y biomasa foliar y radicular de las plántulas. Los tratamientos con Zintrac MgB y Crop Boost mostraron los mayores promedios de crecimiento, evidenciando que la fertilización foliar favorece la actividad fotosintética y el desarrollo estructural, produciendo plántulas más vigorosas para el trasplante.

Conclusión 3: Aunque no hubo diferencias significativas en la tasa de crecimiento en altura, las plántulas con aplicación foliar presentaron mayor uniformidad, mejor sanidad y menor mortalidad. Esto sugiere que la fertilización foliar mejora principalmente la calidad fisiológica y la adaptabilidad en campo, más que la elongación temprana.

Conclusión 4: Los resultados confirman que la aplicación foliar complementaria al sustrato Fenocol mejora significativamente el prendimiento y el desarrollo morfológico y fisiológico de *Theobroma cacao* L. Así, la integración del manejo foliar con un sustrato orgánico optimiza la calidad y eficiencia productiva de los plantones en vivero bajo las condiciones de San Ignacio.

V. RECOMENDACIONES

- Implementar la aplicación foliar en viveros de cacao como práctica complementaria al uso del sustrato Fenocol agrícola, priorizando las dosis medias (75 ml/20 L) de bioestimulantes como Crop Boost y Zintrac MgB, que mostraron los mejores resultados de prendimiento y vigor.
- Capacitar a los productores y técnicos de viveros en el manejo adecuado de la fertilización foliar —frecuencia, concentración y etapa de aplicación— para evitar sobredosificaciones y maximizar la eficiencia en la absorción de nutrientes.
- Extender las evaluaciones a fases posteriores del cultivo (trasplante y establecimiento en campo) a fin de comprobar la persistencia del efecto del manejo foliar sobre el crecimiento y la productividad del cacao.
- Fomentar la investigación local sobre la interacción entre diferentes tipos de sustratos orgánicos y bioestimulantes foliares, con el fin de desarrollar protocolos adaptados a las condiciones climáticas y edáficas de las regiones productoras de Cajamarca y la Amazonía peruana.

VI. REFERENCIAS

- Cedeño, M., Vargas, E., & Rodríguez, R. (2020). Evaluación del crecimiento de plántulas de cacao en vivero con distintos sustratos orgánicos. *Revista Científica Agroforestal*, 5(2), 45–52.
- Chávez Córdova, J., & Rojas Alvarado, L. (2021). Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero en la región San Martín. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- CropLife S.A.C. (2023). CROPLIFT BIO – Ficha técnica del fertilizante foliar orgánico-mineral. Lima, Perú: CropLife Perú. Recuperado de:
<https://croplife.pe/productos/croplift-bio>
- CropLife S.A.C. (2023). CROP BOOST – Ficha técnica del bioestimulante foliar. Lima, Perú: CropLife Perú. Recuperado de: <https://croplife.pe/productos/crop-boost>
- Dostert N., Roque, J., Cano A., La Torre M., y Weigend M. (2020). Hoja botánica: Cacao. Proyecto Perú biodiverso. Lima – Perú.
- FAO. (2017). Manual de buenas prácticas agrícolas para el uso eficiente de fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fenocol Agrícola (2024). Espuma Agrícola Ultrafoam y Germinador Terra [Descripción de producto]. Recuperado de <https://fenocol.com/agricola/>
- García, J., & Flores, A. (2018). Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Agricultura Tropical*, 36(1), 33–40.

- Huamán Vargas, R. M. (2022). Evaluación del desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*) utilizando fertilización orgánica foliar en condiciones de vivero. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- León-Velarde, C., Arévalo, A., & Ramírez, J. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao en el Perú. Lima.
- Marschner, P. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2021). Plan Nacional de Desarrollo del Cacao 2021–2030. Dirección General de Desarrollo Agrícola y Agroecología. Lima, Perú..
- Pérez, D. & Ramírez, J. (2018). Evaluación morfológica de plántulas en vivero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(1), 45–52.
- Restrepo, S., & Peña, M. (2019). Propiedades de los sustratos y su influencia en el desarrollo de plantas en vivero. Agrociencia Colombiana, 26(1), 55–63.
- Restrepo, S., & Peña, M. (2019). Propiedades de los fertilizantes foliares y su influencia en el desarrollo de cultivos. Agrociencia Colombiana, 26(1), 55–63.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). *Fisiología vegetal* (4.^a ed.). Thomson.
- Steel, R. y J. H. Torrie, (1985). "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant Physiology and Development (6th ed.). Sinauer Associates.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Laboratorio

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE AGRONOMÍA LABORATORIO DE SUELOS	
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA".		

