



Universidad  
Nacional  
Francisco Luis  
Espinoza Pineda

**Tesis para optar al título de  
Ingeniero Agropecuario**

**Efectividad de foliar orgánico a base de mieles del  
desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea  
arábica*) etapa de vivero, Santa Isabell 2025**

**Autor(a)**

Javiera José Pineda Pineda

**Tutor(es)**

M.Sc. Ligia Leonor Muñoz Flores

M.Sc. María Alicia González Casco

**Estelí, Nicaragua  
Diciembre, 2025**



Universidad  
Nacional  
Francisco Luis  
Espinoza Pineda

**Tesis para optar al título de  
Ingeniero Agropecuario**

**Efectividad de foliar orgánico a base de mieles del  
desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea arábica*)  
etapa de vivero, Santa Isabell 2025**

**Autora**

Javiera José Pineda Pineda

**Tutor(es)**

M.Sc. Ligia Leonor Muñoz Flores

M.Sc. María Alicia González Casco

Presentado a la consideración del Honorable Comité  
Evaluador como requisito de culminación de estudio

**Estelí, Nicaragua  
Diciembre, 2025**

## Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agropecuarias como requisito final para optar al título profesional de:

**Ingeniero Agropecuario**

---

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Byron Uriel Rojas Valverde  
Presidente

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo  
Secretario

Ing. Sara del Carmen Pérez Torrez  
Vocal

Lugar y Fecha: Estelí, Nicaragua, 02 de diciembre 2025

## **DEDICATORIA**

A Dios, ya que me conduce por el mejor de los caminos. Me ha hecho resiliente y me ayuda a enfrentar cada uno de los desafíos que me ha puesto la vida y jamás me deja decaer.

A mis padres, este logro no es sólo es mío, es de ustedes. Hoy soy el reflejo de su trabajo y dedicación. Día con día trabajan para darme lo necesario, incluso me han dado más de lo que he necesitado, les doy las gracias por tanto y les dedico uno de mis primeros logros. Gracias papá, por enseñarme a trabajar honradamente, de sol a sol. Todos sus sacrificios hoy tienen recompensa. Y a mi madre, quien me ha educado y me ha enseñado el valor de la humildad, gran parte de lo que soy es gracias a usted.

A mi hermana Sherlyng, me cuidaste desde que era una niña, incluso me enseñaste a caminar. Siempre vas al lado mío en cada logro, puedo decir que sos mi ejemplo a seguir y espero estés conmigo para toda la vida. A mis hermanas Magda y Cris, este logro también es de ustedes, gracias por su apoyo y amor incondicional.

A mis dos sobrinitos, quienes son la razón de mi alegría.

A mi abuelo paterno, aunque ya no está presente físicamente, pero siempre lo llevaré en mi corazón. Sus palabras de motivación las recordaré siempre y es por ello que hoy sigo aquí.

A mi asesora de tesis y tutora de tesis, gracias por todo el apoyo incondicional que me han brindado, sin duda alguna no me equivoqué al elegir personas tan maravillosas como lo son ustedes.

Desde lo más profundo y sincero de mi corazón. Con amor les dedico este logro.

***Javiera José Pineda Pineda***

## **AGRADECIMIENTO**

Los desvelos, desafíos y circunstancias me han hecho perseverante y por ello he podido llegar hasta aquí. Esta investigación refleja mi gran esfuerzo y quiero darle las gracias a quienes han estado presentes a lo largo de esta trayectoria.

A Dios, por ser mi guía en cada uno de mis pasos. Gracias por darme el don de la sabiduría, perseverancia e inteligencia. Por mantenerme constante en los momentos de dificultad.

Le doy las gracias a mi tutora de tesis. M.Sc. Ligia Leonor Muñoz Flores. Quien ha estado desde el principio de esta investigación apoyándome, gracias por brindarme su tiempo y compartir su conocimiento. Nada hubiese sido posible sin su gran apoyo.

A mi asesora. M.Sc. María Alicia González Casco. Gracias por compartir conmigo su conocimiento, por apoyarme cada que he necesitado de usted. Sus palabras de motivación las llevaré conmigo por siempre. Todo ha sido posible por el apoyo que me ha brindado.

Agradezco a M.Sc. Juan Octavio Meneses Córdoba por su valioso apoyo y orientación, su guía fue fundamental para la redacción final de esta investigación.

Agradezco a mis padres, quienes me han dado todo, incluso cuando ellos no han tenido nada. Gracias por apoyarme en mis estudios académicos, por darme todas las herramientas necesarias para llegar donde estoy hoy en día.

A mis hermanas, quienes son mis compañeras de vida y mejores amigas. Gracias por cada palabra de aliento, por estar para mí. Este logro no solo es mío, es de ustedes.

A mi prima, quien me acompañó desde el principio de la carrera y jamás me dejó sola, hoy te doy las gracias por estar siempre para mí.

Y por su amistad incondicional, a Jasser Palacios, gracias por estar a mi lado, tu ayuda y motivación me han sostenido en momentos difíciles.

Este gran logro es de todos ustedes, por su ayuda inigualable y por su gran amor infinito.

*Javiera José Pineda Pineda*

# ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Objetivos (General y específicos) .....	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Limitaciones .....	5
1.6. Hipótesis .....	6
1.7. Variables.....	6
1.8. Supuestos básicos.....	6
1.9. Contexto de la investigación .....	7
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Generalidades del café .....	8
2.2. Morfología .....	9
2.3. Fenología del cultivo.....	10
2.4. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo del café .....	11
2.5. El semillero o germinador.....	12
2.6. Proceso de elaboración.....	15
2.7. Mucílago de café .....	16
2.8. Fertilización.....	17
2.9. Fertilizantes orgánicos .....	18
2.10. Dosis de aplicación de fertilizantes en viveros .....	19
2.11. Fertilizante foliar en vivero .....	20
2.12. Requerimientos nutricionales de las plántulas de café en etapa de vivero ....	20
2.13. Viveros .....	21

2.14.	Manejo del vivero .....	22
2.15.	Labores culturales en el vivero de café.....	24
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1.	Ubicación geográfica .....	28
3.2.	Tipo de paradigma .....	28
3.3.	Enfoque de la investigación .....	28
3.4.	Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance).....	28
3.5.	Según nivel de amplitud: transversal o longitudinal.....	29
3.6.	Descripción de la unidad de análisis experimental.....	29
3.7.	Definición de variables con su operacionalización: .....	30
3.8.	Diseños experimentales .....	32
3.9.	Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos .....	37
3.10.	Validez o confiabilidad de los instrumentos.....	37
3.11.	Procesamiento y análisis de datos .....	38
3.12.	Consideraciones éticas de la investigación .....	39
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
4.1.	Propiedades físico químicas del fertilizante foliar orgánico.....	40
4.2.	Calidad de Plántulas de (Coffea arábica) etapa de vivero ante la aplicación de fertilizante foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café .....	43
4.3.	Relación beneficio-Costo económico.....	50
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>54</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tratamientos evaluados en la investigación.....	32
<b>Tabla 2.</b> Propiedades físicas del fertilizante foliar.....	40
<b>Tabla 3.</b> Propiedades químicas del fertilizante foliar.....	41
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Kruskal Wallis para el Índice relación Tallo-Raíz.....	48
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Kruskal Wallis para el Índice de calidad de Dickson.....	49
<b>Tabla 6.</b> Costo de los tratamientos en estudio.....	50
<b>Tabla 7.</b> Relación Beneficio Costo de los tratamientos en estudio .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Flujo de proceso del foliar orgánico</i> .....	34
<b>Figura 2.</b> <i>Número de hojas de las plántulas en vivero por cada tratamiento</i> .....	43
<b>Figura 3.</b> <i>Altura de las plántulas alcanzada en la etapa de vivero</i> .....	44
<b>Figura 4.</b> <i>Crecimiento del diámetro del tallo alcanzado en plántulas de (Coffea arábica)</i> .....	46
<b>Figura 5.</b> <i>Prueba Tukey para el índice de esbeltez</i> .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Ubicación geografica del estudio .....	59
<b>Anexo 2.</b> Tabla. Diseño Completo al Azar. ....	60
<b>Anexo 3.</b> Hoja de campo respecto a flujo de proceso del foliar.....	60
<b>Anexo 4.</b> Hoja de campo respecto a variable (Propiedades físico químicas del fertilizante) ...	61
<b>Anexo 5.</b> Hoja de campo respecto a variable (calidad de las plántulas) .....	62
<b>Anexo 6.</b> Procesos realizados para la obtención del foliar orgánico a base del desmucilaginado artesanal del café .....	63
<b>Anexo 7.</b> Análisis laboratorial paramétrico de foliar orgánico .....	64
<b>Anexo 8.</b> Establecimiento de semillero de café .....	65
<b>Anexo 9.</b> Manejo de vivero del vivero .....	66
<b>Anexo 10.</b> Establecimiento del rotulado y aplicaciones de los tratamientos de la investigación .....	67
<b>Anexo 11.</b> Recolección de los indicadores presentes en la investigación .....	68
<b>Anexo 12.</b> Toma de datos de las variables estudiadas en la investigación.....	69
<b>Anexo 13.</b> Costos de los tratamientos estudiados .....	70
<b>Anexo 14.</b> Análisis estadísticos.....	70

## RESUMEN

La producción de plántulas vigorosas de café (*Coffea arabica*) en el vivero, es la base de su establecimiento en campo, la presente investigación se desarrolló en Santa Isabell, San Rafael del Norte, Jinotega. Con el objetivo de evaluar la efectividad de un foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea arabica*) en etapa de vivero. Para ello, se diseñó un (DCA), con tres tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones (T1: 8 cc/L de agua, T2: 13 cc/L de agua, T3:16 cc/L de agua), y un testigo sin aplicación. Se evaluaron variables de crecimiento vegetativo, variables de índice de calidad de plántulas, como el índice de esbeltez, índice tallo-raíz y el índice de calidad de Dickson. Para el análisis de los resultados se diseñó una base de datos en Microsoft Excel, luego, se procedió al análisis en el Software estadístico InfoStat 2020 versión estudiantil. Los resultados indican un efecto significativo del foliar orgánico sobre el crecimiento de las plántulas de café. Los tratamientos con dosis más alta presentaron una mayor altura de las plántulas y emitieron mayor cantidad de hojas. Este incremento en el crecimiento vegetativo, mejoró los índices de calidad de las plántulas presentando en el índice de relación tallo- raíz de 1.00 establecido, por lo que la biomasa área es igual a la radicular y se traduce en plántulas con mayor calidad, con respecto al índice de calidad de Dickson es 0.38 (calidad media) según los rangos propuestos para esta variable. Con estos resultados, se convierte al foliar orgánico a base del desmucilaginado del café en un factor clave que influye positivamente en la calidad de las plántulas promoviendo su desarrollo vegetativo, siendo un producto amigable con el medio ambiente, además de ser viable económicamente al reducir costos de inversión para los caficultores.

**Palabras clave:** Plántula, Dosis, Fertilización, Crecimiento vegetativo, Índices de calidad, Foliar orgánico.

## **ABSTRACT**

The production of vigorous coffee (*Coffea arabica*) seedlings in the nursery is the foundation for their establishment in the field. The present research was conducted in Santa Isabell, San Rafael del Norte, Jinotega, with the aim of evaluating the effectiveness of an organic foliar spray based on coffee mucilage honey in the cultivation of *Coffea arabica* at the nursery stage. For this purpose, a completely randomized design (CRD) was implemented with three treatments resulting from different doses of the organic foliar spray, with four replications (T1: 8 cc/L of water, T2: 13 cc/L of water, T3: 16 cc/L of water) and a control without application. Vegetative growth variables and seedling quality index variables, such as slenderness index, stem-to-root ratio, and Dickson quality index, were evaluated. To analyze the results, a database was created in Microsoft Excel, followed by analysis using the statistical software InfoStat 2020 student version. The results indicate a significant effect of the organic foliar treatment on the growth of coffee seedlings. The treatments with higher doses resulted in taller seedlings and produced a greater number of leaves. This increase in vegetative growth improved the quality indices of the seedlings, with a stem-to-root ratio index of 1.00, indicating that the above-ground biomass is equal to the root biomass, resulting in higher quality seedlings. Regarding the Dickson quality index, it is 0.38 (medium quality) according to the proposed ranges for this variable. Based on these results, the organic foliar treatment derived from coffee desmucilage becomes a key factor that positively influences the quality of seedlings by promoting their vegetative development, is environmentally friendly, and has potential to reduce investment costs for coffee growers.

**Keywords:** Seedling, Dose, Fertilization, Vegetative growth, Quality indices, Organic foliar.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es común la elaboración de diversos tipos de foliares, tantos orgánicos como sintéticos; sin embargo, su implementación en la etapa de vivero de los cultivos es limitada. Muchos productores optan por incorporarlos cuando las plantas ya están trasplantadas para reducir los costos de la inversión, pero desconocen diversas alternativas que se encuentran disponibles para obtener abonos foliares orgánicos, incluso en su misma finca.

Uno de los rubros de mayor trascendencia en Nicaragua, es el cultivo de café, debido a que el mismo, aporta cantidades significativas a la economía de los agricultores y por ende a la economía nacional. Pero para que este tenga un buen desarrollo vegetativo necesita de algunos elementos como: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Montoya, 2012).

En Nicaragua, el cultivo de café ha venido siendo durante muchos años un importante rubro agrícola de exportación durante muchos años, y su importancia radica no solo en la generación de divisas, sino también en su capacidad para crear oportunidades de empleo, ya sean trabajos temporales o permanentes.

En el despulpado del café se deja en la semilla una capa gelatinosa que la recubre, este componente se le llama mucilago o mesocarpio ubicado entre la cereza y la pepa del fruto, siendo dicho compuesto mucilaginoso el principal componente que es fermentado. “Estudios realizados en Cenicafé han permitido determinar que el principal componente del mucílago de café es la humedad con un porcentaje de (91,77%), seguido de los azúcares totales (6,43%), las pectinas (0,81%) y el nitrógeno (0,12%)” (Rodriguez et al, 2015)

El propósito de esta investigación fue desarrollar un foliar a base de las mieles desmucilaginasadas del café, para implementarlas en el cultivo de (*Coffea arábica*) en la etapa de vivero. Se evaluaron parámetros como desarrollo y la calidad de las plántulas, con el objetivo de determinar el efecto del foliar en su crecimiento. Asimismo, se redujeron costos mediante la implementación de esta estrategia. La comunidad Santa Isabell, ubicada en el municipio de San Rafael del Norte fue seleccionada como sitio de estudio debido a la relevancia del cultivo de café en la zona.

## **1.1. Antecedentes**

Moran, (2020) señala que la fertilización orgánica brinda una elevada capacidad de absorción de los elementos nutritivos de la disolución, manteniéndolos de forma intercambiable para su utilización por la planta, lo cual ayuda a alcanzar rendimientos favorables que benefician al agricultor, así mismo, menciona que si el agricultor elabora los productos orgánicos disminuirá los gastos económicos, lo cual traerá una ganancia mayor.

Villacis & Aguilar (2016) investigaron el comportamiento agronómico de variedades de (*Coffea arábica* L), esta investigación se realizó en la hacienda Zoila Luz, Santo Domingo-Quevedo, la cual consistió en evaluar el comportamiento de cinco variedades de café tanto en vivero como en campo abierto, en la cual se aplicó dos dosis de biol, el primero con una dosis de 0.5L/20L de agua, la segunda fue de 1L/20L de agua, los resultados obtenidos demostraron que la mayor altura y diámetro entre las variedades durante la fase de vivero la obtuvo la variedad castilla con 34.85 cm de altura y 1.85 mm de diámetro, durante la fase de campo destaca la altura de la variedad borbón con 46.77 cm y diámetro de 10.04 mm.

Lumbi & Zeledón, (2015) al realizar su investigación, obtuvieron información, que en Honduras se realizaron trabajos con el objetivo de evaluar la efectividad de las micorrizas en plántulas de café Lempira en vivero. El experimento se realizó entre mayo 2000 y abril 2001, los tratamientos fueron: siembra de almácigo o bandejas multiceldas en un medio tierra, arena, casullas inoculadas o sin inocular con micorrizas sobre todo en las bandejas multiceldas, resultó un aumento en la parte aérea (10-20%) y un número de raíces secundarias (40-50%) ya que las plantas estaban aisladas en una celda y tenía una disponibilidad de nutrientes.

