

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y  
crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica*  
L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo**

**Para optar el título profesional de:**  
**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Junior Sandro TACZA BULLON**

**Asesor:**

**Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**Efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y  
crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica*  
L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR  
**PRESIDENTE**

---

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA  
**MIEMBRO**

---

Mg. José Hernán RODRIGUEZ HUATAY  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

## INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0125-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**TACZA BULLON, Junior Sandro**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – La Merced**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo**

Asesor  
**Mag. RODRIGUEZ HERRERA, Carlos**

Índice de similitud  
**17 %**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 10 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por HUANES  
TOVAR Luis Antonio FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 11.12.2024 05:50:19 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

*A Dios, mi Padre Celestial, por guiarme en  
cada paso de este viaje académico y darme  
la fuerza para perseverar; a mis queridos  
padres, por su dedicación y compromiso  
con mi educación; mi esposa e hijo, que en  
los días turbulentos han sido mi ancla, y en  
los buenos momentos, mi razón de sonrisas,  
y a mi querido Asesor, gracias por ser mi  
fuente de fortaleza y entendimiento en este  
logro académico.*

*Un agradecimiento especial al Ing. Ivan  
Sotomayor Cordova, Su experiencia,  
comprensión y paciencia contribuyeron a  
mi experiencia en el complejo y  
gratificante camino de la investigación.*

## **AGRADECIMIENTO**

Primero Agradecer a Dios por permitir tener una buena experiencia universitaria y guiar me cada día, a los docentes de la Universidad, su dirección académica, llena de sabiduría y estímulo, han sido fundamental para este proceso integral de formación. No puedo expresar con palabras cuánto valoro su apoyo y orientación a lo largo de este viaje académico.

A mi Asesor de tesis, extiendo mi sincero agradecimiento por su inestimable orientación y apoyo constante mientras fue mi asesor de tesis. Sus perspicaces comentarios y su incansable búsqueda de la excelencia han sido un faro de luz en el proceso de investigación. Ha sido un honor y un privilegio aprender bajo su tutela, ya que esta tesis perdurara dentro del conocimiento y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

## RESUMEN

El trabajo se ejecutó con el objetivo de: Evaluar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica L.*) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo. Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: T1: (0% de caña de azúcar); T2: (25% de caña de azúcar); T3: (50% de caña de azúcar); T4: (75% de caña de azúcar) y T5: (100% de caña de azúcar). Los resultados muestran que el efecto del compost de caña de azúcar a una dosis de 50%, muestra un efecto significativo en la fase de enraizamiento y crecimiento respecto de los demás tratamientos en la producción de plantones de cafeto en vivero. Las dosis inferiores o superiores al 50% de compost de caña de azúcar, no muestran un efecto superior diferenciándose su efecto en la fase de crecimiento foliar y el de desarrollo radicular en la producción de plantones de cafeto en vivero, esto lo corroboran las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, los cuales ubican al tratamiento T3 (50% de caña de azúcar) en el primer lugar en todas las variables evaluadas, y el tratamiento T1 (0% de compost de caña de azúcar) en el último puesto en todas las variables evaluadas. El uso de compost de caña de azúcar debe ser cuidadosamente regulado, ya que su aplicación en exceso, especialmente por encima del 50%, puede perjudicar el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la calidad de los plantones. Aunque el compost aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo, su exceso puede causar problemas como salinidad, competencia por nutrientes y alteraciones en el pH, afectando la salud de las plantas y su establecimiento en el campo. Además, una acumulación excesiva de materia orgánica puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas, complicando aún más la producción.

**Palabras clave:** Café, Abono, Caña de azúcar, Bagazo, Compost, Vivero.

## **ABSTRACT**

The study was conducted with the objective of evaluating the effect of sugarcane compost on the rooting and growth phases in the production of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) in a nursery under the conditions of Perene, Chanchamayo. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, consisting of 5 treatments with 4 replications per treatment. The treatments were: T1: (0% sugarcane); T2: (25% sugarcane); T3: (50% sugarcane); T4: (75% sugarcane); and T5: (100% sugarcane). The results indicate that the effect of sugarcane compost at a dose of 50% shows a significant impact on the rooting and growth phases compared to the other treatments in the production of coffee seedlings in the nursery. Doses lower or higher than 50% of sugarcane compost do not exhibit a superior effect, with differences observed in the leaf growth phase and root development in the production of coffee seedlings in the nursery. This is corroborated by Duncan and Tukey significance tests at the 5% level, which rank treatment T3 (50% sugarcane) in first place across all evaluated variables, while treatment T1 (0% sugarcane compost) ranks last in all assessed variables. The use of sugarcane compost must be carefully regulated, as excessive application, particularly above 50%, can adversely affect plant growth and development, as well as the quality of the seedlings. Although compost provides nutrients and improves soil structure, its excess can lead to issues such as salinity, nutrient competition, and alterations in pH, negatively impacting plant health and establishment in the field. Furthermore, excessive accumulation of organic matter may promote the development of fungal diseases, further complicating production.

**Keywords:** Coffee, Fertilizer, Sugarcane, Bagasse, Compost, Nursery.

## INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica L.*) representa uno de los cultivos de mayor relevancia a escala global, no solo por su valor económico, sino también por su relevancia cultural y social en muchas regiones productoras. En Perú, el cultivo de café es vital para la economía rural, especialmente en áreas como Chanchamayo, donde las condiciones climáticas y de suelo son propicias para su desarrollo. Sin embargo, la producción de plantones de café en viveros es un proceso crítico que determina el éxito del cultivo en campo (Bermúdez et al., 2015).