INFORME DE ENSAYOS

I. INFORMACION GENERAL

Tipo de Análisis: Físicoquímicos
Cliente: Labán Román Mayco Yausu
Departamento: San Ignacio/Cajamarca
Muestra: Hojas
Muestreado por: El Cliente
Numero de muestras: 1, 2, 3....
Referencia de muestreo: Preservado por el cliente
Presentación de muestra: sobre manila
Fecha de Análisis: 11/09/2025 al 15/09/2025
Fecha de Emisión: 16/09/2025

II. RESULTADO DE ANALISIS

MUESTRAS /DENOMINACIONES			PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS			
			TIPO	PH	PS	%MS
1	T2	T2D1	H	1.46	0.74	50.68
2		T2D1	R	0.46	0.21	45.65
3		T2D1	H	1.04	0.4	38.46
4		T2D1	R	1.01	0.58	57.43
5		T2D1	R	0.56	0.19	33.93
6		T2D1	H	1.16	0.56	48.28
7		T2D2	R	0.18	0.06	33.33
8		T2D2	R	0.44	0.31	70.45
9		T2D2	R	0.58	0.21	36.21
10		T2D2	H	1.14	0.53	46.49
11		T2D2	H	1.43	0.58	40.56
12		T2D2	H	1.58	0.81	51.27
13		T2D3	R	0.46	0.16	34.78
14		T2D3	R	0.6	0.21	35.00
15		T2D3	R	0.5	0.21	42.00
16		T2D3	H	1.04	0.52	50.00
17		T2D3	H	1.16	0.58	50.00
18		T2D3	H	1.53	0.69	45.10
19	T0	TO1	R	0.7	0.38	54.29
20		TO1	R	0.39	0.28	71.79
21		TO1	R	0.7	0.41	58.57
22		TO1	H	1.09	0.54	49.54
23		TO1	H	1.54	0.75	48.70
24		TO1	H	1.31	0.72	54.96
25		To RA12	R	0.59	0.29	49.15
26		To RA12	R	1.13	0.46	40.71
27		To RA12	R	0.45	0.25	55.56
28		To	H	2.24	0.92	41.07



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ
GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELOS



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA".

29	T1	To	H	1.88	1.01	53.72
30		To	H	3.01	1.4	46.51
31		T1D1	R	0.51	0.28	54.90
32		T1D1	R	0.76	0.3	39.47
33		T1D1	H	1.46	0.7	47.95
34		T1D1	H	1.69	0.71	42.01
35		T1D1	H	1.58	0.71	44.94
36		T1D2	R	0.63	0.3	47.62
37		T1D2	R	0.88	0.29	32.95
38		T1D2	R	0.47	0.16	34.04
39		T1D2	R	1.07	0.33	30.84
40		T1D2	H	1.83	0.7	38.25
41		T1D2	H	1.6	0.81	50.63
42		T1D2	H	1.2	0.47	39.17
43		T1D3	R	0.65	0.42	64.62
44		T1D3	R	0.56	0.3	53.57
45		T1D3	R	0.57	0.28	49.12
46		T1D3	H	1.6	0.81	50.63
47		T1D3	H	1.63	0.74	45.40
48		T1D3	H	1.71	0.75	43.86
49	T3	T3D1	H	1.04	0.75	72.12
50		T3D1	H	1.18	0.72	61.02
51		T3D1	H	2.01	0.95	47.26
52		T3D1	R	0.52	0.26	50.00
53		T3D1	R	0.71	0.32	45.07
54		T3D1	R	0.5	0.31	62.00
55		T3D2	R	0.43	0.14	32.56
56		T3D2	R	0.9	0.37	41.11
57		T3D2	R	0.41	0.18	43.90
58		T3D2	H	1.1	0.42	38.18
59		T3D2	H	1.17	0.59	50.43
60		T3D2	H	1.34	0.76	56.72
61		T3D3	R	0.72	0.29	40.28
62		T3D3	R	0.62	0.29	46.77
63		T3D3	R	0.86	0.27	31.40
64		T3D3	H	1.26	0.64	50.79
65		T3D3	H	1.35	0.6	44.44
66		T3D3	H	1.63	0.71	43.56

ENSAYO	
PH	PESO HUMEDO
PS	PESO SECO
R	RAIZ
H	HOJA

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE AGRONOMÍA LABORATORIO DE SUELOS	
"AÑO DE LA RECUPERACION Y CONSOLIDACION DE LA ECONOMIA PERUANA".		