Centeno, Cuadra & Zeledón, (2014) llevaron a cabo una investigación en la finca Canaa, ubicada en la comunidad La Rica, Yalí, Jinotega. Se estudiaron tres tratamientos en vivero de café de la variedad Pacamara, tres fertilizantes foliares orgánicos de biofertilizante purín y el lombrifoliar, con el objetivo de darle al productor una alternativa de fertilización foliar de plantas de café en vivero. Las dosis utilizadas fueron de 250 ml disuelto en 5 litros de agua aplicándola a vivero cada 15 días, las variables que se evaluaron fueron el grosor del tallo, altura de la planta y presencia de enfermedades, los resultados obtenidos fueron que no existe diferencia significativa, en cuanto al lombrihumus y el purín en la investigación.

## 1.2. Planteamiento del problema

La producción de café en Nicaragua cuenta con los factores básicos y suficientes para obtener un buen café debido a que se encuentra en tierras fértiles, con alturas adecuadas, cultivos en sombra, abundante mano de obra para las labores agrícolas y suficientes precipitaciones para el crecimiento de los cafetos (CATIE, Café de Nicaragua., 2015).

El mucílago de café es el responsable del 26% de la contaminación de las aguas por la inadecuada disposición de los subproductos del café, por lo que se requiere implementar de alguna manera diferentes prácticas y estrategias para evitar o reducir dicha contaminación y aprovechar de este subproducto de alguna forma, lo cual puede generar ingresos extras a los productores de café (Rodríguez. et, 2015)

En la comunidad de Santa Isabel del municipio de San Rafael del Norte, la agricultura es una de las actividades económicas de gran importancia para los pequeños y medianos productores. Entre los cultivos más destacados se encuentra el café (*Coffea arábica*), el cual tiene una alta demanda en el mercado local y nacional.

Al momento del trasplante de las plántulas del café al terreno, se observan algunas características poco deseables, como son; sistema radicular débil, hojas con tonalidades inadecuadas y plantas con poca calidad. Por lo que se identifica la posibilidad de crear un foliar orgánico que fomente el crecimiento y desarrollo de las plántulas en su etapa de vivero, también que sea de bajo costo y que los productores puedan obtenerlo desde sus propias fincas. En este sentido, surgió la necesidad de investigar y desarrollar un foliar orgánico de origen local, a partir del subproducto del café, como lo es las mieles del desmucilaginado, que brinde calidad y aporte los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plántulas y que también contribuya a promover prácticas de producción sostenible y respetuosas con el medio ambiente.

¿De qué manera la elaboración de foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café ayudarán al desarrollo de las plántulas de (*Coffea arábica*) en la etapa de vivero y como los productores van a querer implementar este fertilizante?

### **1.3. Objetivos (General y específicos)**

#### **Objetivo general**

Evaluar la efectividad de foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea arábica*) etapa de vivero, Santa Isabell 2025

#### **Objetivos específicos**

Identificar las propiedades físico químicas del fertilizante foliar orgánico mediante análisis laboratorial paramétrico

Determinar la calidad de plántulas de café en los diferentes tratamientos del foliar orgánico en comparación con el tratamiento testigo

Estimar la relación beneficio costo económico de los tratamientos en estudio

### **1.4. Justificación**

El cultivo del café es uno de los rubros más destacados e importante en cuanto a la exportación, con un valor significativo ya que representa el 25% del área de cultivos dedicados a la exportación y genera un tercio del empleo rural (más de 300 000 empleos), aportando el 2% del producto interno bruto nacional y el 21% del PIB agrícola. En los últimos 6 años, Nicaragua se encuentra entre los primeros 13 países productores de café de un total de 56 países según estadísticas de la Organización Internacional del Café. Actualmente sigue siendo el principal rubro de exportación del sector agrícola de Nicaragua (BCN, 2016).

Al realizar esta investigación, se propuso crear un foliar orgánico óptimo, utilizando las mieles del desmucilaginado del café, adaptado a las condiciones de los pequeños y medianos productores, ya que se realizó de manera artesanal. Este foliar presenta buenas propiedades físicas, como ligereza, lo que permite que las hojas lo absorban fácilmente. Además, proporcionar una nutrición adecuada durante la etapa de vivero de las plantas va a garantizar un trasplante exitoso.

La importancia de desarrollar un foliar orgánico radica en la necesidad de obtener un producto de calidad, de bajo costo y que los productores puedan también desarrollarlo. Al utilizar las mieles del café, que son abundantes en la zona y en las fincas, se promueve una

estrategia eficiente y agroecológica que beneficia tanto a los productores como al medio ambiente. Por otro lado, al establecer viveros que obtengan este tipo de foliar, los cultivadores podrán obtener plantas sanas, lo que se traducirá en un futuro, con las demás prácticas necesarias, alto rendimiento y calidad en el cultivo de café (*Coffea arabica*).

En cuanto al aporte ambiental que se obtiene con la utilización de un abono orgánico, se destaca la reducción de contaminación, ya que son biodegradables y disminuye la posibilidad de contaminar el suelo, fomenta la biodiversidad al ser natural, favorece el ambiente para los organismos beneficiosos. Por otro lado, su aporte económico es significativo ya que reduce costos al obtenerlo localmente y reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos que suelen ser más costosos.

Esta investigación está articulada con la línea de investigación de Fertilidad y Nutrición Vegetal, detallada en la Agenda Institucional (UNFLEP, 2022).

### **1.5. Limitaciones**

Durante la investigación se presentaron diversas limitaciones que incidieron de manera directa en las actividades planificadas.

En primer lugar, la germinación de las semillas fue lenta, debido a factores ambientales, principalmente en la variabilidad de temperatura y humedad, lo cual afectó el tiempo estimado de emergencia de las plántulas.

Asimismo, se presentaron problemas fitosanitarios a los tres meses de establecimiento del vivero, lo que provocó una disminución en el vigor de algunas plántulas y requirió la aplicación de medidas de control para minimizar la incidencia.

Por otra parte, al momento de analizar las propiedades físicas del fertilizante foliar elaborado, se presentaron limitaciones asociadas a la disponibilidad de algunos instrumentos especializados para la realización de ciertos análisis técnicos contemplados en la metodología tales como medir la solubilidad del producto.

## **1.6. Hipótesis**

El foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado presenta una mayor eficiencia y eficacia en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero. Se espera que el tratamiento 3 el cual tiene la mayor concentración de foliar orgánico, sea el que tenga un impacto positivo con la finalidad de obtener mejores resultados en las plántulas de café.

## **1.7. Variables**

Las variables consideradas para el desarrollo de esta investigación fueron las propiedades físico químicas del fertilizante foliar, la calidad de las plántulas de café y la relación beneficio-costos de los tratamientos evaluados en estudio.

## **1.8. Supuestos básicos**

Los supuestos de la presente investigación parten de la idea de que la elaboración de un foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café contribuye positivamente al crecimiento y desarrollo de las plántulas de (*Coffea arabica*) durante la etapa de vivero, al proporcionar nutrientes esenciales de manera natural y sostenible.

Se asume que el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café, como las mieles, representa una alternativa viable para reducir la contaminación de las aguas y al mismo tiempo generar un producto de valor agregado, capaz de mejorar la nutrición vegetal y la calidad de las plántulas. Considerando que la aplicación del foliar orgánico propuesto permitió obtener resultados favorables en términos de vigor, coloración del follaje y desarrollo radicular de las plantas, en comparación con las plántulas del tratamiento testigo.

Los productores locales poseen conocimientos empíricos adquiridos a través de la práctica y la experiencia, los cuales combinados con la información técnica derivada de la investigación, puede fomentar la adopción de tecnologías sostenibles. Por tanto, se parte de que la implementación de prácticas innovadoras, como la elaboración de foliares orgánicos a partir de residuos de café, contribuye al aprovechamiento integral de los recursos locales, a reducir costos, al mejoramiento de la calidad de las plántulas y desarrollo de una caficultura más sostenible y amigable con el medio ambiente.

## 1.9. Contexto de la investigación

La producción de café en Nicaragua es una de las principales actividades agrícolas del país y representa una fuente esencial de ingresos para las familias rurales (CATIE, 2015).

En el municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega, el cultivo del café posee gran importancia económica, ya que es una de las mayores fuentes de ingreso de sus pobladores, lo cual se ve favorecido por las condiciones del suelo, el clima y la altitud que contribuyen al desarrollo de cafetales de buena calidad.

A pesar de ello, durante la etapa de vivero se han identificado diversas limitaciones que afectan la calidad de las plántulas, como el crecimiento lento, deficiencias nutricionales y un sistema radicular poco desarrollado. Estas situaciones pueden estar relacionadas con una nutrición insuficiente y con factores ambientales que influyen en el desarrollo inicial del cultivo.

Por otra parte, en el proceso de beneficiado del café se generan subproductos como las mieles del desmucilaginado, las cuales, si no se manejan adecuadamente, pueden causar contaminación de fuentes de agua. Sin embargo, este residuo posee nutrientes que pueden ser aprovechados para la elaboración de productos agrícolas sostenibles (Rodríguez, 2015).

A partir de esta necesidad, se desarrolló un foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café, con el objetivo de aprovechar este subproducto y evaluar su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de (*Coffea arábica*) durante la etapa de vivero. Su uso permitió mejorar la coloración del follaje, el vigor y la formación del sistema radicular, además de representar una alternativa de bajo costo frente a los fertilizantes comerciales, favoreciendo la reducción de gastos de producción para los pequeños productores de la zona.

De esta manera, la investigación se enmarca dentro de un enfoque de producción sostenible y economía circular, al transformar un residuo potencialmente contaminante en un insumo agrícola útil, contribuyendo al fortalecimiento de la caficultura local y a la protección del medio ambiente.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades del café

El cafeto es originario de África, su nombre se deriva de la ciudad de Kaffa, en Etiopia, crece como un arbusto bajo el entramado de las selvas tropicales. De las 6,000 especies del género *Coffea*, se deriva o surge su nombre científico, los dos tipos más importantes en el mundo son. (*Coffea arábica*) que constituye el 70% de la producción cafetalera mundial, y, por otro lado, el (*Coffea canephora*), es una especie conocida comúnmente como “robusta”. (CATIE, 2015).

El cultivo de café pertenece a la familia botánica Rubiaceae, que posee unos 500 géneros y más de 6.000 especies. La mayoría son árboles y arbustos tropicales que crecen en la capa más baja de los bosques. Desde que el *Coffea* fue correctamente descrito por primera vez por Linneo a mediados del siglo XVIII, los botánicos no han conseguido ponerse de acuerdo en cuanto a un sistema de clasificación preciso. Hay probablemente 25 especies principales por lo menos, todas ellas autóctonas de África tropical y algunas islas de Océano Indico, en especial Madagascar. La dificultad de clasificar o incluso designar una planta como un miembro auténtico del género *Coffea* proviene de la gran variedad de plantas y semillas que existen en la actualidad. Todas las especies de *Coffea* son leñosas, pero comprenden desde arbustos pequeños hasta árboles de gran magnitud, de más de 10 metros de altura (International, 2019)

La clasificación taxonómica de la planta de café (*Coffea arábica L*) (Kew, 2024).

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Orden: Gentinales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: *C. arábica L*

## **2.2. Morfología**

La morfología del café presenta ciertas diferencias entre variedades y según el ambiente en el que se desarrollan, sin embargo, de manera general se pueden mencionar algunos caracteres morfológicos que este cultivo posee, como son:

- 2.1.1. Raíz: el cafeto tiene una raíz principal la cual penetra verticalmente en suelos sin limitaciones físicas, y pueden abarcar profundidades de hasta 50 cm, de la cual salen otras raíces gruesas que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes, las cuales también pueden ser llamadas raicilla (Suazo, 2020).
- 2.1.2. Tallos y ramas: generalmente el árbol de café se compone de un solo tallo o eje central, nudos y entrenudos. También, poseen dos tipos de brotes, pueden ser tanto ortótropicos que crecen verticalmente y comprenden el tallo principal y los chupones; como plagiotrópicos, que crecen de manera horizontal y comprenden las ramas primarias, secundarias y terciarias. Es de gran importancia señalar que, las ramas primarias no se pueden renovar, por lo que, al perderse una rama primaria, el cafeto pierde una zona muy importante para la producción de frutos, lo cual afecta los rendimientos de producción. La cosecha del cafeto se produce casi en su totalidad en las ramas nuevas, de manera que, a mayor número de ramas nuevas, mayor será la cosecha futura (Suazo, 2020).
- 2.1.3. Hojas: las hojas son opuestas y alternas en el tallo ortotrópico y en ramas plagiotrópicas son opuestas. El color de estas varía entre variedades, por lo general son de color verde oscuro y brillante en la parte superior y verde color claro en la parte interior. Las hojas nuevas presentan una coloración ronceada o verde claro y después toman su coloración de manera definitiva (Suazo, 2020).
- 2.1.4. Flores: indica la producción y distribución de la cosecha a lo largo del año. Se localizan en los nudos de las ramas, hacia la base las hojas, en grupos de cuatro o más, dependiendo de varios factores. La cantidad de flores presentes en un momento determinado depende de la gran cantidad de nudos que estén formados previamente en cada rama (Suazo, 2020).
- 2.1.5. Frutos: es una drupa globular u ovoide de peciolo corto y se le denomina cereza. Cuando los frutos maduran poseen tonalidades de color rojo o amarillo, con dos

semillas, en ocasiones solo uno de los óvulos logra la fecundación y se desarrolla originando una semilla de forma redonda que tiene como nombre, café caraco (Suazo, 2020).

- 2.1.6. Semillas: estas semillas son oblongas y plano convexas, representan del 35 al 38% del fruto del café, están constituidas por el endocarpio o pergamino, también poseen una película plateada o perisperma, endospermo cotiledón o embrión (Suazo, 2020).

### **2.3. Fenología del cultivo**

- 2.1.7. Germinación: la semilla de café pierde viabilidad rápidamente cuando se almacena con un contenido de humedad alto 35-40% o bajo 12-15% de humedad en una atmosfera no controlada. Bajo estas condiciones después de 5 meses el poder germinativo es menor del 50% (Diaz & Montalban, 2015).

Semillas húmedas 40-45 % de humedad, secas 11-13% de humedad; alcanza 90% de germinación.

El pergamino afecta la germinación.

Semilla con endocarpio presente germina entre los 50 y 70 días.

La ubicación superficial del embrión afecta la germinación (Diaz & Montalban, 2015)

- 2.1.8. Emergencia: a las ocho semanas más tarde, las semillas logran a germinan y las raíces se pueden desarrollan. Las plantas más saludables y con características deseadas son seleccionadas y posteriormente trasplantadas en el vivero, donde se les da una nutrición junto con otros manejos agronómicos, durante aproximadamente seis meses. Cuando los brotes alcanzan una altura de dos pies o más, son trasplantados a la plantación, donde se los cultiva de manera cuidadosa (Diaz & Montalban, 2015)

- 2.1.9. Crecimiento vegetativo: el café (*Coffea Arábica*) toma dos años para completar el ciclo fenológico de fructificación al contrario de la mayoría de las plantas que completan el ciclo reproductivo en un año. Se caracteriza por tener 6 etapas fenológicas que toman dos años y empiezan en septiembre de cada año (Diaz & Montalban, 2015)

2.1.10. Estas fases son:

1. Vegetativa con un aproximado de 7 meses, desde el mes de septiembre hasta el mes de marzo, todos con días bastante largos.
2. También vegetativa de abril a agosto, con días cortos, cuando ocurre la transformación de las yemas vegetativas de los nudos formados en la primera etapa yemas reproductivas. Al final de esta fase, julio y agosto, las plantas entran en un estado de relativo reposo con la forma de uno o dos pares de pequeñas hojas que generalmente no florecen. La maduración de las yemas reproductivas ocurre después de la acumulación de alrededor de 350 mm de evotranspiración potencial (ETp), iniciando a principios de abril.
3. Floración y expansión de los frutos, desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre. Usualmente la floración ocurre de 8 o 15 días después del aumento del potencial hídrico dentro de las yemas florales causado por las lluvias o irrigación.
4. Formación del grano, enero a marzo.
5. Maduración del grano, cuando se acumulan alrededor de 700 mm de evotranspiración potencial, desde que se logra la floración principal.
6. Senescencia y muerte de las ramas que son productivas, pero, sin embargo, no son primarias en el mes de Julio y Agosto (Diaz & Montalban, 2015) .