La fase de enraizamiento y crecimiento de los plantones es fundamental para asegurar un desarrollo robusto y sostenible del cafeto. Durante esta etapa, las plantas son particularmente vulnerables a factores ambientales y nutricionales, lo que hace necesario adoptar prácticas de manejo adecuadas que potencien su crecimiento (Gómez et al., 2017). La fertilización y el uso de sustratos adecuados son aspectos clave que pueden influir significativamente en la salud de los plantones.

El uso de compost, especialmente el compost de caña de azúcar, ha sido identificado como una alternativa viable para mejorar la calidad del sustrato en los viveros de café. Este tipo de compost no solo aporta nutrientes esenciales, sino que también mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de humedad y promueve la actividad biológica del sustrato (López et al., 2018). Sin embargo, la efectividad del compost puede depender de su proporción en la mezcla y de las condiciones específicas de cada región.

Diversos estudios han demostrado que la aplicación adecuada de compost puede resultar en un aumento significativo en el crecimiento de las plantas, favoreciendo el desarrollo de raíces y la expansión foliar (Sánchez & Hernández, 2016). Sin embargo, el exceso de compost puede tener efectos contraproducentes,

afectando negativamente la salud de las plantas y su capacidad para establecerse en el campo (Núñez & García, 2015).

La región de Perene, en Chanchamayo, presenta características agroecológicas únicas que pueden influir en la respuesta de los plantones de cafeto al uso de compost de caña de azúcar. Las condiciones climáticas, así como la variabilidad en la calidad del suelo, son factores que deben ser considerados al evaluar los efectos del compost en el desarrollo de las plantas (Valenzuela et al., 2019).

El estudio busca evaluar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento de los plantones de cafeto en vivero, y determinar la dosis óptima que maximice estos parámetros. A través de un diseño experimental riguroso, se pretende establecer la relación entre la proporción de compost y el desarrollo de los plantones, proporcionando información valiosa para los productores locales.

La investigación se enmarca en un contexto de sostenibilidad agrícola, donde el uso de insumos orgánicos como el compost se promueve como una alternativa a los fertilizantes químicos, que a menudo presentan efectos negativos en el medio ambiente (Gutiérrez et al., 2016). Es crucial incorporar técnicas de agricultura sustentable para potenciar la capacidad de resistencia de los sistemas de producción de café frente a los retos del cambio climático y la degradación de los terrenos.

En suma, se espera que los resultados de este estudio contribuyan a mejorar las prácticas de manejo en la producción de plantones de café en viveros, proporcionando a los agricultores herramientas para optimizar el crecimiento de sus cultivos y asegurar su viabilidad económica (Torres & Salas, 2018) promoviendo un enfoque más sostenible y eficiente en la agricultura, que beneficie tanto a los productores como al medio ambiente.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

### **CAPÍTULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema .....	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos .....	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos .....	4
1.5.	Justificación de la investigación .....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	6

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio .....	8
2.2.	Bases teóricas - científicas .....	10
2.2.1.	Abonos orgánicos .....	10
2.2.2.	El compost.....	15

2.2.3. El cultivo de café.....	19
2.3. Definición de términos básicos .....	24
2.4. Formulación de la hipótesis .....	25
2.4.1. Hipótesis general.....	25
2.4.2. Hipótesis específicas .....	25
2.5. Identificación de variables .....	25
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	26

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	27
3.2. Nivel de investigación.....	27
3.3. Método de investigación .....	27
3.4. Diseño de investigación .....	27
3.4.1. Modelo aditivo lineal .....	27
3.4.2. Análisis de variancia .....	28
3.4.3. Tratamientos experimentales.....	28
3.4.4. Unidad experimental .....	29
3.4.5. Croquis de campo.....	29
3.5. Población y muestra .....	29
3.5.1. Población.....	29
3.5.2. Muestra.....	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	30
3.8. Tratamiento estadístico .....	30
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica .....	30

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	32
4.1.1. Lugar de ejecución .....	32
4.1.2. Materiales y equipos .....	33
4.1.3. Descripción de los tratamientos .....	34
4.1.4. Evaluación de las variables .....	34
4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento .....	35
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	37
4.2.1. Longitud de raíz .....	37
4.2.2. Grosor de raíz .....	38
4.2.3. Altura de planta .....	40
4.2.4. Diámetro de tallo .....	42
4.2.5. Número de hojas .....	43
4.2.6. Longitud de hoja .....	45
4.2.7. Ancho de hoja .....	46
4.3. Prueba de hipótesis.....	48
4.4. Discusión de resultados.....	49

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.....	37
<b>Tabla 2:</b> Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para longitud de raíz.....	38
<b>Tabla 3:</b> Análisis de varianza para la variable grosor de raíz.....	38
<b>Tabla 4:</b> Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para grosor de raíz.....	39
<b>Tabla 5:</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta .....	40
<b>Tabla 6:</b> Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para altura de planta .....	41
<b>Tabla 7:</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.....	42
<b>Tabla 8:</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de tallo.....	43
<b>Tabla 9:</b> Análisis de varianza para la variable número de hojas .....	43
<b>Tabla 10:</b> Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para número de hojas ...	44
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza para la variable longitud de hoja.....	45
<b>Tabla 12:</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de hoja.....	46
<b>Tabla 13:</b> Análisis de varianza para la variable ancho de hoja .....	46
<b>Tabla 14:</b> Prueba de significación de Duncan al 5% para ancho de hoja.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Análisis del compost de caña de azúcar .....	59
<b>Figura 2:</b> Materiales para la construcción del tinglado .....	59
<b>Figura 3:</b> Compost de caña de azúcar .....	60
<b>Figura 4:</b> Distribución de las unidades experimentales.....	60
<b>Figura 5:</b> Evaluación de la altura de planta .....	61
<b>Figura 6:</b> Evaluación de la longitud de raíz .....	61
<b>Figura 7:</b> Evaluación de plagas y enfermedades .....	62