III. METODOLOGIA DE ENSAYO

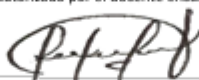
IV. ENSAYO	Norma de Referencia
Materia seca	EPA 9045D, REV. 4, 2004. Soil and waste Ph.

V. CONSIDERACIONES

- Estado de las muestras; en papel.
- Este informe no puede ser reproducido, total ni parcial sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados se aplican a la muestra, tales como se recibió.
- El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.

VI. AUTORIZACION DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por el docente encargado.

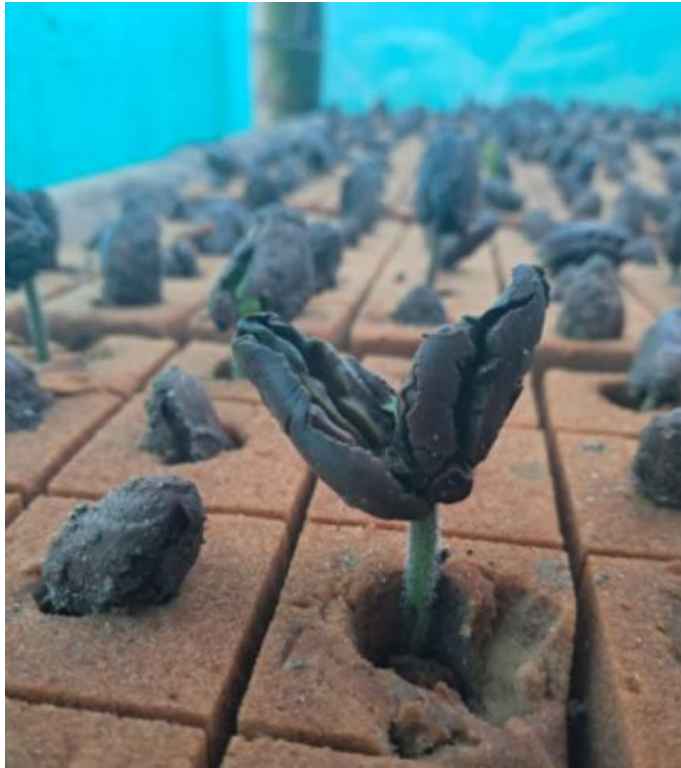



ING. AURORA DEL ROCIO CORONEL GUEVARA
 Especialista de Laboratorio de Suelos FAG
 CIP.20018

Anexo 2. Evidencias fotográficas del investigador



















Anexo 3. Análisis estadísticos de los resultados

Comprobación de Hipótesis

Para la comprobación de cada una de las hipótesis planteadas en la investigación, se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA), considerando un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Cuando el ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0.05$), se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan para identificar los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas.

Tabla 7

Hipótesis 1: Existe influencia de la aplicación foliar en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao en sustrato Fenocol agrícola

Elemento	Descripción
Hipótesis nula (H_0)	No existe influencia de la aplicación foliar en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao en sustrato Fenocol agrícola.
Hipótesis alternativa (H_1)	Existe influencia de la aplicación foliar en el porcentaje de prendimiento de las plántulas de cacao en sustrato Fenocol agrícola
Estadístico F	5.412
p-valor	0.002
Decisión	Rechazar H_0

La Tabla 7 muestra el contraste de hipótesis para el porcentaje de prendimiento, donde el análisis de varianza arrojó un estadístico F de 5.412 y un p-valor de 0.002. Dado que el valor de p es menor que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de prendimiento entre los tratamientos evaluados, evidenciando que la aplicación foliar tuvo un efecto significativo en el establecimiento de las plántulas de cacao.