#### **2.4. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo del café**

Las condiciones edafoclimáticas suelen establecer una serie de parámetros considerando el sistema del suelo, de la planta y clima, que le permitirán obtener producciones que presenten tanto buena calidad, como cantidad. Es de gran importancia señalar que cada variedad puede necesitar leves variaciones en cuanto a las condiciones de cultivo y manejo agronómico, lo cual es determinante para la selección y propagación de cada una en base a su adaptación ante diferentes factores edafoclimáticos. Entre las condiciones necesarias se describen de manera general algunos factores, a continuación:

2.1.11. Altitud: la altitud incide de forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre 1 700 msnm, lo cual es una altura ideal para su desarrollo (Suazo, 2020).

- 2.1.12. Temperatura: el promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre 17°C a 23°C (Suazo, 2020)
- 2.1.13. Humedad relativa: debe ser inferior al 85% (Suazo, 2020).
- 2.1.14. Viento: fuertes vientos pueden inducir a la desecación y al daño mecánico de los tejidos vegetal, asimismo favorecen la incidencia de algunas enfermedades, por lo cual, se deben escoger terrenos protegidos del viento o establecer rompevientos para evitar la acción de este y prevenir grandes daños (Suazo, 2020)
- 2.1.15. Brillo solar y nubosidad: debe ser entre 1600 y 2000 horas de sol al año (4,5 a 5,5 de sol al día) (Suazo, 2020).
- 2.1.16. Suelo: el terreno donde se establece el cultivo debe ser plano o poco inclinado y también, protegido del efecto de los vientos. Los suelos deben ser fértiles, profundos y con un buen drenaje. Debe existir disponibilidad de agua para riego y para preparar las aplicaciones de fungicidas y foliares, en caso de no haber mucha presencia de precipitaciones (Suazo, 2020).

## **2.5. El semillero o germinador**

Según (INIAP, 2025) el semillero o germinador, es el lugar o área donde se establecen las semillas de café para inducir la germinación y crecimiento inicial de las plántulas de café antes de trasplantar a campo definitivo. Los germinadores o semilleros deben ubicarse siempre debajo de un cobertizo, protegiéndolos de la luz solar directa, variaciones de temperatura y lluvia intensa.

El planteamiento de (INIAP, 2025) destaca la importancia de ubicar de manera correcta los germinadores o semilleros, lo cual es necesario ubicarlos debajo de un cobertizo para evitar daños por cualquier factor ambiental que puede afectar el desarrollo y crecimiento de los mismos.

Mientras (INIAP, 2025) resalta la manera correcta de ubicar los germinadores y semilleros, (Cambiagro, 2025) sostiene que los germinares deben situarse en zonas sombradas entre el 70 y 80 % para reducir el impacto de la radiación solar, la precipitación intensa y las variaciones térmicas, asegurando una germinación exitosa. De forma similar (Martínez, 2015) explica que el semillero permite seleccionar plantas vigorosas y eliminar aquellas con bajo potencial de crecimiento con el propósito de llevar las mejores a campo.

### **Substrato del semillero de café**

Uno de los sustratos que son recomendados para hacer que las semillas de café germinen de una manera más adecuada germinar es la arena de río, cernida y desinfectada. Pero, cuando no exista disponibilidad de arena, pueden emplearse suelos agrícolas que tengan textura que tienda a ser liviana (arenosa) (INIAP, 2025).

### **Desinfección del germinador**

Entre las técnicas para desinfectar de una manera ecológica el sustrato de los semilleros es la “solarización”, la cual consiste en colocar la arena o suelo sobre un tendal de cemento, cubrirla con una lámina plástica transparente y exponer a la luz solar directa durante una o dos semanas, este método se fundamenta en la gran elevación de temperatura del sustrato colocado debajo del plástico, provocando la destrucción o muerte de los microorganismos o patógenos, por otro lado, cuando se emplea un desinfectante químico en el germinador, la siembra del café debe efectuarse después de cinco a siete días de realizada la labor (Duicela, 2015).

### **Sistemas de siembra del café en el semillero**

Después de que la semilla haya sido depositada en el sustrato, se debe presionar levemente enterrando el grano y se tapa con arena, en un espesor o grosor de aproximadamente un centímetro. Inmediatamente después de la siembra de la semilla, se provee un riego a saturación en el germinador. Posteriormente, se construye una pequeña cámara de 20 centímetros de altura, empleando tiras de caña guada, lo cual se colocan sobre el marco del germinador, tanto de manera vertical como horizontal. Luego esta estructura se recubre con hojas de palma, o plátano, o una lámina plástica de color oscuro, evitando el contacto directo del material con el sustrato (Duicela, 2015).

(Duicela, 2015) destaca como se debe realizar de manera correcta la siembra de la semilla, donde se debe proveer la cantidad de agua necesaria y evitar la exposición solar mediante una cámara, y se recubre con hojas de palma o plátano por lo que un buen sistema de siembra garantiza un buen porcentaje de germinación en el tiempo estimado.

(Duicela, 2015) afirma como se debe realizar de manera correcta la siembra del café en el semillero, (la Guía Más Agronomía, 2018) enfatiza que la correcta preparación del germinador, que incluye capas de drenaje y sombreado parcial favorece la aireación del

sustrato y evita el encharcamiento. Por su parte (Pérez & Gómez, 2019) firman que un manejo apropiado del semillero permite reducir la mortalidad de plántulas y mejora la uniformidad del crecimiento, factores que resultan clave para el trasplante exitoso.

### **Riego en el semillero**

Debe proveerse al semillero los riegos necesarios, procurando evitar los excesos y eficiencias de humedad. El riego se realiza utilizando una regadera o manguera. Esta labor es bastante conveniente realizarla retirando la cubierta de la “cámara de germinación”, se aplica el agua necesaria y luego se vuelve a cubrir el semillero con el material de protección ante cualquier factor (Duicela, 2015).

(Duicela, 2015) menciona que deben proveerse al semillero los riegos necesarios, sin embargo, se debe procurar una excesiva humedad ya que esto podría causar la presencia de hongos. El riego debe proporcionarse utilizando una regadora o manguera con una intensidad moderada, debido a que si se proporcionan riegos fuertes la semilla podría desprenderse.

Mientras que (Duicela, 2015) resalta como se deben proporcionar los riegos en el semillero. De igual manera (la Guía Más Agronomía, 2018) enfatiza que el control de la humedad es un factor determinante en el éxito de la germinación y sugiere el uso de sustrato con buena capacidad de drenaje. Así mismo, (Pérez & Gómez, 2019) mencionan que una adecuada gestión del riego contribuye a reducir la mortalidad de las plántulas y optimizan su desarrollo fisiológico.

### **Control de malezas en el semillero**

En el semillero se realizarán las deshierbas manuales que sean necesarias. Para que se obtenga el efecto requerido se regará previamente el germinador debido de que de esta manera se facilita el arranque de las malezas. También, hay que tener cuidado de no remover mucho el sustrato, ya que se podría afectar con ello el desarrollo de las raíces de las plántulas de café (Duicela, 2015).

(Duicela, 2015) en su planteamiento menciona que el control de malezas en el semillero se realiza manuales, además, se debe regar previamente antes de deshierbas manuales para así agilizar el trabajo, también se debe procurar no remover el sustrato ya que podría verse afectado el desarrollo de las raíces.

Mientras que (Duicela, 2015) resalta como se realiza un adecuado control de malezas en el semillero, (Martínez, 2015) señala que la higiene del área de germinación forma parte del manejo integrado del semillero, recomendando la limpieza constante del sustrato y alrededores para reducir los focos de infestación de malezas. Por su parte (Pérez & Gómez, 2019) afirman que el control manual de malezas es el método más adecuado en esta etapa, debido a que los herbicidas químicos pueden resultar fitotóxicos para las plántulas recién emergidas.

### **Germinación**

Las semillas de café, en estas condiciones, germinaran aproximadamente a los 45 días. Cuando se realiza una elección manual del pergamino de las semillas y se provee el agua suficiente. La germinación podría ocurrir a los 30 días después de que se haya realizado la siembra. Entre los 45 y 60 días después de la siembra, se tienen las plantitas de café en los estados de “fosforitos” o de “chapolas” listas para ser trasplantadas al vivero (Duicela, 2015).

El planteamiento de (Duicela, 2015) menciona que cuando se realiza una elección manual del pergamino de las semillas de café y se les proporciona las condiciones adecuadas deben germinar aproximadamente a los 45 días donde llegan al estado de fosforitos o chapolas.

Mientras (Duicela, 2015) resalta como se logra una germinación adecuada de las semillas, (INIAP, 2018) menciona que la germinación optima ocurre cuando se utilizan sustratos o suelos con buen drenaje o textura suelta, que permita la adecuada aireación de las raíces. Por su parte (Pérez & Gómez, 2019) sostienen que el control de microclima (temperatura, humedad y luz) dentro del semillero es determinante para lograr una emergencia uniforme y rápida de las plántulas. La germinación no solo implica la activación fisiológica de la semilla, sino un proceso técnico en la que la interacción entre agua, oxígeno y temperatura es cuidadosamente manejada para garantizar la calidad inicial de las plántulas.

### **2.6. Proceso de elaboración**

Es la producción de un bien y servicio que consiste básicamente en un proceso de transformación que sigue unos planes organizados. Según el cual las entradas de factores de producción, como materiales, conocimientos y habilidades, se convierte en los productos deseados, mediante la aplicación de mano de obra, de una determinada tecnología y la

aportación necesaria de capital para generar valor económico a través de la producción (Kloter & Keller, 2022).

### **Proceso de elaboración de foliares orgánico**

Para fabricar cualquier tipo de foliar o abono orgánico, se debe tener en cuenta una fuente de nitrógeno, ya sea material vegetal de especies leguminosas ricas en nitrógeno o el estiércol animal y una fuente de carbono que por lo general son los residuos de cosecha como; pulpa de café ramas, rastrojos. También, hay varios factores que intervienen durante el proceso de elaboración, la temperatura, humedad y oxígeno (Edgar, 2022).

(Edgar, 2022) menciona que para la fabricación de los foliares o abonos orgánicos hay que tener en cuenta que se necesita contar con una fuente de nitrógeno, ya sea de material vegetal o animal. También, una fuente de carbono como pulpa de café, ramas o rastrojos.

Mientras (Edgar, 2022) resalta que se debe tomar en cuenta para la fabricación de foliares y abonos orgánicos, (Ramírez & López, Uso de biofertilizantes foliares en viveros de café y su efecto, 2021) destacan que la aplicación de biofertilizantes foliares en viveros mejora la tasa de germinación, el desarrollo foliar y resistencia a estrés abiótico, mientras que (Sánchez & Pérez, 2020) sugieren que la combinación de un manejo adecuado en vivero con la suplementación de foliares orgánico incrementa significativamente la uniformidad de las plántulas.

### **2.7. Mucílago de café**

El mucílago de café es un residuo proveniente de la capa interna del fruto del café, el cual se obtiene de los procesos de penetramiento del fruto de café, más específicamente del proceso de despulpado, se encuentran localizado entre la pulpa y el pergamino del grano de café, este residuo es de carácter semilíquido con una consistencia viscosa y gelatinosa (Núñez, 2017).

#### **Composición química del mucílago de café (Núñez, 2017).**

<b>Componente</b>	<b>Composición</b>
Agua	85-91%
Pectinas	10-15%
Azúcares	6%
Proteínas	1%
Lípidos	0.5%
Minerales	1%

- Agua: el agua representa el componente principal del mucilago, con un contenido de entre 85% y 91%.
- Pectinas: las pectinas son polisacáridos que forman una matriz gelatinosa que rodea los granos del café.
- Azúcares: los azúcares representan alrededor del 6% del mucilago, y están compuestos principalmente de sacarosa, glucosa y fructosa.
- Proteínas: las proteínas representan alrededor del 1% del mucilago.
- Lípidos: los lípidos representan alrededor del 0,5% del mucilago.

Minerales: el mucilago representa una variedad de minerales, incluyendo potasio, calcio, fósforo, magnesio y hierro en concentraciones de 100-200 mg, 20-40mg, 10-20mg, 10-20mg, 1-2 mg respectivamente por cada 100g de mucilago (Núñez, 2017).

### **Composición física del mucilago**

El mucilago de café presenta algunas propiedades físicas muy importantes, entre ellas está el color, estas mieles presentan un color ámbar luminoso, y su olor que es un aroma a fruta cocida, también posee un sabor dulce y ligeramente ácido (ECOSUR, 2018).

### **2.8. Fertilización**

(Cenicafé, 2020) denomina fertilizante a todo aquel posible compuesto que contribuye a la nutrición de las plantas o cultivos al ser agregado al suelo, que es la forma de aplicación más común, o aplicación directamente sobre la planta. Además de agua, aire y luz, los vegetales necesitan para crecer y desarrollarse adecuadamente nutrientes minerales, algunos en mayor cantidad y otras proporciones más bajas.

Es decir que los fertilizantes son todos aquellos nutrientes que se adicionan de manera artificial con el objetivo de asegurar los nutrientes que la planta necesita en cada una de sus etapas fenológicas, garantizando una buena nutrición y por consiguiente pueda expresar su potencial genético, crecimiento y desarrollo óptimo, cuando el suelo no los brinda para el desarrollo de las funciones vitales (Cenicafé, 2020).

En este sentido cabe señalar que los nutrientes esenciales se dividen en macronutrientes o macroelementos y micronutrientes o microelementos. Entre los primeros se tienen: nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Los segundos son hierro, cobre, molibdeno y el zinc.

Cuando los suelos no disponen de cantidades adecuadas de estos minerales, o bien su biodisponibilidad para ser tomados eficientemente por las raíces de las plantas, disminuye el crecimiento y, por ende, los rendimientos de los cultivos. A veces la deficiencia de los nutrientes incide en el crecimiento vegetativo, pero sino sobre todo en la calidad de los productos cosechados, como en este caso en el grano de café. En ambos casos, se recomienda recurrir a la fertilización.

## **2.9. Fertilizantes orgánicos**

El abono líquido orgánico a partir de mucilago de café es un buen inductor del crecimiento para las plantas y mejora los efectos de las plantas en comparación a los productos sintéticos utilizados tradicionalmente.

Los fertilizantes orgánicos son líquidos y se aplican en pulverización disueltos en agua, coincidiendo muchas veces con otros tratamientos. Aportan los elementos o nutrientes vía hoja y son como una inyección de sobrealimentación para las plantas, son necesarios en muchos casos, y su asimilación es demasiado rápida, pues se absorben directamente por la hoja, sin necesidad de bajar a la raíz de las plantas (Hernandez & Sevilla, 2014).

Teniendo en cuenta lo expresado por el autor, al hacer la aplicación directa sobre las hojas facilita, acelera el proceso de absorción y corrección de deficiencia de nutrientes en la planta, ya que en ocasiones la disponibilidad de los edáficos puede limitar el crecimiento, desarrollo radicular y de la planta en su conjunto.

Así mismo, el uso de los abonos orgánicos ha venido resultando más amistoso con el medio ambiente en comparación con el resto de abonos químicos. Los abonos orgánicos permiten, por ejemplo, reutilizar los desechos orgánicos, contribuyen a fijar el carbono al terreno, requieren de una menor cantidad de energía para su producción y ayudan a incrementar la capacidad del suelo para la absorción de agua. En cambio, como punto negativo, los abonos orgánicos pueden favorecer la aparición de agentes patógenos si no reciben el tratamiento adecuado (Perez & Merino, 2015).

(Perez & Merino, 2015) destacan que el uso de abonos orgánicos resulta más amistoso con el medio ambiente en comparación con los abonos químicos. Los abonos orgánicos reutilizan desechos y ayudan a minimizar costos de inversión, sin embargo, tiene el punto negativo de atraer agentes patógenos sino reciben el tratamiento adecuado.

Mientras (Perez & Merino, 2015) mencionan como los fertilizantes orgánicos son una estrategia para minimizar costos y son más amistosos con el medio ambiente, (Ramírez & López, 2021) indican que la incorporación de compost y biofertilizantes en los viveros contribuye al desarrollo radicular, incrementando la capacidad de absorción de agua y nutrientes, (Sánchez & Pérez, 2020) añaden que estos productos orgánicos también estimulan la actividad microbiana benéfica, lo que se traduce en una germinación más vigorosa, la utilización de estos fertilizantes orgánicos contribuye una práctica sostenible que mejora la calidad fisiológica de las plántulas y reduce la dependencia de insumos sintéticos.

Los fertilizantes orgánicos son amigables para el medio ambiente en general, pero son considerados los menos rentables debido a que su efecto sobre las plantas es tardado para la producción.