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En Perú, la producción orgánica se caracteriza por un rápido crecimiento, practicada en su mayoría por pequeños y medianos agricultores, con un alto potencial de generación de empleo, aumentando la contribución de las tasas de cambio que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica agrícola y los recursos naturales. La agricultura de selva alta, está concentrada en cinco productos, que constituyen más del 80% del valor de la producción agrícola en la zona, dentro de estos productos se encuentra el café.

En la región selvática central del Perú, la actividad cafetalera representa la principal fuente de ingresos económicos de numerosas familias encargadas de su gestión, procesamiento y venta, proporcionando trabajo a más de 20 mil individuos que dependen directa e indirectamente de esta cosecha.

La prosperidad de una cosecha de café comienza con una adecuada elección de semilla y con la generación de plantones de alta calidad en el vivero. Esta calidad no solo se basa en las propiedades genéticas de la semilla, sino

también en las características de los sustratos empleados, ya que es en este medio donde las plántulas experimentarán sus primeros etapas de vida.

La creación de plantaciones de café requiere inicialmente poseer características morfofisiológicas apropiadas, que aseguren un buen rendimiento y un desarrollo futuro en terreno definitivo. No es sencillo elaborar plantones de excelente calidad, para ello es necesario conocer una serie de técnicas y principios fundamentales. Estos, aunque no sean recetas, suelen ser empleados por estudiantes, técnicos y profesionales para optimizar la gestión de sus viveros.

Hoy en día, la turba es uno de los sustratos más empleados en la elaboración de plantones de café, gracias a sus propiedades físicas, químicas y biológicas que facilitan una magnífica germinación y desarrollo de las plántulas. Sin embargo, su alto precio hace inviable su uso para los pequeños productores, reduciendo significativamente su uso. Esto ha impulsado la búsqueda de sustratos alternativos que faciliten la producción de plantones de alta calidad, disminuyendo significativamente sus gastos de producción, utilizando sustratos fabricados con materiales orgánicos autóctonos como el compost y el humus, que además de ser económicos y sencillos de crear.

El compost es uno de los enfoques ecológicos de mayor relevancia, que promueve el reaprovechamiento de los residuos orgánicos para lograr un beneficio. El compost es un fertilizante de excelente calidad que carece de agentes patógenos o componentes químicos, dado que, durante el proceso de fermentación aeróbica, las temperaturas pueden ascender hasta los 80°C, lo que "esteriliza" la materia orgánica. Sin embargo, la riqueza del compost va a

depender de los insumos que se usarán en el para su elaboración, es así que la calidad del compost varia.

La investigación se origina con el objetivo de incrementar la producción y calidad de los plantones de café en el vivero, mediante el uso del compost de caña de azúcar. El objetivo es que en las unidades cafetaleras que se encuentran en el área de estudio de este estudio y en la selva central, se logren mejoras en el cultivo del café.

Ante esta problemática el trabajo de investigación se orienta a evaluar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo, con la finalidad de validar los resultados y que permitirán mejorar el proceso de producción de plantones de cafeto de alta calidad que garanticen el establecimiento de nuevas áreas cafetaleras con plantones que logren su desarrollo en campo definitivo y posteriormente que conlleve a incrementar la producción de café; trayendo consigo el bienestar de las familias cafetaleras de selva central.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

- Delimitación espacial: La investigación fue instalada en el ámbito del distrito de Perene, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. Ubicado en la región conocida como Selva Alta, entre las coordenadas  $10^{\circ}56'59"S$   $75^{\circ}13'37"O$ ; con una superficie aproximada de  $919.72\text{ km}^2$  y con una altitud aproximadamente de 650 msnm; con un clima tropical de sabana.
- Delimitación temporal: Los datos considerados para la realización de este estudio se corresponde a la campaña agrícola 2024.

- Delimitación temática: El estudio se fundamentó en el entendimiento de la producción del cultivo de café en el nivel de vivero.
- Delimitación académica: El proyecto de investigación propuesto satisface las exigencias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión respecto al nivel de investigación y el método de exposición para proyectos de tesis de pre grado, dentro del marco del reglamento de grados y títulos.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica L.*) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento en la producción de plantones de cafeto en vivero?
- ¿Cuál es el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de crecimiento en la producción de plantones de cafeto en vivero?
- ¿Cuáles son las características químicas del compost de caña de azúcar para ser usado en la producción de plantones de cafeto en vivero?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica L.*) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento en la producción de plantones de cafeto en

vivero.

- Determinar el efecto del compost de caña de azúcar en la fase de crecimiento en la producción de plantones de cafeto en vivero.
- Identificar las características químicas del compost de caña de azúcar para ser usado en la producción de plantones de cafeto en vivero.

### **1.5. Justificación de la investigación**

En los últimos años la producción orgánica constituye una alternativa sostenible, tanto en términos ecológicos, como económicos, aumentando la productividad de la planta y los ingresos económicos en la venta del café, al mismo tiempo que contribuye a la protección de los recursos naturales para futuras generaciones.