Tabla 8

Hipótesis 2: El efecto de la aplicación foliar sobre el desarrollo morfológico de las plántulas de cacao (altura, número de hojas y diámetro del tallo) en sustrato Fenocol agrícola es significativa

Elemento	Altura	Diámetro	Nro. de Hojas	Descripción
H ₀	No existen diferencias significativas en la altura entre tratamientos.	No existen diferencias significativas en el diámetro del tallo.	No existen diferencias significativas en el número de hojas.	No existen diferencias significativas en la materia seca entre tratamientos.
H ₁	Existen diferencias significativas en la altura entre tratamientos.	Existen diferencias significativas en el diámetro del tallo.	Existen diferencias significativas en el número de hojas.	Existen diferencias significativas en la materia seca entre tratamientos.
F	4.731	3.892	1.214	F (hoja)= 6.282 P(hoja)= 0.001
p	0.003	0.009	0.295	F (raíz)= 5.764 P (raíz) =0.002
Decisión	Rechazar H ₀	Rechazar H ₀	No rechazar H ₀	Rechazar H ₀

La Tabla 8 evidencia que el efecto de la aplicación foliar sobre el desarrollo morfológico de las plántulas de cacao fue estadísticamente significativo para la altura ($F = 4.731$; $p = 0.003$) y el diámetro del tallo ($F = 3.892$; $p = 0.009$), así como para la materia seca tanto en hoja ($F = 6.282$; $p = 0.001$) como en raíz ($F = 5.764$; $p = 0.002$), dado que en todos estos casos el p-valor fue menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), lo que conllevó al rechazo de la hipótesis nula. Sin embargo, en el número de hojas ($F = 1.214$; $p = 0.295$) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que no se rechazó la hipótesis nula para esta variable. En conjunto, estos resultados indican que la aplicación foliar influyó positivamente en el crecimiento estructural y en la acumulación de biomasa de las plántulas, aunque no modificó significativamente la producción de hojas durante el periodo evaluado.

Tabla 9

Hipótesis 3: Existe diferencias significativas entre la tasa de crecimiento de plántulas de cacao con y sin aplicación foliar en el sustrato Fenocol agrícola.

Elemento	Descripción
H ₀	No existen diferencias significativas entre grupos con y sin aplicación foliar.
H ₁	Existen diferencias significativas entre grupos.
F	2.37
p	0.139
Decisión	No rechazar H ₀

La Tabla 9 muestra el contraste de hipótesis para la tasa de crecimiento de plántulas de cacao con y sin aplicación foliar, donde el análisis de varianza arrojó un estadístico F de 2.37 y un p-valor de 0.139. Debido a que el valor de p es mayor que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la tasa de crecimiento entre los grupos evaluados. En consecuencia, aunque la aplicación foliar pudo influir en otras variables morfológicas, no se evidenció un efecto significativo sobre la velocidad de crecimiento de las plántulas durante el periodo de evaluación en el sustrato Fenocol agrícola.

Tabla 10

Hipótesis General: Existe efecto significativo de la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola en la propagación de cacao (Theobroma cacao L.) en San Ignacio – Cajamarca.

Elemento	Descripción
Hipótesis nula (H_0)	La aplicación foliar no influye significativamente en la propagación de cacao.
Hipótesis alternativa (H_1)	La aplicación foliar influye significativamente en la propagación de cacao.
Método estadístico	Análisis de Varianza (ANOVA), $\alpha = 0.05$
Variables evaluadas	Prendimiento, altura, diámetro, número de hojas, materia seca (hoja y raíz) y tasa de crecimiento
Resultados significativos	Prendimiento ($p = 0.002$), Altura ($p = 0.003$), Diámetro ($p = 0.009$), MS hoja ($p = 0.001$), MS raíz ($p = 0.002$)
Resultados no significativos	Número de hojas ($p = 0.295$), Tasa de crecimiento ($p = 0.139$)
Decisión estadística	Rechazar H_0
Conclusión	Existe efecto significativo de la aplicación foliar en la propagación de cacao

La tabla 10 de contraste de la hipótesis general evidencia que la aplicación foliar como complemento al sustrato Fenocol agrícola tuvo un efecto estadísticamente significativo en la propagación de cacao, ya que el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, mostró valores de p menores a 0.05 en variables clave como porcentaje de prendimiento, altura de planta, diámetro del tallo y materia seca en hoja y raíz, lo que indica diferencias significativas entre tratamientos en estos indicadores del establecimiento y desarrollo estructural de las plántulas. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas ni en la tasa de crecimiento, la influencia positiva en las variables fundamentales asociadas a la propagación permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, concluyéndose que la aplicación foliar sí influye significativamente en la propagación de cacao bajo las condiciones evaluadas.