## **2.10. Dosis de aplicación de fertilizantes en viveros**

### **Fertilización disuelta en el suelo en vivero**

Consiste en disolver el fertilizante y aplicarlo con aspersores de mochila al suelo; para ello se quita la boquilla y se debe mantener la presión de la bomba baja para no salpicar las hojas de las plantas. La fórmula de fertilizante utilizada es sobre la base de un análisis de suelos. Las fórmulas tradicionales son: 20-20-0, 16-20-0 o 10-46-0. Sin embargo, actualmente para fortalecer la parte maderable de la plántula y darle más robustez a la misma se están aplicando las del tipo 10-30-10 o bien la 12-24-12. Con la disolución en agua es una concentración del 3%, equivalente a 30 gramos por cada litro de agua. La solución se aplica al suelo, a razón de 50 centímetros cúbicos por bolsa, por aplicación. Deberán hacerse de cuatro a cinco aplicaciones, a partir de un mes después de la siembra de las plántulas (ECURED, 2017).

### **Fertilización granulada al suelo del vivero establecido**

Es importante realizar un análisis de suelo, antes de una aplicación con la fórmula que, si es adecuada, pero generalmente las más usadas son: 20-20-0, 16-20-0, 18-46-0 y 10-50-0. Se debe aplicar al suelo entre tres y cinco gramos (etapa de gaseosa = 5 gr) por bolsa por

aplicación, en un círculo alrededor del tallo, separado de este, preferiblemente si es a la orilla de la bolsa para evitar daños a la raíz (ANACAFE, 2017).

### **2.11. Fertilizante foliar en vivero**

Se puede mejorar el vigor y desarrollo de las plántulas por medio de los fertilizantes foliares como complemento de la fertilización al suelo. Se recomiendan formulas del tipo 20-20-20, 10-30-10, formulas con elementos menores y otras similares, principalmente cinc, boro, hierro, calcio para los viveros que se realizan en partes altas. La dosis varia de una a dos libras por galones de agua. Si es líquido, de 0.5 a 1 litro en 50 galones de agua. Deben considerarse las dosis que recomiendan las etiquetas de los fertilizantes. Los fertilizantes foliares se aplican cada 15 o 30 días, según el aspecto de las plantas (ECURED, 2017).

### **2.12. Requerimientos nutricionales de las plántulas de café en etapa de vivero**

Esta es una etapa transcurrida desde el trasplante de la chapola en la bolsa hasta el momento de la siembra en el campo. En esta etapa la planta responde de manera positiva a abonos orgánicos y a las aplicaciones de fósforo. Cuando no se utiliza una mezcla adecuada de suelo y abono orgánico bien descompuesto, deben aplicarse dos gramos de fósforo por bolsa. Por otro lado, la respuesta obtenida a la fertilización con nitrógeno no es tan positiva. Mezclas de abono orgánico, como pulpas de café ha sido suficiente para suplir las necesidades nutricionales en vivero (Cenicafé, 2020).

A los primeros se les conoce como macronutrientes o macro elementos y los principales son el nitrógeno el fosforo el potasio y el azufre. Los segundos son los dominados micronutrientes o micro elementos, forman parte de este grupo el hierro, el cobre el molibdeno o el zinc.

cuando los suelos no disponen de cantidades adecuadas de estos minerales, o bien su biodisponibilidad para ser tomados eficientemente por las raíces de las plantas, disminuye el crecimiento y, por ende, los rendimientos de los cultivos. A veces la deficiencia de los nutrientes incide no tanto sobre el crecimiento vegetal, sino sobre la calidad de los productos cosechados (por ejemplo, el grano). En ambos casos, se recomienda recurrir a la fertilización.

Los fertilizantes son todos aquellos nutrientes que ayuda a la planta a su crecimiento y desarrollo cuando el suelo no brinda los nutrientes necesarios para dichas funciones.

### **2.13. Viveros**

Se conoce con el nombre de vivero al lugar donde se colocan las plántulas de café, para que estas alcancen el desarrollo necesario para su trasplante al campo, también se conoce con el nombre de almacigo o criadero de café (Saldoval, 2016)

#### **Tipos de viveros**

Existen tres modalidades de viveros de café.

- Siembra de la plántula de café o concha directamente al suelo.
- Siembra de la plántula de café en bolsas de polietileno, para mantener un ambiente controlado.
- Siembra de la semilla de café en tubetes de poliducto (Anacafé, 2022).

#### **Selección del lugar para el vivero**

El lugar que será seleccionado deberá tener un acceso fácil, posiblemente lo más cerca posible del lugar de la siembra definitiva, para que el transporte sea más sencillo, también, lo más plano posible, con mucha disponibilidad de agua y con exposición total a la luz solar (Saldoval, 2016).

(Saldoval, 2016) explica como la selección del lugar para establecer el vivero es un factor importante, ya que este debe tener un acceso fácil para llevar a cabo las actividades agronómicas que se le deben realizar, también, hay que tener en cuenta que a la hora de trasladar las plántulas a campo abierto hay que tener un acceso directo al vivero sin dificultades.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona como se realiza la selección del lugar para el vivero (Duicela, 2015) agrega que la cercanía a una fuente de agua limpia es esencial, pues garantiza la disponibilidad del recurso para el riego constante de las plántulas, así mismo (Ramírez & López, 2021) señalan que el área debe estar protegida de animales y disponer de sombra natural o artificial para reducir el estrés térmico. En este sentido, la correcta selección del lugar del vivero favorece el crecimiento y fortalecimiento de las plántulas antes de su traslado al campo definitivo.

#### **Trasplante**

Mediante el trasplante se trasladan las plántulas que provienen del semillero al vivero donde son sembradas en las fundas de polietileno. Hay que destacar que es recomendable evitar dañar las plantitas cuando se realiza el arranque del semillero, ya que en este caso se debe usar una pala de madera para hacer presión procurando que salga libremente y poder seleccionar las mejores. Aquellas plantitas que presentan defectos deben ser eliminadas, (Saldoval, 2016).

### **Crianza de las plántulas de café en fundas de polietileno**

Previo al trasplante de las chapolas a las fundas del vivero, estas se seleccionan en función de su estado agronómico, sanitario y sistema radicular. Solo se trasplantan aquellas plantitas seleccionadas, vigorosas y con el sistema radicular sano y bien formado. El sistema de “crianza de plántulas en fundas de polietileno” tiene dos variantes el “el trasplante de semillero a vivero” y la “siembra directa a las fundas” (Gonzales, 2015).

### **Sistema de trasplante de semillero a vivero**

Este sistema consiste en producir las plantitas de café en los semilleros hasta los estados de “fosforitos” y luego trasplantarlas a las fundas de polietileno. Tamaño y características la funda de polietileno, se recomienda utilizar fundas de polietileno que poseen color negro, con 8 o 12 perforaciones o hoyos que son para que las raíces puedan tener acceso a transpirar, los tamaños de las fundas pueden ser de 6x7, 6x8, 7x7, o 7x8 pulgadas aproximadamente. Las fundas que poseen mayor tamaño son usadas para la multiplicación de plantitas de café en el vivero. Por otro lado, es recomendable que se consideren los posibles costos, la disponibilidad de la tierra, el abono orgánico y la mano de obra; así como la distancia al terreno donde se va a establecer y el tiempo que se plantea mantener las planas en el vivero (Gonzales, 2015).

## **2.14. Manejo del vivero**

### **Preparación del sustrato del vivero**

Se pica el suelo a unos 20 cm de profundidad, se deben deshacer los terrones para que haya una buena uniformidad, eliminar piedras, raíces y todo objeto extraño que no sea suelo, de preferencia pasarlo por una zaranda para eliminar el material no deseado (Saldoval, 2016).

El planteamiento de (Saldoval, 2016) destaca como se debe realizar la preparación del sustrato que será utilizado para el vivero, eliminar todo el material extraño que no sea suelo es importante para generar un buen desarrollo de raíces.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona como se realiza una correcta preparación del sustrato, (Duicela, 2015) sostiene que un sustrato bien preparado permite el correcto desarrollo de un sistema radicular, evitando compactaciones que limiten el crecimiento, (Barva, 2012) recomienda tamizar los componentes y desinfectarlos antes de su uso para prevenir la presencia de hongos o larvas dañinas.

#### **2.14.2. Desinfección del sustrato**

El sustrato para el vivero puede ser sometido a la “solarización” por una o dos semanas aproximadamente, para su desinfección. También hay que tomar en cuenta la adición de una porción de ceniza al sustrato “solarizado” debido a que contribuye a prevenir la incidencia del “Mal del talluelo”. Otra alternativa de desinfección del sustrato puede ser el empleo de fungicidas que se realiza disuelto en agua limpia, con el uso de una regadera o una bomba aspersora manual de mochila. Luego de tres a cinco días de la desinfección del sustrato, se procede a trasplantar los “fosforitos” a las fundas (Duicela, 2015).

(Duicela, 2015) en su planteamiento menciona que la desinfección del sustrato para el vivero es esencial para evitar cualquier agente que pueda afectar las plantitas. Existen varias alternativas para desinfectar el sustrato, entre ellas está la solarización y el empleo de fungicidas disueltos en agua.

Mientras (Duicela, 2015) resalta la desinfección del sustrato que se utiliza en vivero, (Saldoval, 2016) coincide en que la sanidad del sustrato es determinante para la producción de plantas de calidad, (Ramírez & López, 2021) añaden que una adecuada desinfección del sustrato contribuye a mejorar la eficiencia del vivero y reduce significativamente los costos de manejo fitosanitarios.

#### **Disposición de las fundas en el vivero**

Después de haber llenado las fundas con el sustrato, posteriormente estas deben ser colocadas ordenadamente en hileras dobles, con unos 20 centímetros de distancia. Cada bloque puede realizarse de tres hileras dobles, se separa de otro por un espacio libre de 30 a

40 centímetros de distancia. Esta labor logra a facilitar la realización de las labores culturales como son: las deshierba, el riego y control fitosanitario (Duicela, 2015)

### **Trasplante al vivero**

Cuando las plantas son retiradas del semillero, deben tener un sistema radicular recubierto por un palo húmedo, evitando de esta manera su muerte por secamiento o por la incidencia directa de los rayos solares. Por otro lado, las plántulas deben ser sembradas en las fundas al mismo nivel o profundidad que estaban en el semillero. Para esto es debidamente necesario introducir el “fosforito” profundamente en el hoyo y luego levantarla ligeramente hasta que el cuello de la plántula quede ras al suelo, de esta forma las raíces quedarán en su posición original y no serán afectadas. También, se debe evitar que queden bolsas de aire que al llenarse de agua podrían causar la pudrición de la raíz. De esta forma, la plantita quedará bien apretada, es decir, que al jalar no sea arrancada con facilidad y no habrá daños en las raíces (Saldoval, 2016).

(Saldoval, 2016) hace énfasis en el trasplante de las plántulas que provienen del semillero hacia el vivero donde son sembradas en bolsas o fundas de polietileno. Menciona que se debe evitar el menor daño posible cuando se realiza el arranque del semillero y seleccionar las mejores para ser trasplantadas.

(Saldoval, 2016) menciona como se debe realizar adecuadamente el trasplante del semillero hacia el vivero, (Barva, 2012) señala que el trasplante debe efectuarse en horas frescas del día y el suelo debe estar previamente humedecido para reducir el estrés hídrico y evitar daños en las raíces. De igual forma, (Duicela, 2015) recomienda manipular las plántulas con cuidado, manteniendo un poco de suelo adherido en las raíces para minimizar pérdidas por deshidratación.

### **2.15. Labores culturales en el vivero de café**

En cuanto a las labores culturales, se define que son un conjunto de prácticas que se aplican en el vivero, con el propósito u objetivo de crear condiciones bastante favorables para el crecimiento sano y vigoroso de plántulas de café, también, hay que asegurar un material de siembra de buena calidad. La aplicación adecuada de riegos, fertilización, control de malas hierbas y manejo integrado de plagas y enfermedades, aseguran una buena calidad de las

plántulas. Las prácticas deben adoptarse en todos los casos, independiente de sistema de multiplicación que se haya elegido (Duicela, 2015).

### **Riego en el vivero**

Debe mantenerse siempre una adecuada humedad del sustrato. Es recomendable efectuar tres o cuatro riegos por semana, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar (Saldoval, 2016).

El planteamiento de (Saldoval, 2016) destaca como el riego en el vivero es indispensable para mantener una humedad uniforme en el sustrato y es una de las labores más importantes para garantizar el crecimiento saludable de las plántulas, debido a que el suministro adecuado de agua influye directamente en el enraizamiento y formación de follaje.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona la importancia del suministro del riego en el vivero (Duicela, 2015) recomienda el riego manual mediante regaderas de orificios o sistemas de aspersión, que permiten una distribución suave y homogénea del agua sobre las plántulas, (Barva, 2012) complementa que los riegos deben efectuarse preferiblemente en horas frescas, en la mañana o al final de la tarde, para reducir la evaporación y el estrés hídrico.

### **Fertilización**

Tanto la fertilización química como orgánica al suelo en viveros, es una práctica generalizada y muy necesaria para obtener plántulas con buen desarrollo vegetativo. Por lo que debe tenerse la precaución de efectuar un riego profundo o fuerte la tarde anterior al día de que se haya implementado la fertilización. Por tanto, hay que ser cuidadosos de que el fertilizante no quede en contacto con el tallo de la plántula para evitar daños severos como quemaduras (Saldoval, 2016).

(Saldoval, 2016) señala que la fertilización tanto química como orgánica en vivero es una práctica esencial para mejorar la calidad fisiológica de las plántulas como el desarrollo y crecimiento vegetativo. También, es necesario ser cuidadosos a la hora de la aplicación para evitar daños severos por quemaduras.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona la importancia de la fertilización tanto orgánica como química, (Perez & Merino, 2015) coinciden que el uso de fertilizantes orgánicos resulta más amistoso para el medio ambiente en comparación con los sintéticos, (Ramírez & López,

2021) destacan que la utilización de fertilización orgánica contribuye a mantener la sostenibilidad del sistema en el vivero, mejorando la eficiencia nutricional y la calidad final de las plántulas producidas.

### **Deshierbas**

Las deshierbas en el vivero deben realizarse manualmente, con el propósito de poder evitar la competencia de las malezas con las plantitas ya sea por el espacio, luz, agua y algunos nutrientes (Saldoval, 2016).

En su planteamiento (Saldoval, 2016) explica que la deshierba en vivero es una labor crucial para mantener la sanidad y el buen desarrollo de las plántulas, ya que las malezas compiten directamente con ellas. El control de malezas debe realizarse manual y de forma periódica.

Mientras que (Saldoval, 2016) menciona como debe realizarse la labor de deshierba en vivero, (Duicela, 2015) destaca que una adecuada deshierba también contribuye a prevenir la proliferación de plagas y enfermedades que encuentran refugio en las malezas, mientras que, (Barva, 2012) recomienda realizar esta práctica en horas frescas y cuando el suelo este ligeramente húmedo, lo que facilita la extracción completa de las raíces de las malezas.

### **Control de plagas**

Cuando se presentan niveles bastante apreciables de daños por “minador”, “orugas” u otra plaga, deben aplicarse las recomendaciones indicadas para evitar cualquier enfermedad o característica no deseada (Saldoval, 2016).

El planteamiento de (Saldoval, 2016) destaca que el control de plagas en vivero es una práctica que garantiza la sanidad y bien desarrollo de las plántulas, ya que insectos, ácaros y otros organismos pueden causar daño significativo en hojas, tallos y raíces.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona que el control de plagas en vivero es fundamental para el buen desarrollo de las plántulas, (Duicela, 2015) recomienda emplear métodos de control biológico y cultural, como el uso de enemigos naturales de plagas y eliminación manual de individuo afectados, reduciendo la dependencia de pesticidas químicos. Por otro lado, (Perez & Merino, 2015) resaltan que un manejo integrado que combine higiene, control cultural y uso de insumos orgánicos contribuye a mantener un vivero sostenible y con plántulas saludables.

## **Control de enfermedades**

En general, cuando las plantas tienen su primer par de hojas verdaderas pueden ser asperjadas con fungicidas para prevenir posibles ataques de enfermedades. Normalmente se debe efectuar las aspersiones cuando se detecta los primeros síntomas (Saldoval, 2016).

(Saldoval, 2016) en su planteamiento señala que el control de enfermedades en vivero es una práctica fundamental para asegurar la producción de plántulas sanas y vigorosas, ya que enfermedades causadas por hongos, bacterias y nematodos pueden afectar la plántula y aumentar la mortalidad.