Una buena plantación de café se mantiene en el campo aproximadamente 10 años; pero este tiempo es consecuencia de un adecuado manejo del cultivo que debe empezar con la producción de plantones de alta calidad en vivero. Esta etapa es importante por cuanto asegura que en el campo definitivo se instalen plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades; asimismo depende mucho del tipo de sustrato en el que se desarrolla la planta de cafeto en su etapa inicial, la cual le dará las características que se busca para la instalación de un nuevo cafetal.

En la producción del café se presentan dos fases cruciales, la de vivero y la de crecimiento de la planta, las cuales conducen a la generación del fruto de café, que se recolecta para convertirse en una de las bebidas más relevantes a nivel mundial. Para la elaboración de viveros, sin importar el método y la forma

utilizada, se deben tener en cuenta una serie de recomendaciones y precauciones generales, pero que tienen un gran impacto en los resultados.

El uso de productos orgánicos en la producción de alimentos es conocido desde la época incaica, no obstante. La cantidad de elementos que necesita la planta es particular, depende de los materiales empleados en la elaboración de estos productos orgánicos. Por lo tanto, es imprescindible establecer cuál de estos es más impactante en la producción de plantones de café en vivero.

En la etapa de vivero es indispensable que la plántula proveniente del germinadero sea instalada en un sustrato de buenas características físicas y químicas que garanticen su desarrollo, es por ello que la preparación del sustrato se convierte en una etapa muy importante y dentro de ella el compost juega un rol importante como componente de este sustrato. Cada composta tiene características propias relacionadas con los materiales que se usaron para su elaboración, en tal sentido el compost de caña de azúcar tiene sus propias características que afectan el desarrollo del cultivo.

Por todo lo mencionado, es necesario el estudio del efecto del compost de caña de azúcar en la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo; y de esta manera lograr incrementar la producción de café orgánico en beneficio de las familias que se dedican a este cultivo.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

La ejecución de la investigación fue viable desde el punto de vista económico, utilización de recursos, humanos y materiales, asimismo no tuvo efectos negativos de ningún tipo sobre el medio ambiente y su desarrollo;

consideró el proceso productivo del cultivo en la fase de vivero y las condiciones ambientales.

No se presentaron limitaciones para la ejecución del trabajo de investigación, sin embargo, se consideró la posibilidad de limitaciones que pudieron presentarse en el desarrollo de la investigación debido a problemas de factores climáticos, social y salud que pudieron atentar con la integridad del personal y materiales de investigación, debido aún a la presencia del COVID-19 y al estado de emergencia en la cual está nuestro país.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

PECEROS (2020) indica que el propósito del estudio fue contrastar el impacto de la aplicación de compost de pulpa de café en las propiedades morfológicas y establecer la dosis más económica de compost de pulpa de café para el desarrollo de plantones de *Coffea arabica* L. Para ello, se empleó un diseño completo aleatorio, con cinco dosis de pulpa de café y tres repeticiones. Los hallazgos indican que la aplicación del 20% de compost de pulpa de café incrementa la altura de las plantas, el diámetro del tallo, la área de las hojas, la cantidad de hojas y el peso de tallos y hojas en comparación con el testigo, sin compost. Las plantas que reciben dosis de 0, 10 y 40 por ciento de compost de pulpa de café, muestran características similares en términos de altura, diámetro de tallo, área de hojas y peso de tallos y hojas. Las plantas que recibieron un 30% de compost de pulpa de café mostraron una mejor altura, área foliar, cantidad de hojas, peso de la raíz y peso de tallos y hojas en comparación con las que no recibieron compost. El porcentaje de compost más lucrativo de pulpa

de café para potenciar el crecimiento de plantones de Coffea arabica L., conocida como catuai, es del 24,58% de compost.

CALDERON y CALDERON (2023), manifiestan que el objetivo de la investigación fue. Evaluar el efecto de abonos orgánicos en café (Coffea arabica) variedad Tupi RN IAC 1669-13 en condiciones de vivero en la finca Vargas Villa Rica Oxapampa Pasco. Se probaron humus, compost y guano de isla cada una a dos dosis y un tratamiento control bajo el diseño completo al azar con siete tratamientos y prueba de Tukey para la comparación de los tratamientos. Los hallazgos indican que aspectos morfológicos como el número de hojas, el diámetro del tallo, la longitud de la raíz, el peso fresco de la raíz, el peso fresco de la parte aérea y la fuerza de la planta se potencian considerablemente con la aplicación de abonos orgánicos, en particular guano de islas y humus en cantidades bajas y altas. De igual manera, la precocidad de los plantones de café utilizando abonos orgánicos se altera positivamente en el prendimiento tras el repique y en los días para obtener plantas preparadas para el trasplante en 120 días con guano de islas y humus en ambas dosis, en comparación con el control de 170 días, logrando una precocidad de 50 días. La cantidad ideal de fertilizantes orgánicos para la elaboración de plantones de café es: guano de Isla 2 y 2.5 g y de humus 55 y 60 g por bolsa, respectivamente, dado que demostraron los resultados más favorables.

LENGLA, CARO, NUNJA y CRUZ (2021), manifiestan que el estudio analiza el impacto del compost (fabricado con derivados de caña de azúcar) para incrementar la productividad en el cultivo de lechuga. El propósito era establecer qué cantidad de compost produce un rendimiento superior en el cultivo de lechuga. Se lograron 28 kg de planta seca, 22 kg de guano de cuy, 25 kg de

bagazo y 25 l. de vinaza como fertilizantes orgánicos. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres bloques y cinco procedimientos, que incluyen: T1 = 0, T2=30, T3=45, T4=60, T5=75 g/planta. Los hallazgos indican que la prueba experimental T5 se distingue en comparación con otras pruebas en términos de características físicas de la planta, como el peso de la lechuga de 122.50 g., la longitud de la planta de 23.75 cm. Además, muestra un rendimiento comercial superior con 11.87 tn. No obstante, en el diámetro ecuatorial sobresalió el T4 con 19 cm. En relación con el estudio químico, el T5 registró un porcentaje inferior en g/100 g, de N, P, K, Ca, Mg, Na, y en partes por millón (ppm) igual cantidad de Cu en 2 ppm, pero con una concentración inferior de Fe, Zn y B. No obstante, en esta dosis se logró un rendimiento superior.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Abonos orgánicos**

Se considera abono orgánico a cualquier material de procedencia orgánica empleado para la fertilización de cultivos o como optimizador de suelos. Los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrientes, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son: Rhizobium, micorrizas, Azotobacter, etc. (MELÉNDEZ, 2003).

El cultivo orgánico del café necesita mantener o aumentar la materia orgánica, lo que resuelve algunas dificultades de fertilidad, una correcta retención de agua de las precipitaciones y un adecuado flujo de aire en el terreno. Hay varios abonos que son permitidos en agricultura orgánica, de los

que se debe tener la información posible y su composición química (BENZING, 2001; CUEVA, 2012).

La cantidad de nutrientes en los abonos orgánicos varía considerablemente, dependiendo principalmente de su procedencia y de su nivel de humedad. La mayoría de la N presente en los abonos se manifiesta en forma de sustancias orgánicas. La mayor parte de los nutrientes vegetales, como el fósforo, el potasio y el magnesio, se encuentran de manera inorgánica.

Los fertilizantes orgánicos promueven la variedad de microorganismos y producen un suelo equilibrado; propiciando una correcta nutrición de las plantas, las cuales son menos propensas a plagas y enfermedades, y de esta manera, se suprime el uso de pesticidas artificiales. Asimismo, se obtiene una reducción en los costos de producción y se evita la eliminación de los organismos y animales benéficos para el desarrollo de las plantas, la contaminación del ambiente y se evita un gran riesgo para la salud del hombre (CIAO, 1999).

#### **A. Ventajas de los abonos orgánicos**

Son fáciles de elaborar, se emplean materiales asequibles, fácilmente obtenibles y usualmente presentes en las fincas, suministran materia orgánica de manera continua, potencian la fertilidad de los suelos, los suelos mantienen su humedad y potencian la absorción de nutrientes, incrementan la macrofauna y la mesofauna del suelo, son beneficiosos para la salud humana y animal, ya que no son tóxicos, salvaguardan el entorno, la fauna, la flora y la diversidad biológica, promueven la instauración y reproducción de microorganismos beneficiosos en los terrenos de cultivo, y pueden representar una fuente extra de ingresos. (MAG, 2001).

## **B. Propiedades de los abonos orgánicos**

Según Promerinor (2009), citado por CASTILLO et al. (2014), las fuentes de materia orgánica o abonos orgánicos influyen en el suelo en tres clases de características:

### **a. Propiedades químicas**

Los fertilizantes orgánicos mejoran la capacidad de amortiguación del suelo, lo que disminuye las variaciones de pH de este, y también potencian la capacidad de intercambio catiónico del mismo, lo que resulta en un aumento de la fertilidad.

### **b. Propiedades físicas**

Por su color oscuro, el abono orgánico absorbe más las radiaciones solares, lo que genera una mayor temperatura y facilita la absorción de nutrientes. Este abono mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros los suelos arcillosos y más compactos los arenosos. Además, mejora la permeabilidad del suelo, dado que afectan el drenaje y aireación del mismo, reduciendo la erosión del mismo.

### **c. Propiedades biológicas**

Los fertilizantes orgánicos promueven la aireación y oxigenación del suelo, lo que incrementa la actividad de las raíces y la actividad de los microorganismos aerobios.

Además, estos fertilizantes orgánicos proporcionan energía a los microorganismos, facilitando su rápida multiplicación.

### C. Importancia de la relación carbono - nitrógeno (C/N)

La relevancia atribuida a la materia orgánica proviene de su función en el desarrollo de las plantas y seres del suelo, tales como: creación y consolidación de agregados, adsorción e intercambio de iones, abastecimiento de energía y nutrientes, habilidad para conservar la humedad, varios procesos de edafología y protección frente a la erosión del suelo. Las contribuciones de materia orgánica al suelo son vitales para conservar este elemento y la fertilidad del suelo a largo plazo. (PORTA et al., 1999).

Los dos elementos fundamentales de la materia orgánica son el nitrógeno y el carbono. Esta relación es crucial desde la perspectiva agronómica ya que controla el proceso biológico del suelo y ambos componentes son esenciales para la nutrición de las plantas. El balance de esta relación en el suelo controla los fenómenos metabólicos del nitrógeno y su mineralización, ambos con un ciclo perfectamente sincronizado. Las bacterias nitrificantes adquieren su energía oxidando el amoníaco, energía que emplean para metabolizar el carbono del gas carbónico del aire. El proceso de descomposición de los residuos vegetales se alarga a medida que aumenta la relación C/N, esto ocurre cuando la relación C/N supera los 33. Cuando la relación está entre 27 y 33 hay un equilibrio adecuado en la producción de humus y N, y cuando la relación C/N es menor a 17 hay una descomposición muy rápida y un buen establecimiento del N para las plantas (SUQUILANDA, 2003).