Mientras (Saldoval, 2016) menciona que debe realizarse un control de enfermedades antes de que las plántulas puedan verse afectadas en su totalidad. (Barva, 2012) añade que un adecuado espaciamiento de las plantas y la ventilación controlada del vivero ayudan a reducir la humedad excesiva, ya que es un factor que favorece el desarrollo de patógenos. Por otro lado, (Ramírez & López, 2021) destacan que un programa integral de control de enfermedades permite obtener plántulas uniformes y de alta calidad fisiológica, garantizando mejores resultados al ser trasladadas al campo definitivo.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

La presente investigación se realizó en la comunidad de Santa Isabell, ubicada a 23 kilómetros del municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega. Su clima se caracteriza por ser templado nebuloso, con temperaturas que oscilan de los 17° C a 23° C, con relieve montañoso. Con una altitud de aproximadamente 1,079 msnm, longitud con 89.1167 y latitud de 13.2167 (MINED, 2023) (Anexo 1).

El tipo de suelo que predomina en el lugar de estudio es arcilloso a franco arcilloso, presenta poca permeabilidad debido a la cantidad de materia orgánica que se les implementa, así se impide una excesiva infiltración (MINED, 2023).

#### **3.2. Tipo de paradigma**

La presente investigación recurre al tipo de paradigma positivista, ya que es un enfoque que enfatiza la objetividad, la medición y la experimentación para obtener conocimientos científicos. Recapita la realidad como objetiva y observable, busca la neutralidad en la investigación, utilizando métodos cuantitativos para medir y describir fenómenos mediante datos numéricos (Pérez A. A., 2024).

#### **3.3. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, considerando lo planteado por (Vega-Malagón, 2014), quien expresa que se utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar una o varias preguntas de investigación y posteriormente probar las hipótesis establecidas previamente. En este caso, se utilizó el enfoque cuantitativo para probar hipótesis, mediante la recopilación de datos con instrumentos cuantitativos.

#### **3.4. Finalidad y profundidad de la investigación (Alcance)**

En cuanto al alcance de la investigación, se obtiene un foliar orgánico que aporta al crecimiento y desarrollo de las plántulas de café, en etapa de vivero, con el propósito de adquirir plantas de calidad para ser trasplantadas y que tengan aspectos o características que con el paso del tiempo sean transformadas a rendimientos y calidad de producción.

El estudio experimental se justifica debido a la manipulación controlada de variables, donde se mantienen constantes plantaciones y se introducen tratamientos de foliar orgánico para

medir el impacto en un lapso determinado. Esto determina de una manera cuantitativa los efectos del foliar en el desarrollo del cultivo de café, a través de datos numéricos.

### 3.5. Según nivel de amplitud: transversal o longitudinal

La investigación experimental presenta un estudio transversal, ya que se realizó en un lapso corto y no requirió esperar un período de más de dos años, ya que se inició en el mes de enero del 2025, y se obtuvieron resultados en el mes de octubre del mismo año.

### 3.6. Descripción de la unidad de análisis experimental

En el estudio experimental, la unidad de análisis son las plántulas de café (*Coffea arábica*). Estas se establecieron en vivero donde se les proporcionó un ambiente controlado. Para el cálculo del tamaño de la población estimada se utilizó la fórmula de población finita, por lo que se definieron los siguientes datos: nivel de confianza del 95%, error estimado del 4% y una probabilidad de (0.8).

$$N= 1,000$$

$$Z= 95\%= 1.96$$

$$p= 0.8$$

$$q= 0.2$$

$$e= 4\%= 0.04$$

$$n= \frac{N \times Z^* \times p \times q}{e^* (N-1) + Z^* \times p \times q}$$

$$e^* (N-1) + Z^* \times p \times q$$

$$n= \frac{1,000 \times 1.96 \times (0.8) \times (0.2)}{0.04^* (1,000-1) + 1.96 \times (0.8) \times (0.2)}$$

$$0.04^* (1,000-1) + 1.96 \times (0.8) \times (0.2)$$

$$n= \frac{1,960 \times 0.16}{1.6 \times (999) + 1.96 \times (0.16)}$$

$$n= \frac{313.6}{1,596 + 0.3136}$$

$$n= \frac{313.6}{0.001596} = 196$$

$$1.6 \times (999) + 1.96 \times (0.16)$$

$$1,596 + 0.3136$$

$$0.001596$$

El tamaño de la población de acuerdo a los resultados de cálculo, es de 196 plántulas para cada tratamiento en estudio.

### 3.7. Definición de variables con su operacionalización:

Objetivos Específicos.	Variable	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Fuente de información
Identificar las propiedades físico químicas del fertilizante foliar orgánico mediante análisis laboratorial paramétrico	Propiedades físico químicas	Las propiedades físico químicas del fertilizante son característica que determinan su comportamiento y su efectividad en la nutrición de las plántulas.	Propiedades físicas Propiedades químicas	Color Aroma Viscosidad pH Concentración de macronutrientes (NPK) Concentración de micronutrientes, (Calcio, magnesio, Zinc)	Observación visual Olfato Viscosímetro Análisis laboratorial paramétrico	Foliar orgánico
Determinar la calidad de plántulas de café en los diferentes tratamientos del foliar orgánico en comparación	Calidad de las plántulas	La calidad de las plántulas se observa mediante característica que aseguran el crecimiento de las mismas, lo que a su vez influye en la producción y calidad.	Altura de la parte aérea de la planta Número de hojas Biomasa fresca y seca aérea y radicular	Longitud en cm por planta Número de hojas de las plantas Peso en gr de la cobertura aérea y la masa radicular	Hoja de campo	Vivero

con el tratamiento testigo	Índice esbeltez	de IE=Altura (cm)/Diámetro (mm)	Relación tallo/raíz	ITR= Peso seco aéreo / peso seco radicular	Índice calidad Dickson	de de Es la relación entre el peso seco total de la planta (gr) y la suma de la esbeltez y el Índice Tallo- Raíz	
Estimar la relación beneficio costo económico de los tratamientos en estudio	Relación beneficio- económico	Costo	La relación beneficio- costo analiza la comparación entre los beneficios económicos que se obtuvieron al implementar los tratamientos y los costos asociados a los mismos	Ingresos  Egresos	Venta de plántulas  Costo de los tratamientos	Hoja de campo	Tratamientos evaluados y plántulas

### 3.8. Diseños experimentales

En la investigación empleada está presente el efecto de tres tratamientos, lo cual obtuvieron cuatro repeticiones y un tratamiento testigo. En el crecimiento y desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica*), los tratamientos incluyen lo siguiente:

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados en la investigación

Tratamiento	Descripción
T1	foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración 8 cc por litro de agua)
T2	foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración 13 cc por litro de agua)
T3	foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración de 16 cc por litro de agua)
T4	plántulas de café testigo (ausencia de foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café)

Para la realización de la investigación se contó con un universo de 1,000 plántulas de café, obteniéndose una población de 196 plántulas para cada uno de los tratamientos, es decir; a 196 plántulas se le suministrará el T1, a 196 plántulas el T2 y a 196 plántulas el T3, y el T4 es el tratamiento testigo el cual consta en 196 plántulas de café con ausencia de foliar orgánico. Los tratamientos fueron suministrados a las plántulas cada 15 días con el propósito de observar cualquier variación con exactitud. El objetivo de este diseño fue evaluar la efectividad de los tratamientos y los procesos de cambio en situaciones donde las unidades de observación les han sido asignada un tratamiento testigo, por tanto, se logra al asignar un DCA.

Al utilizar en la investigación un Diseño Completo al Azar se garantizó que cualquier variación observada en los resultados se deba a los tratamientos aplicados y el número de repeticiones asignadas. Por tanto, se puede calcular las variaciones y determinar los efectos de los tratamientos en las plántulas con una mayor precisión. El DCA consta en que los

tratamientos sean asignados al azar para que cada unidad experimental tenga la misma probabilidad de recibir cualquiera de ellos.

Con respecto al bloqueo, no fue necesario en la investigación ya que se aplicó un DCA con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, lo que garantiza que la mínima variación observada en los resultados se deba a los tratamientos aplicados, por lo tanto, este diseño experimental no requiere de un bloqueo adicional.

### **Modelo Aditivo Lineal**

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

Donde  $Y_{ij}$  es la variable respuesta o dependiente, que representa el crecimiento en las plántulas de café.

$i$  = (tratamiento).

$j$  = (repetición).

$\mu$  = (es la medida general de la unidad experimental).

$T_i$  = (es el efecto fijo del tratamiento).

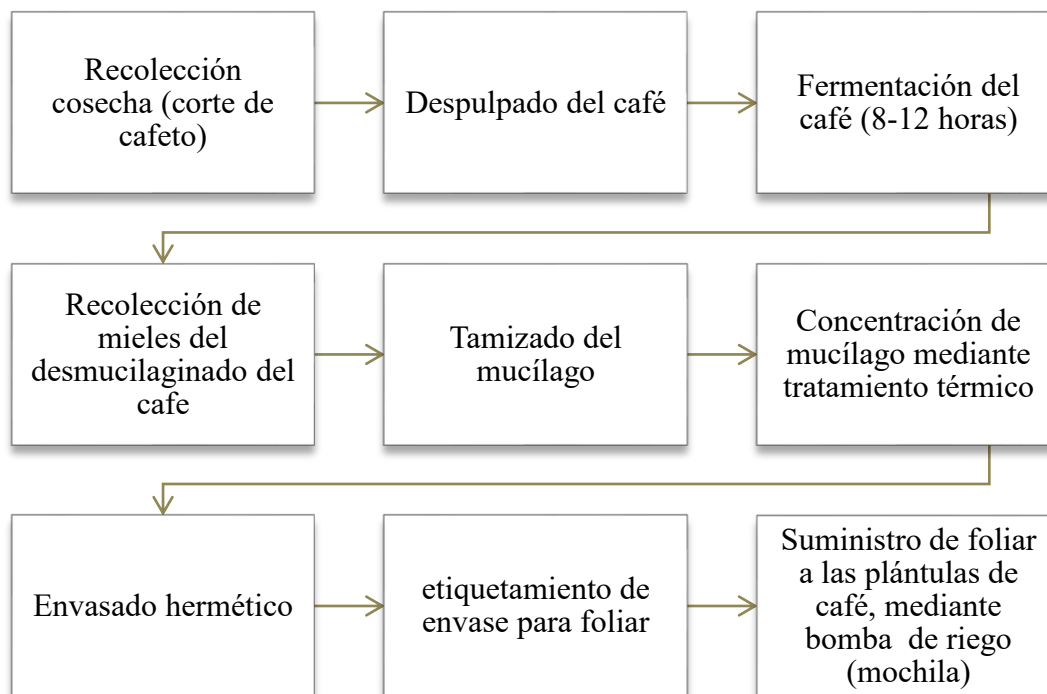
$E_{ij}$  = (error aleatorio que representa todas las fuentes de suministro que no sido tomadas en cuenta en el modelo)

El modelo aditivo lineal (MAL), permite analizar la influencia de los tratamientos sobre la variable dependiente, considerando los medios generales de todas las unidades experimentales y el efecto específico de los tratamientos, también, al incluir el error aleatorio en el modelo se pueden cuantificar las fuentes de cantidad que no han sido consideradas y determinar la precisión de los resultados obtenidos en la investigación. Por tanto, el Modelo Aditivo Lineal utilizado en este diseño experimental, busca analizar el efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plántulas de café, permitiendo la comparación de las plántulas con las diferentes dosificaciones establecidas y las plántulas testigo (sin foliar orgánico) y la estimación de la adquisición de los resultados.

En cuanto al manejo del diseño experimental se estima lo siguiente:

**Figura 1.**

*Flujo de proceso del foliar orgánico*



Para la realización del foliar orgánico a base de las mieles desmucilaginadas del café se realizaron una serie de procesos, donde primeramente se hizo la recolección del café (corte), luego, el despulpado mediante máquinas despulpadoras, luego, la recolección del mucílago se hizo mediante recipientes libres de contaminantes, se recolectaron 40 litros de mucílago.

Al día siguiente, se hizo el tamizado del mucílago y se empezó a realizar el procesamiento térmico, donde se utilizó un recipiente metálico de calentamiento. El proceso duró 6 horas donde estuvo a una temperatura constante de 94.8 °C. Luego, se dejó enfriar para envasarlo obteniendo 2 litros de foliar orgánico, se mantuvo en un lugar fresco para evitar cualquier alteración del producto.

La variedad de café que se estableció para la investigación es la variedad Catimor, en general, esta variedad es muy precoz, productiva y exigente en el manejo agronómico, especialmente

en la nutrición. Evidencia una mayor susceptibilidad a la enfermedad de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) (ANACAFE, 2019).

La recolección de semillas para establecer el semillero se realizó de manera selectiva, donde se seleccionaron las mejores plantas cosecheras, con buen vigor y calidad de grano donde se recolectó 1 libra de café, luego, se realizó la separación de la pulpa con el grano, de manera manual, con el objetivo de evitar cualquier daño que ponga en riesgo la calidad. Luego, se dejó 8 horas en el proceso de fermentación y posteriormente se hizo el lavado. El secado de los granos se realizó bajo condiciones óptimas, asegurando que no le diera la luz solar directa y tuvieran un 12 % de humedad para facilitar el proceso de germinación.

Posteriormente, se preparó un banco de germinación, donde se le dieron las condiciones necesarias para que las semillas estuvieran libres de cualquier daño ocasionado por condiciones ambientales y animales. Las semillas se distribuyeron por todo el banco, se taparon con hojas de musáceas y se adaptó una lona para reducir la intensidad de la luz solar. Los riegos se realizaron dos veces al día cuando había ausencia de precipitación, la germinación o brote de la semilla se dio en un lapso de 80 días, donde condiciones ambientales desfavorables como periodos de intensidad de precipitación redujo la oxigenación disponible para las semillas, por tanto, el embrión se asfixia y la germinación se vuelve lenta, también, las lluvias continuas disminuyeron la temperatura del suelo lo que retrasó los procesos metabólicos de la semilla.

La preparación del área para establecer el vivero se realizó en el lapso de 1 día, donde se hicieron las medidas necesarias para los bancos donde iban a ir establecidas las plántulas, se realizó un deshierbe en toda el área para evitar que las malezas ocasionaran daños al cultivo. Luego, se preparó el sustrato, el cual es suelo virgen de montaña, se limpió de todas las impurezas (piedras, terrones), y luego se llenaron las bolsas de polietileno de medida 6x7 pulgadas, se colocaron en los bancos, donde se establecieron 50 bolsas por cada banco.

Posteriormente, se hizo un riego para mantener la humedad del sustrato y luego se realizó el repique de las plántulas de café provenientes del vivero hacia las bolsas de polietileno, donde se proporcionaron las condiciones necesarias para que las plántulas se mantuvieran fuera de peligro de condiciones adversas (condiciones ambientales, plagas, enfermedades y animales), se mantuvo un monitoreo constante del sitio.

En la primera fase de establecimiento se hizo riego por la mañana y tarde durante 5 días continuos para que las plántulas se adaptaran rápidamente a su nuevo sustrato. Luego, el monitoreo se realizó cada 10 días con el propósito de observar cualquier variación en las plántulas.

La primera repetición de los tratamientos, es decir el foliar orgánico se aplicó a los 40 días, y posteriormente cada repetición se realizó cada 15 días, en cada día de aplicación se tomaron datos sobre la temperatura y humedad del ambiente, también se tomaron medidas sanitarias como el lavado de la bomba en cada aplicación con el objetivo de eliminar cualquier residuo.

Se mantuvo monitoreo constante durante toda la fase de vivero, donde se proporcionó el manejo agronómico, se realizó el control de malezas manual 3 veces en durante toda la etapa, también se hizo el monitoreo de plagas y enfermedades, donde se observó la presencia de Mancha de Hierro, el cual puede ser un trastorno fisiológico o una enfermedad causada por el hongo (*Cercospora coffeicola*), provocando manchas circulares de color marrón claro o rojizo en las hojas. Se propaga en condiciones altas de humedad y poca sombra. Su control implicó en mejorar la ventilación, evitar la exposición solar directa y utilizar el fungicida SCANNER, a razón de 2 cc por 5 litros de agua.

Por otro lado, se mantuvo monitoreo de manera constante los indicadores ambientales, los cuales son los mismos para todos los tratamientos presentes en la investigación:

Temperatura promedio del vivero: las temperaturas promedio variaron de 17 °C a 24 °C

Humedad relativa promedio: esta varía entre un 71 % hasta un 90 %

Nivel de iluminación en el vivero: el nivel de iluminación del vivero dependió de las condiciones climáticas, debido a que hubo meses donde la iluminación es imprescindible al igual que otros factores. Se estima que estuvo presente entre un 40-60 % los niveles de sombra, es decir que la iluminación en el vivero estuvo entre el 40 %.