De acuerdo a NIETO et al. (2005), a medida que disminuye el valor de la relación C/N, aumenta el nivel de mineralización de la materia orgánica y,

en consecuencia, la calidad del suelo se incrementará. Si la relación C/N es excesivamente elevada, la contribución de materia orgánica no es aprovechable por las plantas. Esto se debe a que las bacterias y microorganismos que intervienen en el proceso de descomposición de la M.O, se alimentan del escaso nitrógeno que el suelo posee y la productividad del cultivo se ve impactada por la falta de este. El Cuadro 1 muestra que la mineralización de la materia orgánica se incrementa cuando la relación de C/N es inferior a 10, cuando la relación de C/N se encuentra entre 10 y 14 es aceptable, y cuando la relación de C/N supera los 14 se produce escasa mineralización de la materia orgánica.

#### **D. Mineralización de la materia orgánica**

El proceso de mineralización consiste en la degradación de la materia orgánica a través de los microorganismos presentes en el terreno. La aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, ya sea de restos vegetales o animales, aporta nitrógeno mayoritariamente en formas orgánicas no disponibles para la planta, por lo que debe ser transformado a formas inorgánicas fácilmente asimilables (nitrato y amonio), para que sea extraído por la planta (LI *et al.*, 2003).

La primera etapa del proceso de mineralización es la amonificación (conversión del nitrógeno orgánico a amonio) bajo la acción de microorganismos heterótrofos que usan sustratos de carbono como fuente de energía y compuestos orgánicos del tipo aminoácidos y nucleótidos como sustrato alimenticio. Luego continúa el proceso de nitrificación que consiste en la oxidación del amonio a nitrato por la acción de bacterias autotróficas y

esto ocurre en condiciones de buena aireación y a pH próximo a la neutralidad (VALÉ, 2006).

La materia orgánica dentro de ciertos límites, favorece directamente el crecimiento de las especies vegetales, produciendo un incremento adicional cuando los factores de crecimiento se alejan del óptimo deseable. La acción directa de las sustancias húmicas se debe a estimulación del metabolismo vegetal, mejora en los procesos energéticos, efecto hormonal y aumento de la permeabilidad de la membrana plasmática de las células de la raíz, que se traduce en mayor absorción de sales del suelo (BRADY y WEIL, 2008).

### **2.2.2. El compost**

El compostaje se refiere a la descomposición de desechos orgánicos mediante el proceso de microorganismos, modificando la estructura molecular de los compuestos orgánicos. Según el tiempo de descomposición, se da el grado de madurez al realizar biotransformación o degradación parcial (descomposición de un compuesto orgánico en otro similar) y mineralización o degradación completa, considerada ésta como la descomposición total de las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, residuos inorgánicos inertes o minerales que se incorporan a la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas (PUERTA, 2004).

El compost también se puede definir como:

- Conversión biológica bajo condiciones controladas, de material de desecho en un producto higiénico, rico en humus y relativamente estable que acondiciona el suelo y nutre las plantas (MATHUR, 1991).
- Proceso bioxidativo controlado que involucra un sustrato orgánico heterogéneo evoluciona pasando a través de una fase termofílica y una

liberación temporal de fitotoxinas; y permite la producción de dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (ZUCCONI, 1981 citado por MATHUR, 1991).

- Descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas (INTEC, 1997).
- Fermentación aeróbica de una mezcla de materiales orgánicos en condiciones específicas de aireación, humedad, temperatura y nutrientes, y con la intervención de bacterias, hongos y numerosos insectos (LABRADOR, 1996)

Durante este proceso, la materia orgánica heterogénea es transformada en un producto homogéneo conocido como “compost”, cuya calidad es variable y dependerá principalmente del tipo de materia orgánica utilizada, técnica de compostaje y tiempo de duración del proceso (AVENDAÑO, 2003).

Según MORENO, 2008, el compostaje representa un ecosistema donde distintas comunidades de microorganismos, compuestas por bacterias, hongos y actinomicetos, degradan secuencialmente la materia orgánica en presencia de oxígeno, produciendo un producto estable humificado que se combina con gases, agua y calor como residuos del metabolismo de los microorganismos. El tipo de microrganismos predominante se basa en las condiciones nutricionales y ambientales, en cuyas fluctuaciones participan sus propias funciones. La técnica del compostaje es una interacción compleja entre los residuos orgánicos y los microorganismos. La generación de aire y la generación de calor.

#### A. Tipos de compost

Una categorización frecuentemente aceptada para distinguir a los diferentes tipos de compost es la que se efectúa en función del procedimiento de sus

materias primas. No obstante, considerando los progresos en la investigación de compost alcanzados hasta ahora, tenemos que tener en cuenta que esta categorización puede fluctuar, considerando otros factores de evaluación, como la calidad del producto final, el grado de tecnología utilizada en el proceso productivo, entre otros.

En la siguiente lista se presentan los tipos de compost, clasificados según el origen de sus materias primas (ALARCÓN, 2004):

- Compost de maleza.
- Compost de maleza y broza.
- Compost de material vegetal con estiércol.
- Compost tipo Quick – Return. Elaborado por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, algas calcáreas, activador Quick – Return, paja y tierra.
- Compost de fracción orgánica de los residuos municipales.
- Compost de la fracción orgánica de los residuos municipales con restos vegetales.
- Compost de la fracción procedente del tratamiento anaeróbico de RM.
- Compost de lodos de depuradora de restos vegetales, de poda, serrines, cenizas o corteza.
- Compost de fracción orgánica de los residuos procedentes de la industria de producción de alimentos.
- Compost activado con levadura de cerveza.

Sea cual fuere el origen de los materiales a compostar y el destino del producto final, los requerimientos generales deben encaminarse a conseguir: aspecto y olor aceptables, correcta higienización, bajos niveles

de impurezas y contaminantes, niveles óptimos de componentes útiles para el suelo y una cierta regularidad en las características (ALARCÓN, 2004).

## B. Fases de elaboración de compost

JARAMILLO (2005) expone cuatro (4) etapas detalladas durante el procedimiento de compostaje, que se detallan a continuación:

- Mesófila: es la etapa inicial y se distingue por la presencia de bacterias y hongos, que son las primeras en iniciar el proceso debido a su gran tamaño; estas se multiplican y absorben los carbohidratos degradables con mayor facilidad, generando un incremento en la temperatura desde la del entorno a más o menos 40 °C.
- Termófila: durante esta etapa, la temperatura aumenta de 40 a 60 °C, los seres mesófilos se extinguen, las malas hierbas mueren y los organismos termófilos empiezan a degradarse. Durante los primeros seis (6) días, es necesario que la temperatura alcance y se conserve por encima de los 40 °C para minimizar o eliminar los patógenos para el ser humano y las plantas de cultivo. A temperaturas elevadas, numerosos microorganismos esenciales para el proceso fallecen y otros no se desarrollan debido a su esporulación. En esta fase se descomponen ceras, proteínas y hemicelulosas, y pocas veces la lignina y la celulosa; también en estas circunstancias se forman numerosas bacterias productoras de esporas y actinomicetos.
- Enfriamiento: la temperatura baja desde la más elevada obtenida durante el proceso hasta alcanzar la del entorno, se consume el material degradable con facilidad, se extinguen los hongos termófilos y el proceso persiste gracias a los organismos esporulados y

actinomicetos. Al comenzar la fase de enfriamiento, los hongos termófilos que se mantuvieron estables en las áreas menos calientes del proceso llevan a cabo la degradación de la celulosa.

- Maduración: Se puede interpretar la maduración como el complemento final de las etapas que suceden durante el proceso de fermentación, reduciendo la actividad metabólica. En esta etapa, el producto se mantiene durante al menos 20 días.

### **2.2.3. El cultivo de café**

Se cree que el café, al igual que la mayoría de las especies mencionadas, surgió en las zonas elevadas de Etiopía y Sudán, África, ubicadas a más de 1000 metros de altitud, cerca del Lago Tana, en latitud 12 a 15 grados norte. En esa región crece en estado silvestre y sub-silvestre y presenta una amplia variedad de tipos de cafés que han sido trasladados a numerosos países, constituyendo un acervo invaluable y una fuente incalculable y poco explotada de variabilidad genética, que puede ser aprovechada en las variedades cultivadas (CASTRO et al., 2004).

#### **A. Taxonomía**

CASTRO et al. (2004), manifiesta que la taxonomía del café es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Subfamilia	: Ixoroideae
Tribu	: Coffeeae

Género : Coffea

## B. Requerimiento del suelo

Los minerales esenciales para el crecimiento y producción de frutos, como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio, también conocidos como macro elementos, y también los micro elementos como el zinc, boro, hierro, molibdeno, manganeso y cobre, son cruciales para su desarrollo y fertilización. Parece que el cafeto no tiene requisitos claramente establecidos respecto a la naturaleza de los sustratos, dado que puede desarrollarse tanto en terrenos ácidos con texturas arcillosas a muy arcillosas, como en terrenos aluviales. En lo concerniente al pH de los sustratos admiten que las mejores condiciones se cumplen entre 4.5 y 5.0, pero resulta también evidente que el cafeto pueda desarrollarse a pH 7, por lo que este criterio no debe tomarse con excesivo vigor (GUERRERO, 2012).

## C. Producción de plantones de café en vivero

Según MARÍN (2012), la elaboración de plantones de café en el vivero implica un conjunto de tareas que se detallan a continuación.

### a. Germinador

La elección de semilla es una tarea inicial, por lo que se aconseja establecer lotes uniformes con plantas que han estado en producción durante cuatro a ocho años. Elegir y señalar plantas madres de alto rendimiento, capacidad para resistir plagas y enfermedades, recolectar cerezos maduros en la parte central de la planta y rama durante el proceso de cosecha completa. La primera elección consiste en hacer flotar los cerezos, despulpar manualmente para evitar dañar las semillas,

fermentar, lavar y secar bajo sombra. La selección de las semillas se basa en su forma y tamaño, eliminando los granos como caracolillos, triángulos, mordidos, elefantes, conchas, partidos, pequeños y brocadas. Las semillas deben ser desinfectadas con ceniza o fungicida de la sustancia activa Carboxin + Captan, en una dosis de 2 g/kg de semilla, y deberán ser almacenadas en sitios secos, ventilados y exentos de elementos contaminantes durante un máximo de seis meses, manteniendo una humedad no superior al 18 al 25%.