La fase de vivero tuvo un periodo de cuatro meses donde se proporcionó el manejo adecuado en cuanto a sanidad de las plántulas, con el propósito de trasplantar plantas sanas, con buen sistema radicular y libre de cualquier patógeno que afecte su desarrollo en campo.

### **3.9. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos**

La recolección de los datos se llevó a cabo en la finca “El Porvenir”, dedicada al rubro cafetalero, se encuentra ubicada en la comunidad Santa Isabell, municipio de San Rafael del Norte departamento de Jinotega, donde se recolectarán datos en el año 2025.

La técnica empleada para la recolección de los datos fue la observación y el instrumento hoja de campo, para así recolectar datos de los indicadores a evaluar en los tratamientos.

Para la obtención de las mieles desmucilaginadas del café, se utilizaron recipientes con características adecuadas, como también, una buena higiene y desinfección, también, se levantó fecha de la recolección.

### **3.10. Validez o confiabilidad de los instrumentos**

La confiabilidad y validez de los instrumentos que se utilizaron en la investigación de la efectividad de foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea arábica*) etapa de vivero, Santa Isabell 2025 son de gran importancia para garantizar la precisión y calidad de los resultados obtenidos.

La validez de los instrumentos se realizó por medio de juicio de expertos con apoyo de docentes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, quienes revisaron y proporcionaron sugerencias.

En cuanto es a confiabilidad de la investigación, se tomaron medidas que garanticen que los instrumentos y procedimientos de recolección de datos sean válidos para el estudio investigativo. Aplicando las técnicas y protocolos recomendados por los expertos en la materia.

Como finalidad, se implementaron medidas rigurosas para garantizar la confiabilidad y validez de los instrumentos aplicados en la investigación sobre la efectividad de foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café en el cultivo (*Coffea arábica*) etapa de vivero, Santa Isabell 2025. Esto asegura que los resultados que se obtuvieron son precisos, confiables y de gran relevancia para la comunidad científica y los productores cafetaleros.

### **3.11. Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento, primeramente, se elaboró la base de datos en Microsoft Excel, posteriormente son procesados utilizando el software estadístico InfoStat 2020 versión estudiantil, se realizó un análisis de varianza (ANAVA) al 95 % de confianza, con separación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Mediante estos análisis se determinó cuál de los tratamientos se comportó mejor, es decir, el que fue más efectivo tal como lo plantea el objetivo de esta investigación el cual permitió realizar un análisis riguroso y detallado, donde se comprobó el cumplimiento de los supuestos de ANOVA, para luego realizar el análisis paramétrico, la prueba de normalidad se llevó a cabo para determinar si los datos presentaron una distribución normal, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk.

Posteriormente, los datos presentaron un valor menor a un p.v de 0.005, el cual no cumplieron con una distribución normal, por lo que se realizó un análisis de la varianza no paramétrica y se realizó la prueba de Kruskal Wallis encontrándose un p.v.  $< 0.001$  que indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Igualmente, estos procedimientos asegurarán la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio realizado.

### **3.12. Consideraciones éticas de la investigación**

En esta investigación se consideraron aspectos éticos relacionados con la responsabilidad ambiental, la integridad científica y la relación con el productor dueño de la finca.

Todas las actividades se realizaron con la autorización del productor, asegurando su conocimiento y aprobación de cada procedimiento realizado en el vivero. Se cuidó el acceso y uso de las instalaciones de la finca, evitando cualquier alteración en las áreas de cultivo que pudiera afectar la producción habitual. Las plántulas de (*Coffea arábica*) se manipularon con cuidado, garantizando su integridad y evitando daños innecesarios.

Por otro lado, la elaboración y aplicación del foliar orgánico se realizó evitando la contaminación de suelos y aguas, promoviendo prácticas sostenibles y de bajo impacto ambiental. Se aplicaron medidas básicas de seguridad durante la preparación del foliar y el manejo de los residuos, protegiendo al investigador y al entorno.

Todos los datos se recopilaron y registraron de manera objetiva, asegurando que los resultados reflejen fielmente la realidad observada en el vivero. También, Se minimizó cualquier riesgo de daño a las plántulas, suelo o al ecosistema circundante durante todas las fases de la investigación.

Se mantuvo una comunicación clara con el productor y se documentaron los procedimientos de manera rigurosa, promoviendo prácticas de investigación ética y responsable.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Propiedades físico químicas del fertilizante foliar orgánico

#### 4.1.1. Propiedades físicas

La tabla dos presenta los indicadores físicos del fertilizante foliar orgánico que fue suministrado a las plántulas de (*Coffea arábica*) en la etapa de vivero.

**Tabla 2.** Propiedades físicas del fertilizante foliar

<b>Indicadores</b>	<b>Observación</b>	<b>Medición</b>
<b>Color</b>	Ámbar intensamente luminoso	Observación visual
<b>Aroma</b>	Agradable	Olfato
<b>Viscosidad</b>	Baja	Copa Ford N°4

El fertilizante foliar orgánico presentó características físicas distintivas que reflejan su composición natural y el proceso de elaboración. En cuanto al color, se observó un color ámbar intensamente luminoso, atribuible a los azúcares, compuestos fenólicos y pigmentos naturales presentes en el mucílago, los cuales se transforman durante la fermentación y dan origen al color característico. Respecto al aroma, se percibió un olor a fruta cocida ligeramente dulce, típico de los productos orgánicos fermentados, este aroma indica una fermentación adecuada, en la que los microorganismos descomponen los azúcares y compuestos volátiles del mucílago sin generar olores desagradables, lo que sugiere una buena calidad del producto final.

En cuanto a la viscosidad del fertilizante foliar, esta fue medida mediante la copa Ford N°4 a una temperatura de 23°C, registrando un tiempo de flujo de 21.75s, lo que corresponde aproximadamente a 8.9 cSt (ProQuip, 2014), este valor indica que el fertilizante presenta baja viscosidad y buena capacidad de atomización, facilitando su paso por las boquillas del aspersor sin generar obstrucciones durante la pulverización y garantizando una buena distribución homogénea sobre la superficie foliar.

Estudios previos han demostrado que los subproductos del café, como el mucilago, pueden ser utilizados en la elaboración de fertilizantes foliares orgánicos, contribuyendo al crecimiento y

nutrición de las plantas (Castillo, 2015). Estos estudios se centraron principalmente en evaluar la eficacia del mucílago como fuente de nutrientes y su efecto en el desarrollo vegetal. En la presente investigación se desarrolló un fertilizante foliar orgánico a base de mucílago de café, el cual se caracterizó por color ámbar, aroma agradable y baja viscosidad, propiedades que facilitan su aplicación y absorción por las plantas. Si bien no existen estudios previos que hayan medido específicamente estos tres parámetros en un foliar elaborado con mucílago, la presente investigación aporta información novedosa sobre la calidad física y sensorial del foliar, constituyendo un avance en la utilización de subproductos del café en la producción de biofertilizantes.

#### 4.1.2. Propiedades químicas

La tabla tres presenta los resultados laborales de las propiedades químicas que fueron encontradas en el fertilizante foliar orgánico.

**Tabla 3.** Propiedades químicas del fertilizante foliar

<b>Parámetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>
<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	7,25	-	[potenciométrico]
<b>Materia orgánica</b>	N/A	%	[Walkley-Black]
<b>Nitrógeno</b>	0,99	%	[Digestión Kjeldah]
<b>Humedad (%H°)</b>	N/A	%	[Gravimétrico]
<b>Fósforo disponible</b>	0,68	Ppm	[Colorimétrico]
<b>Conductividad Eléctrica</b>	1363,00	μS/cm	[Potenciométrico]
<b>Ceniza</b>	N/A	%	[Gravimétrico]
<b>K</b>	0,97	%	[Espectrofotometría de AA]
<b>Ca</b>	0,10	%	[Espectrofotometría de AA]
<b>Mg</b>	0,03	%	[Espectrofotometría de AA]
<b>Fe</b>	405,00	Ppm	[Espectrofotometría de AA]
<b>Cu</b>	10,00	Ppm	[Espectrofotometría de AA]
<b>Mn</b>	21,50	Ppm	[Espectrofotometría de AA]
<b>Zn</b>	1,00	Ppm	[Espectrofotometría de AA]

En el análisis laboratorial paramétrico del fertilizante foliar orgánico elaborado a partir de mieles del desmucilaginado del café, se obtuvieron los siguientes resultados:

El pH fue de 7.25, siendo una solución neutra, la conductividad eléctrica de 1363  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que refleja la presencia de sales disueltas, al presentar un pH neutro adecuado facilita la absorción de nutrientes en el cultivo de (*Coffea arabica*) evitando problemas de toxicidad o bloqueo de nutrientes. El contenido de nitrógeno del 0.99% es moderado y puede contribuir al desarrollo vegetativo en etapa de vivero. Sin embargo, el fósforo disponible es de (0.68 ppm) lo cual es bajo en comparación con fertilizantes comerciales, lo que podría limitar el desarrollo radicular si no se complementa. La alta conductividad eléctrica (1363  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) indica una alta concentración de sales, lo que podría generar riesgos de fitotoxicidad si se aplica en exceso. Los micronutrientes, especialmente el hierro (405 ppm), están presentes en niveles significativos que pueden prevenir deficiencias comunes en plantas jóvenes.

Los resultados obtenidos son comparables con el estudio de Gómez et al. (2023), quien evaluó un fertilizante orgánico líquido a base de subproductos del café, encontrando un pH de 7.1 y una conductividad eléctrica de 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que demuestra una tendencia similar en la alta concentración de sales presentes en fertilizantes orgánicos derivados del cultivo de café. Sin embargo, los niveles de nitrógeno y fósforo en el presente estudio fueron menores, lo que muestra la necesidad de ajustes para mejorar la formulación. En contraste, el estudio de Ramírez y López (2022) reportó un contenido de fósforo de 1.2 ppm en un fertilizante orgánico foliar aplicado a café, lo que indica una mayor disponibilidad de este nutriente en comparación al presente análisis. Esto refuerza la importancia de optimizar la mezcla para lograr un balance más adecuado de nutrientes.

También, los resultados son comparables con el Plan Estratégico Nutricional del Café Catimor. Valores de Minerales y Nutrientes del Café Catimor en Etapa de Germinación y Plántula, citado por: Citado por: (Castro Piguave, 2023). Donde se expresa que los requerimientos de las plántulas en etapa de vivero son las siguientes: Nitrógeno (N) 3.5 – 4.5%, Fósforo (P) 0.40 – 0.70%, Potasio (K) 2.5 – 3.5%, Calcio (Ca) 0.7 – 1.2%, Magnesio (Mg) 0.30 – 0.50%, Azufre (S) 0.20 – 0.40%, Hierro (Fe) 60 – 120 ppm, Zinc (Zn) 30 – 50 ppm y Manganeseo (Mn) 50 – 100 ppm.

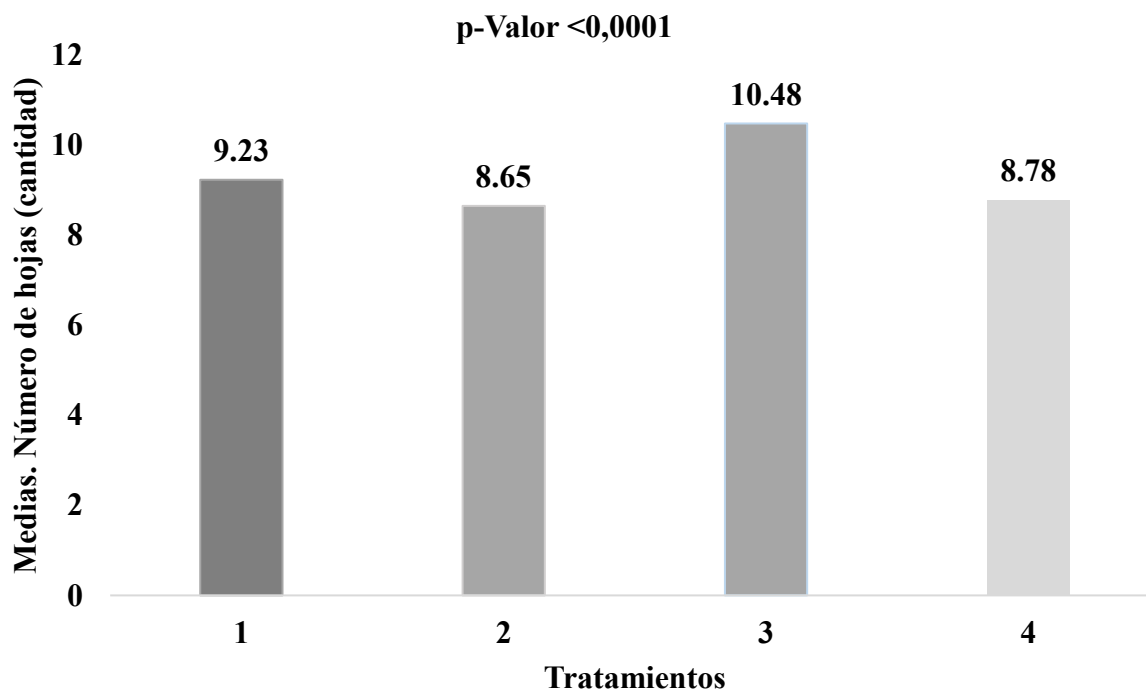
#### 4.2. Calidad de Plántulas de (*Coffea arábica*) etapa de vivero ante la aplicación de fertilizante foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café

##### Número de hojas

En la figura dos se muestra el número de hojas emitidas por las plántulas de café en la etapa de vivero a lo largo de la investigación, sometidas a tratamientos relacionados con diferentes dosis de fertilización orgánica. Desde el punto de vista estadístico se realizó la prueba de Kruskal Wallis, encontrándose que a nivel de los tratamientos si existe diferencia significativa presentando un p. valor de  $<0,0001$ .

##### Figura 2.

*Número de hojas de las plántulas en vivero por cada tratamiento*



Existe diferencia en el promedio de hojas emitidas por las plántulas del tratamiento 3 y 1 porque ambos tratamientos están con un mayor número promedio de hojas, el tratamiento 3 con 10.48 hojas lo que significa un incremento de 19.4% y el tratamiento 1 con 9.23, con incremento de 5.1%. En cuanto al tratamiento 2 presentó una ligera disminución en comparación con el tratamiento 4. Estos promedios generales significan que las plántulas con mayor dosificación de

foliar orgánico emitieron 0.65 hojas por semana y a testigo al cual no se aplicó foliar orgánico emitió 0.54 hojas por semana, considerando que el experimento duró 4 meses (16 semanas).

En Cenicafé, (Buitrago, 1983), estudió la tasa de crecimiento de las hojas en plántulas de almacigo de la variedad Caturra y se encontró que en las plántulas el primer par de hojas verdaderas aparece a los 70 días después de la germinación. Se ha observado que en las ramas primarias un par de hojas aparece cada 20 días aproximadamente.

Considerando los datos encontrados y teniendo en cuenta el tiempo que duró la investigación en campo, se determina que los tratamientos 3 y 1 presentaron el número de hojas en un rango aceptable para una plántula de café de 4 meses y estos datos coinciden con estándares reportados por (Arcila Pulgarín & Cenicafé, 2007), quien indica que en la etapa de vivero las plántulas de café desarrollan entre 5 y 6 pares de hojas verdaderas (10-12 hojas totales), dependiendo de las condiciones de manejo y nutrición.

### Altura de las plántulas

El gráfico tres, muestra la altura de las plántulas de café sometidas a tratamientos relacionados a diferentes dosis de fertilización orgánica. Encontrándose estadísticamente que a nivel de los tratamientos si existe diferencia significativa presentando un p. valor de <0.0001.

### Figura 3.

*Altura de las plántulas alcanzada en la etapa de vivero*



Los resultados muestran que el tratamiento 3 obtuvo la mayor altura con 11.59cm, seguido el tratamiento 2 con 10.13cm, plantas que alcanzaron valores intermedios son las del tratamiento 1 con 8.77cm y el tratamiento 4 con 8.47cm. En la literatura especializada, la mayoría de las guías técnicas recomiendan alturas superiores a 25–30 cm para el trasplante, considerando que a estas dimensiones las plántulas presentan un sistema radicular suficientemente desarrollado para enfrentar las condiciones del campo (ANACAFÉ, 2018).

Sin embargo, existen estudios que describen la altura de plántulas en fases más tempranas del vivero, donde la planta aún no alcanza la altura de trasplante convencional, pero que resulta útil para evaluar el desarrollo inicial y la eficacia de tratamientos de manejo en vivero. (Arizaleta, 2008) reportó que, en evaluaciones tempranas de plántulas de café bajo diferentes tratamientos de fertilización y tamaño de bolsa, las plantas alcanzaron una altura promedio de 10.96 cm, estos valores sugieren que, incluso por debajo de la altura estándar de trasplante, las plántulas pueden mostrar un desarrollo foliar y radicular suficiente en vigor y crecimiento, respuesta a tratamientos de nutrición o manejo del vivero.

Por tanto, el tratamiento 3 el cual posee la mayor dosificación de foliar orgánico a base de mucílago de café, fue el que obtuvo la mayor altura con un promedio de 11.59 cm.

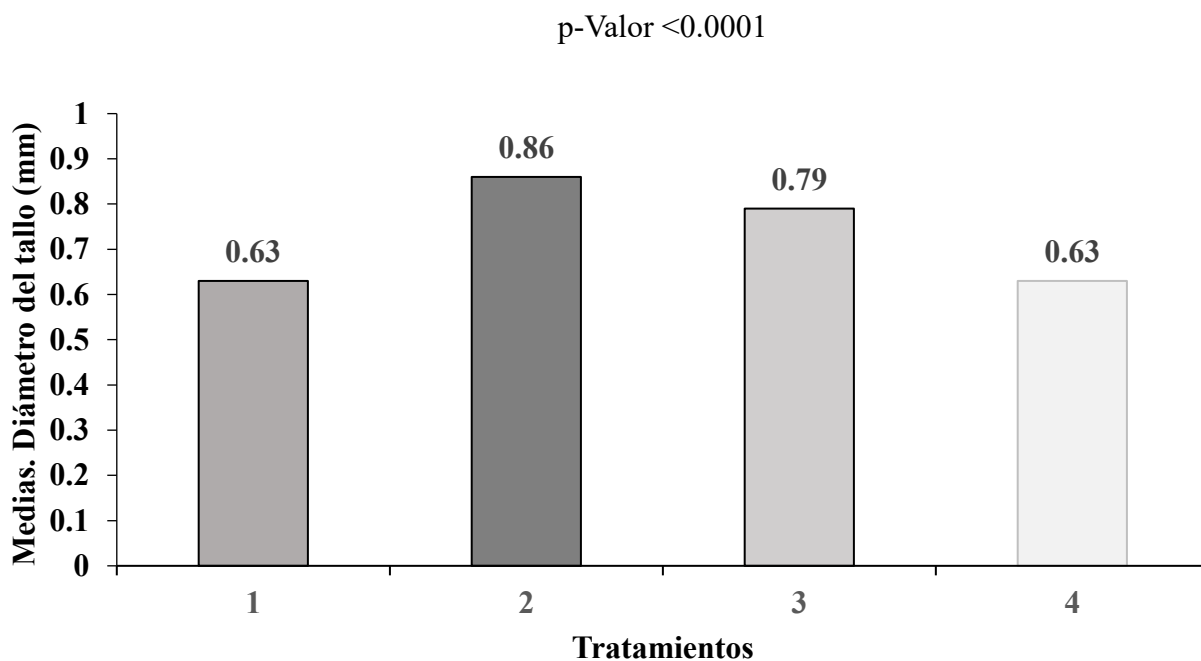
La fertilización foliar ha sido reconocida como una de las técnicas agronómicas más eficientes para promover el crecimiento vegetativo más rápido y uniforme en las plántulas de café durante la etapa de vivero (García, 2023).

#### **4.2.3. Diámetro del tallo**

Como se puede observar en la figura cuatro se muestra el comportamiento del diámetro en las plántulas de café, se realizó la prueba de Kruskal Wallis para esta variable, encontrándose que, si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, presentando un p. valor de  $<0.0001$ .

**Figura 4.**

*Crecimiento del diámetro del tallo alcanzado en plántulas de (Coffea arábica)*



En la presente investigación, las plántulas del tratamiento 2 alcanzaron valores mayores en diámetro con 0.86 mm, seguida del tratamiento 3 con 0.79 mm y el tratamiento 1 con 0.63 mm, y por último el testigo con 0.63 mm, habiendo una similitud en el tratamiento 1 y 4.

Según (López & Ramírez, 2014) señalan que las plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes y plantas con diámetros más pequeños son poco capaces de sostener tallos elongados, haciéndolos más vulnerables a sufrir daños. Los diámetros de las plántulas del presente ensayo no cumplen este nivel, lo que indica que estas plántulas podrían estar propensas a doblamiento por causa del viento una vez trasplantadas a campo.

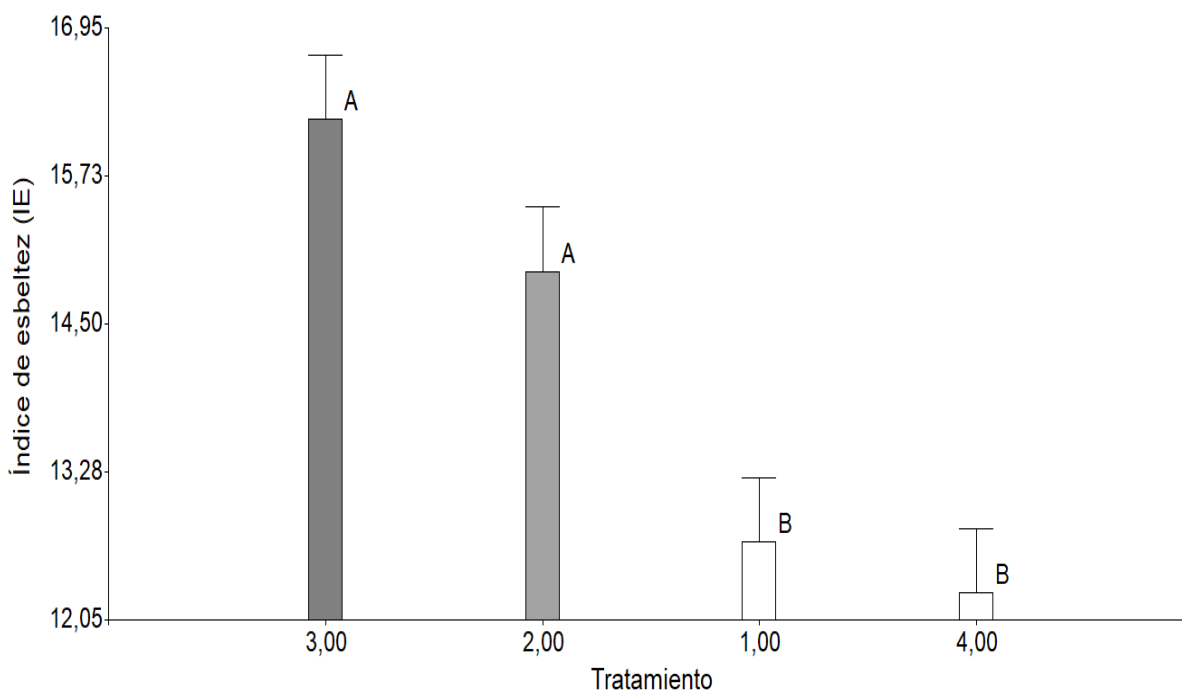
Dicho comportamiento puede deberse a factores como las condiciones que se encuentran las plántulas en el vivero, al estar agrupadas, el primer efecto que se refleja es la competencia por luz, lo que pudo haber provocado que las plántulas al estar aglomeradas crecieran verticalmente para recibir luz, restringiendo así el crecimiento potencial del diámetro.

## Índice de esbeltez

En la figura cinco, como se puede observar se realizó análisis de la varianza y posteriormente la prueba Tukey, lo que indica que entre el tratamiento 3 y 2 se encuentran en el grupo A y el tratamiento 1 y 4 se encuentra en el grupo B. Donde letras iguales significa que los tratamientos del estudio comparten la misma similitud estadísticamente.

**Figura 5.**

*Prueba Tukey para el índice de esbeltez*



El cociente de la altura sobre el diámetro da el índice de robustez, como un indicador de resistencia de la planta, el Instituto de Desarrollo Forestal (IDEFOR) y la Comisión Nacional Forestal (CNF, 2017) señalan que un índice de esbeltez mayor a 10 clasifica a la planta como muy alta y delgada, condiciones que reducen su estabilidad y capacidad de supervivencia en campo que indica que las plántulas con diámetros muy delgados no tendrán la capacidad de sostener un tallo elongado, lo cual lo hace propenso a doblarse. Por otra parte, es importante mencionar que valores altos de IE resulta ventajoso económicamente para el productor ya que el objetivo es obtener plantas con ciertas alturas en el menor tiempo posible, para así llevarlas al lugar de plantación y reducir costos; dado que el café se establece asociado con árboles y otros cultivos como musáceas y los daños físicos son menores.

En el presente estudio los valores en todos los tratamientos estuvieron por encima de lo establecido por la metodología, donde el grupo A que corresponde; tratamiento 3 muestra un valor de 16.19, el tratamiento 2 con 14.93 y el grupo B que corresponde; tratamiento 1 12,69 y el 4 con 12.27.

Estos resultados demuestran que el fertilizante foliar orgánico a base de mucílago de café, presentaron valores muy altos en cuanto al índice de esbeltez para las plántulas, lo que causa poca estabilidad y supervivencia en campo después del trasplante.

### Índice relación Tallo-Raíz

La tabla cuatro, muestra las medias del índice relación tallo/raíz (ITR) de café sometidas a diferentes dosis de fertilización orgánica, desde el punto de vista estadístico si hay diferencia significativa para esta variable ya que presento un p. valor de <0.0001.

**Tabla 4.** Prueba de Kruskal Wallis para el Índice relación Tallo-Raíz

<b>Variable</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>N trat</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>p.v</b>
Relación tallo/Raíz (ITR)	1.00	1	10	1.61	0.10	1.59	<0.0001
	2.00	2	10	1.85	0.15	1.84	
	3.00	3	10	1.00	0.05	0.98	
	4.00	4	10	2.14	0.09	2.13	

García (2014) menciona que esta variable indica la relación entre la parte transpiraste y la parte absorbente de la planta, por lo tanto, mejor calidad de planta se obtiene cuando la parte aérea es relativamente pequeña y la raíz es grande, lo que puede garantizar una mayor supervivencia ya que se evita que la transpiración exceda la absorción de agua.

El cociente de la biomasa aérea entre la biomasa radical permite conocer el ITR, el cual es uno de los indicadores de buena calidad de las plantas. la producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. Según (Rodriguez 2008), una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea, por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1. y 2.5 ya que valores mayores indican desproporción en un sistema radical insuficiente para proveer energía a la parte aérea de la planta.

En el caso de la presente investigación el tratamiento 1 presenta un valor de 1.61, el tratamiento 2 con 1.85, el tratamiento 3 con 1 y el tratamiento 4 el cual es el testigo presenta un valor de 2.14, por tanto, no cumple con los valores implementados en la metodología.

Por otro lado, el tratamiento 3 el cual tiene la mayor dosificación de foliar orgánico a base de mucílago, cumple con el rango establecido por lo que la biomasa área es igual a la radicular y se traduce en plántulas con mayor calidad.

### Índice de calidad de Dickson

El índice de calidad de Dickson, es uno de los mejores índices y más complejos para indicar la calidad de la planta, ya que integra todos los parámetros de los demás índices calculados. Desde el punto de vista estadístico se realizó la prueba de Kruskal Wallis, encontrándose que a nivel de los tratamientos si existe diferencia significativa presentando un p. valor de <0,0001.

**Tabla 5.** Prueba de Kruskal Wallis para el Índice de calidad de Dickson

<b>Variable</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>trat N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>p.v</b>
Índice de calidad de Dickson	1.00	1	10	0.38	0.07	0.36	<0.0001
	2.00	2	10	0.23	0.02	0.24	
	3.00	3	10	0.34	0.03	0.34	
	4.00	4	10	0.07	0.01	0.07	

Los tratamientos con mayor índice de calidad corresponden a los tratamientos 1 con un valor de 0.38, el 3 con un valor de 0.34. de igual manera, se observó que las plántulas con valor menor de calidad corresponden al tratamiento 2 con un valor de 0.23 y el tratamiento 4 con 0.07.

De acuerdo con (Villaseñor, Muñoz, Rueda, & Pietro, 2010) el índice de calidad de Dickson es considerado el parámetro más preciso para calificar la calidad de las plántulas, puesto que refleja tanto la robustez como la distribución de la masa. Los autores establecen que valores del ICD inferiores a 0.20 indican plántulas de baja calidad, valores entre 0.20 y 0.49 corresponden a calidad media, mientras que valores superiores a 0.50 son característicos de plántulas de alta calidad y mayor vigor para trasplante en campo.

Por lo anterior mencionado se observa que los tratamientos 1, 3 y 2 se encuentran en el rango de calidad media, por otro lado, el tratamiento 4 se encuentra en el rango de calidad baja. En este caso se afirma que la fertilización orgánica tuvo mucha influencia en el desarrollo de las

plántulas que fueron fertilizadas, según el índice de calidad obtenido fueron las mejores, y las de baja calidad fueron las plántulas no fertilizadas.

#### 4.3. Relación beneficio-Costo económico

Según datos obtenidos y al apreciar los resultados reflejados en la tabla seis, se puede decir que el tratamiento 3 es el que reflejó los mejores resultados de rentabilidad mostrando un beneficio de 944.11 córdobas, generando por cada plántula 4.24 C\$ de ganancia neta.

**Tabla 6.** Costo de los tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia neta por cada plántula (C\$)</b>
1	2.83
2	3.28
3	4.24
4	2.19

**Tabla 7.** Relación Beneficio Costo de los tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Ingreso C\$</b>	<b>Egreso C\$</b>	<b>Beneficio C\$</b>
1	768.00	106.57	661.57
2	864.00	109.89	754.11
3	1,056	111.89	944.11
4	633.00	101.25	531.75

Aunque los tratamientos comparten costos fijos, la variación en la dosis foliar implementada impactó directamente en los costos variables y en los ingresos generados por la calidad de las plántulas. El tratamiento 4 resulta el más rentable para los productores debido a que el egreso de 101.25 C\$ es menor que el de los otros tratamientos. Sin embargo, el tratamiento 3 alcanza la mayor relación beneficio-costo económico, con un beneficio de 944.11 C\$ total, aunque el egreso es de 111.89 C\$ el cual es el mayor de todos los tratamientos, el tratamiento 3 el cual posee la mayor cantidad de dosificación, aunque sus costos sean mayores, la aplicación del foliar orgánico es rentable, debido a que la fertilización ayuda al desarrollo y crecimiento de las plántulas, por tanto, también el productor obtiene resultados a largo plazo en rendimiento y calidad de cosecha.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis realizado a las propiedades fisicoquímicas del fertilizante foliar orgánico a base de las mieles del desmucilaginado del café, presentó un color ámbar luminoso, aroma agradable y baja viscosidad, lo que facilitó una pulverización uniforme sobre las hojas de plántulas de café. Su pH neutro (7.25) favorece la absorción de nutrientes, mientras que la alta conductividad eléctrica (13.63.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) indica una alta concentración de sales lo que requiere precaución para evitar riesgos de fitotoxicidad. Contiene N (0.99%), P (0.69 ppm) y K (0.97%) macro elementos esenciales que contribuyen al desarrollo saludable de las plántulas. Por tanto, se muestra que las propiedades fisicoquímicas del fertilizante son favorables para la aplicación en las plántulas de café en etapa de vivero.

Respecto a la evaluación realizada a las plántulas de café (*Coffea arabica*) en vivero, se determinó de manera general que hubo influencia significativa del fertilizante foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café como fuente de fertilización sobre las variables de crecimiento vegetativo (número de hojas, altura, diámetro del tallo) y de calidad de plántulas (coeficiente de esbeltez, relación tallo-raíz e índice de calidad de Dickson).

Plántulas con mayor dosis de foliar orgánico (T3) emitieron mayor número de hojas y fueron las más altas en comparación a dosis más bajas y cero fertilizaciones, así mismo, plántulas con mayor dosificación mostraron mejores índices de calidad, mayor índice de esbeltez (T2 y T3) relación tallo raíz (T3) y índice de calidad de Dickson (T1 y T3).

Con la aplicación de 16 cc disueltos en 1 litro de agua las plántulas fueron más altas, emitieron mayor número de hojas y se incrementó el índice de esbeltez, hubo una buena relación tallo-raíz y cumplieron el rango en el ICD. La no fertilización produjo plántulas más pequeñas e índices de calidad más bajos.

Aunque los tratamientos comparten costos fijos, la variación en la dosis foliar implementada impactó directamente en los costos variables y en los ingresos generados por la calidad de las plántulas. El tratamiento 3 es el que reflejó los mejores resultados de rentabilidad mostrando un

beneficio de 944.11 córdobas, la aplicación del foliar optimiza la inversión porque el beneficio generado superó el egreso. Por tanto, la aplicación del foliar le sería muy rentable al productor porque genera resultados favorables.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación se recomienda:

Para los productores, el uso de foliar orgánico a base de mieles del desmucilaginado del café, como una alternativa para reutilizar los subproductos que se encuentran en sus fincas y así implementarlo en el cultivo de café en etapa de vivero, logrando a reducir costos mediante su implementación, además, brinda una buena fertilización. En cuanto al almacenamiento del producto, se recomienda mantenerlo en un lugar fresco para evitar la fermentación por causa de temperaturas altas. Los resultados obtenidos pueden utilizarse como referencia tanto para el sector productivo como para futuras generaciones.

Realizar la aplicación de manera uniforme y bajo condiciones climáticas adecuadas para mejorar la absorción de nutrientes. Controlar la dosificación del foliar para evitar estrés por la alta conductividad eléctrica en las plántulas. Aplicar el foliar en las dosis que demostraron mayor beneficio, optimizando así la inversión en vivero.

En futuros trabajo de investigación tomar en cuenta los resultados obtenidos en este estudio, ya que aporta información sobre una estrategia más eficiente para el medio ambiente y el sector caficultor.

## VII. LITERATURA CITADA

- ANACAFE. (2017). *Fertilizacion del cafeto*. Obtenido de <http://www.ANACAFE.org.com>
- ANACAFÉ. (2018). *Guía técnica para la elaboración de viveros de café*. Obtenido de Recuperado de <https://www.anacafe.org/uploads/file/1dfff91b522447728bdc386e646d47a/Guia-elaboracion-viveros.pdf>
- ANACAFE. (2019). *Guia de variedades de cafe*. Nicaragua.
- BCN. (2016). *Café de Nicaragua*. Retrieved from Cafe de Nicaragua:.
- Cambiagro. (2025). *Etapas de plantación: semillero y germinador en café*. Plataforma digital especializada en agricultura , Fuente técnica editorial, Guatemala . Obtenido de <https://blog.cambiagro.com/cafe/etapa-de-vivero/>
- Castillo. (2015). *Validación del mucílago de café para la producción de etanol y abono orgánico*. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/elhigo/article/download/8637/9695/3001>
- Castro Piguave, C. A. (2023). *Respuesta en la germinacion de la semilla de cafe (Coffea arabica) var. Catimor con la utilizacion de soluciones nutritivas en sustrato de fibra de coco*.
- CATIE. (2015). *Cafe de Nicaragua*. Nicaragua.
- CATIE. (2015). *Producción sostenible de café en América Central*. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9223/BCO22118303.pdf>
- Cenicafé. (2020). *Nutrición de cafetales:Fertilice con mayor eficiencia agronomica y económica* . Seminario Científico , Federación Nacional de Cafetaleros . Obtenido de <https://doi.org/10.38141/10795/71138>
- CNF. (2017). *Metodología para la evaluación de calidad y levantamiento del inventario de planta en viveros forestales*. México. Obtenido de Recuperado de <https://idefor.cnf.gob.mx/uploaded/documents/METODOLOGIA-BOLSA.pdf>



- International, C. O. (2019). *Aspectos botánicos del café*. Obtenido de [http://www.ico.org/es/botanical\\_c.asp#bot](http://www.ico.org/es/botanical_c.asp#bot)
- Kew. (2024). *Coffea arabica L. In Plants of the World Online* . Informe Científico , Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. Obtenido de <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:7486-1>
- Kloter, & Keller. (2022). *Marketing management* . Pearson Education, Harlow, England . Obtenido de <https://www.pearson.com/store/p/marketing-management/P100000112>
- la Guía Más Agronomía, M. P. (2018). *Recomendaciones técnicas para la producción de café en vivero*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/330321289\\_Guia\\_mas\\_agronomia\\_mas\\_productividad](https://www.researchgate.net/publication/330321289_Guia_mas_agronomia_mas_productividad)
- López, & Ramírez. (2014). *Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre el crecimiento y calidad de las plantas de Pinus oocarpa*. Universidad Nacional Agraria . Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2755/>
- Lumbi, & Zeledon. (2015). *evaluacion de uso de micorrizas en el cultivo de cafe en etapa de produccion en la finca el Peten comunidad los Robles-Jinotega, Nicaragua*.
- Martínez, J. (2015). *Texto básico de manejo integrado de plagas*. Universidad Nacional Agraria , Managua, Nicaragua. Obtenido de [Agraria. https://repositorio.una.edu.ni/2447/2/nh10j61m.pdf](https://repositorio.una.edu.ni/2447/2/nh10j61m.pdf)
- MINED. (2023). *Sectores de San Rafael del Norte*. Obtenido de <https://www.mined.gob.ni/mapatradicionesculturapopular/listing/san-rafael-del-norte/>
- Moran. (2020). *Uso de la fertilización orgánica edáfica en el cultivo de arroz (Oriza sativa) en el Ecuador (componente práctico del examen del grado e carácter Comprensivo presentado al H.*
- Núñez, L. (2017). *Producción de bio-alcoholes a partir de mucílago obtenido con tres tecnologías utilizadas en el beneficio ecológico de café*. Tesis, Universidad de Manizales . Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/items/7926f77b-d515-4a18-9667-1174bf7ad9bd>

- Pérez, & Gómez. (2019). *Manejo Agronómico de semilleros y viveros de café*. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias .
- Perez, & Merino. (2015). *abono organico*.
- Pérez, A. A. (Mayo de 2024). *Un recorrido por los paradigmas de investigación*. MAESTRIA EN EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA , UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO.
- ProQuip, i. (2014). *Viscosity Conversion Chart*. Proquip, inc. Obtenido de Recuperado de: [https://proquipinc.com/wp-content/uploads/2014/04/viscosity\\_conversion\\_chart.pdf](https://proquipinc.com/wp-content/uploads/2014/04/viscosity_conversion_chart.pdf)
- Ramírez, & López. (2021). Biofertilizantes en viveros de café y su influencia en la germinación y vigor inicial. *Revista Agropecuaria Tropical*.
- Ramírez, & López, &. (2021). Uso de biofertilizantes foliares en viveros de café y su efecto. *Revista Agropecuaria*.
- Rodríguez. (2015). Aprovechamiento de subproductos del café y su impacto ambiental. *Revista de Ciencias Ambientales*. Obtenido de <https://www.scielo.org.co/pdf/rion/v31n1/0120-100X-rion-31-01-37.pdf>
- Rodriguez et al. (2015). *"Beneficio del café en Colombia, prácticas para el uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo de café"*.
- Rodriguez. et, a. (2015). *"Beneficio del café en Colombia, prácticas para el uso eficiente del agua y en control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café"*.
- Saldoval. (2016). *Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental*. (O. d. Café., Ed.)
- Sánchez, T., & Pérez, &. (2020). Manejo de semilleros y aplicación de foliares orgánicos para mejorar la uniformidad de las plántulas . *Revista Científica Agrícola* .
- Suazo. (2020). *caracterización morfológica y molecular de café (Coffea arabica L.)*.
- UNFLEP. (2022). Agenda Institucional de Investigación e Innovación 2022-2025.

Vega-Malagón, G. (2014). Paradigmas en la Investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal* . Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/236413540>

Villacis, & Aguilar. (2016). *comportamiento agronomico de cinco variedades de cafe (Coffea arabica), sometido a diferentes aplicaciones foliares de biol.* Santo domingo.



## Anexo 2. Tabla. Diseño Completo al Azar.

T1	T4	T1	T1	Foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración 8 cc por litro de agua)
T2	T3	T2	T2	Foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración 13 cc por litro de agua)
T3	T2	T3	T3	Foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café (concentración de 16 cc por litro de agua)
T4	T1	T4	T4	Plántulas de café testigo (ausencia de foliar orgánico de mieles del desmucilaginado artesanal del café)
T1	T2	T3		
T2	T4	T1		

## Anexo 3. Hoja de campo respecto a flujo de proceso del foliar

### Datos generales

**Finca:** El porvenir

**Fecha:** febrero del 2025

	Fechas de recolección de información	Registro de procesos	Fuente de información
	02/02/25	Recolección y despulpado de cafeto	
<b>Flujo de procesos</b>	02/02/25- 03/02/25	Fermentación del cafeto y recolección del mucilago (12 horas)	Foliar orgánico
	04/02/25	Tamizado del mucilago y proceso térmico (7 horas a 94° C)	

<b>Fechas de recolección de información</b>	<b>Registro de procesos</b>	<b>Fuente de información</b>
04/02/25	Envasado del foliar	
10/05/25	Etiquetado del foliar	

#### **Anexo 4. Hoja de campo respecto a variable (Propiedades físico químicas del fertilizante)**

##### **Datos generales**

**Finca:** El porvenir

**Fecha:** febrero del 2025

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fechas de recolección de información</b>	<b>Fertilizante foliar</b>	<b>Técnica de recolección</b>
Propiedades físicoquímicas del fertilizante	Color		Color ámbar intensivamente luminoso	Observación
	Olor	02/02/25	Aroma a fruta cocida ligeramente dulce	Mediante el olfato
	Viscosidad	02/02/25	Baja	Viscosímetro
	pH	10/03/25	7.25	Análisis laboratorial multiparamétrico
	Concentración de macronutrientes (NPK) Concentración de micronutrientes, (Calcio, magnesio, Zinc)	27/03/25	Nitrógeno: 0.99% Fósforo: 0.68 ppm Potasio: 0.97%	

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fechas de recolección de información</b>	<b>Fertilizante foliar</b>	<b>Técnica de recolección</b>
			Calcio: 0.10% Magnesio: 0.03 % Zinc: 1.00 ppm	

**Anexo 5.** Hoja de campo respecto a variable (calidad de las plántulas)

### **Evaluación del efecto del foliar en plántulas de café**

Fecha: 01 de octubre 025

Lugar: Finca el Porvenir. Y laboratorio de UNFLEP

<b>Repetición</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Altura en (cm)</b>	<b>Diámetro en (mm)</b>	<b>Peso fresco aéreo</b>	<b>Peso fresco radicular</b>	<b>Peso seco aéreo</b>	<b>Peso seco radicular</b>
-------------------	--------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------	----------------------------

**Anexo 6.** Procesos realizados para la obtención del foliar orgánico a base del desmucilaginado artesanal del café



**(Corte y recolección del cafeto, despulpado, proceso de fermentado, recolección del mucilago, tamizado del mucilago, proceso térmico) y medición de viscosidad.**

## Anexo 7. Análisis laboratorial paramétrico de foliar orgánico



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Laboratorio de Suelos y agua (UNA-LABSA)**  
**Formato del sistema de gestión**  
**Informe de resultados de análisis de Abono Organico**  
**LABSA-FG-7.8-02**  
**Versión 02**



Fecha de recepción de muestra: 10/3/2025  
 Fecha de Muestreo: 10/3/2025  
 Entidad: Javiera Jose Pineda Pineda  
 Contacto: Javiera Jose Pineda Pineda  
 Descripción de la muestra : Abono ( Muestras No.1)  
 Código/LABSA: AO-2025-0002

Fecha emisión/Informe: 27/3/2025  
 Fecha/análisis: 27/03/2025  
 Finca: EL Porvenir  
 Municipio: San Rafael del Norte  
 Departamento: Jinotega  
 Informe No. 12536

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
pH (H <sub>2</sub> O)	7,25	-	[potenciometrico]
Materia Orgánica	N/A	%	[Walkley-Black]
Nitrógeno	0,99	%	[Digestión Kjeldahl]
Humedad (%H <sup>o</sup> )	N/A	%	[Gravimetrico]
Fósforo disponible	0,68	ppm	[Colorimétrico]
Conductividad Eléctrica	1363,00	μS/cm	[potenciometrico]
Ceniza	N/A	%	[Gravimetrico]
K	0,97	%	[Espectrofotometría de AA]
Ca	0,10	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	0,03	%	[Espectrofotometría de AA]
Fe	405,00	ppm	[Espectrofotometría de AA]
Cu	10,00	ppm	[Espectrofotometría de AA]
Mn	21,50	ppm	[Espectrofotometría de AA]
Zn	1,00	ppm	[Espectrofotometria de AA]

Se da fe únicamente de la muestra analizada  
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

**Legenda:**  
 N/D: No detectado  
 N/A: No analizado



Lic. Xiomara Del Carmen Rodriguez Silva  
 Director de LABSA  
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO



-----FIN DE ESTE INFORME-----

---

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.  
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Pág 1 de 1
Emisión: 2024-01-24

## Anexo 8. Establecimiento de semillero de café



**Riego de semillero, emergencia de la semilla y germinación a los ochenta días después del establecimiento.**

## Anexo 9. Manejo de vivero del vivero



**Preparación de suelo, llenado de bolsas de polietileno, establecimiento de plántulas, riego, monitoreo, reducción de malezas y aplicación de fungicida.**

**Anexo 10.** Establecimiento del rotulado y aplicaciones de los tratamientos de la investigación



Anexo 11. Recolección de los indicadores presentes en la investigación



**Anexo 12.** Toma de datos de las variables estudiadas en la investigación



**Anexo 13.** Costos de los tratamientos estudiados

N.º	Materiales	Costo total C\$	T1	T2	T3	T4 (testigo)
1	Semilla (1 libra)	50.00 C\$	12.5 C\$	12.5 C\$	12.5 C\$	12.5 C\$
2	Bolsas de polietileno	150.00 C\$	37.5 C\$	37.5 C\$	37.5 C\$	37.5 C\$
3	Mano de obra	200 C\$	50.00 C\$	50.00 C\$	50.00 C\$	50.00 C\$
4	Fungicida	5.00 C\$	1.25 C\$	1.25 C\$	1.25 C\$	1.25 C\$
5	Foliar orgánico	133.00 C\$	44.33 C\$	44.33	44.33	0.00
6	Envase	50.00 C\$	16.6 C\$	16.6 C\$	16.6 C\$	0.00
7	Etiqueta	100.00 C\$	33.33 C\$	33.33 C\$	33.33 C\$	0.00
8	Mano obra de elaboración del foliar	200.00 C\$	66.66 C\$	66.66 C\$	66.66 C\$	0.00
9	TOTAL:	888.00 C\$	262.17 C\$	262.17 C\$	262.17 C\$	101.25 C\$

**Anexo 14.** Análisis estadísticos**Prueba de normalidad de variables de Shapiro Wilks**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Número de hojas	160	9,28	1,47	0,91	<0,0001
Altura de la plántula	159	9,75	1,86	0,91	<0,0001
Diámetro tallo	160	0,73	0,52	0,27	<0,0001
Índice de esbeltez (IE)	40	14.02	2.31	0.95	0.2869
Relación tallo/Raíz (ITR)	40	1.65	0.44	0.86	0.0010
Índice de calidad de Dickson	40	0.25	0.13	0.89	0.0018

### Prueba de Kruskal Wallis para número de hojas

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Número de hojas	1	1	40	9,23	1,33	9,00	33,20	<0,0001
	2	2	40	8,65	1,19	8,50		
	3	3	40	10,48	1,62	10,00		
	4	4	40	8,78	0,95	9,00		

### Prueba de Kruskal Wallis para altura de las plántulas

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Altura de las plántulas	1	1	40	8.77	1.01	9	81.57	<0.0001
	2	2	40	10.13	1.03	10		
	3	3	40	11.59	2.16	11.65		
	4	4	40	8.47	1.03	8.5		

### Prueba de Kruskal Wallis para diámetro de tallo

Variable	Tratamiento	N trat	N	Medias	DE	Medianas	H	p
Diámetro tallo	1	1	40	0.63	0.17	0.6	44.54	<0.001
	2	2	40	0.86	1	0.7		
	3	3	40	0.79	0.15	0.8		
	4	4	40	0.63	1	0.6		

### Prueba Tukey para Índice de esbeltez

Tratamiento	Medias	n	E.E	
3,00	16,19	10	0,53	A
2,00	14,93	10	0,53	A
1,00	12,69	10	0,53	B
4,00	12,53	9	0,56	B