La germinación tiene una duración de alrededor de 60 a 75 días y implica situar la semilla en un lugar propicio para el desarrollo de la radícula y las hojas cotiledonales. Se elabora un cajón para un kilogramo de semilla, con una superficie de 1 m<sup>2</sup> y una profundidad de 20 cm. Se emplea como sustrato principal arena de río lavada o tierra negra de bosque virgen, correctamente cernida. Se consigue desinfectar el sustrato a través del uso de cuatro cucharadas de lejía para 7.5 L de agua. Después de desinfectar, alinear el sustrato con una regla de madera y sembrar las semillas de manera volátil, asegurándose de que no se mezclen entre sí. Las semillas deben ser cubiertas con una capa de sustrato (arena), que debe tener el doble del espesor de la semilla. Para mantener la humedad del sustrato, se debe cubrir el germinador con costal de yute, hojas de palmera, quillo o gramíneas. De esta manera, se provocará la germinación de la semilla. Regar mañana o tarde, cuando se requiera. Una vez que las plántulas han emergido, alrededor de los 40 a 45 días, se elimina la cubierta (costal de yute o hojas) y se edifica un tinglado de alrededor de 1.5 m de altura para

resguardar las semillas que han germinado. Para los 60 a 70 días posteriores a la siembra, estarán en una condición de cachaquito (fosforito), preparados para ser repicados y llevados al vivero.

**b. Vivero**

Es el sitio en el que se generan los plantones, hasta que alcancen entre cuatro y seis pares de hojas en un periodo de cuatro a seis meses. Es necesario ubicar en un terreno plano o con una ligera inclinación (4%), resguardado de la entrada de animales, próximo a un recurso acuático, de fácil acceso y en un punto estratégico para la distribución de plantas en el campo definitivo. El cultivo de sustrato debe realizarse preferentemente en bosques primarios o secundarios, cernidos de sustrato, con una malla con una abertura de 1 cm<sup>2</sup> y enriqueciéndolo con compost y arena. El proceso de embolsamiento implica llenar las bolsas con el sustrato, ejerciendo presión con los dedos para asegurar un llenado correcto de la base y las esquinas. Usando una estaca, se aplica una presión homogénea para prevenir la deformación y las áreas vacías en la bolsa; se aconseja utilizar bolsas de 5"x7" con perforaciones de 1mm (para el drenaje). Al concluir el embolsado, es necesario alinear correctamente el sustrato embolsado con un cordel, teniendo en cuenta un número de seis a ocho bolsas de ancho y longitud de cama según la disposición del espacio, manteniendo una separación de 40 cm entre las camas.

Es necesario extraer y elegir las plántulas durante la fase fosforitos del germinador, descartando aquellas con raíces torcidas, bifurcadas, atrofiadas y con presencia de enfermedades. Despues, se limpian las

raíces con agua limpia y se desinfectan con Captan + Flutolanil con una concentración de 2 g/L de agua. Una vez hecho esto, se lleva a cabo el repique, que implica llevar a cabo el trasplante de las plántulas al vivero, llevando a cabo tareas como regar el sustrato embolsado con un repicador, efectuar hoyos en el centro de la bolsa, ubicar las plántulas (fosforitos) considerando que la raíz no esté doblada. Si la raíz excede los 6 cm de longitud, al efectuar el despunte, es necesario tener en cuenta que el cuello de la plántula se alinee con el rasgo del sustrato embolsado y presionar correctamente el sustrato para prevenir la formación de bolsas de aire alrededor de la raíz.

Es necesario edificar un tinglado de 1.8 a 2.0 m de altura, estableciendo postes perimetrales cada 3 a 5 m, empleando malla de raschel y materiales del área (como hojas de palmera), que facilitan la regulación de la entrada de luz con un 40% de sombra y un 60% de luz. Tras obtener cinco a seis pares de hojas en los plantones, retirar gradualmente el tinglado para ajustarlos a las condiciones de campo finales. En el vivero se deben llevar a cabo tareas como el riego diario manteniendo una humedad adecuada, el deshierbo mensual, la aplicación de abono foliar mensualmente, la vigilancia de plagas y enfermedades de forma constante y a tiempo. Es necesario gestionar la sombra. Al comienzo, se debe permitir un 60% de luz, y a partir del cuarto mes, se debe permitir un 100% de luz hasta su traslado a campo definitivo. Es necesario fertilizar los plantones una vez que surjan los primeros pares de hojas auténticas, siendo posible utilizar guano de isla (4 g/bolsa) o fosfato

diamónico (2 g/bolsa). Si se requiere, efectuar una segunda fertilización cuando surjan los cuatro pares de hojas.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Café:** El café se produce a través de la infusión de agua caliente a través de los granos tostados y molidos de los frutos de la planta del café (cafeto); resulta sumamente estimulante debido a su contenido de cafeína, un compuesto psicoactivo. Se trata de uno de los productos más vendidos a escala global, además de ser una de las tres bebidas más ingeridas por las personas (junto con el agua y el té).
- **Abono:** Un abono o fertilizante es cualquier compuesto orgánico o inorgánico que posee nutrientes en formas que las plantas pueden asimilar, con el objetivo de conservar o aumentar la cantidad de estos componentes en el suelo, potenciar la calidad del sustrato en términos nutricionales, fomentar el desarrollo vegetal de las plantas, entre otros aspectos.
- **Caña de azúcar:** La caña de azúcar es una planta tropical perenne que desarrolla brotes laterales en la base para generar varios tallos, usualmente de 3 a 4 m (10 a 13 pies) de altura y aproximadamente de 5 cm (2 plg) de diámetro. Los tallos se transforman en tallos de caña, que al madurar representan aproximadamente el 75% de la planta completa. Un tallo desarrollado suele tener entre 11 y 16 % de fibra, entre 12 y 16 % de azúcares solubles, entre 2 y 3 % de carbohidratos sin azúcar y entre 63 y 73 % de agua.
- **Bagazo:** Resto fibroso producto de la trituración, presión o fermentación de frutos, semillas, tallos, entre otros, con el fin de obtener su jugo, en particular el de la vid o la caña de azúcar.

- **Compost:** El compost, también conocido como compost, es un producto obtenido a partir de diversos materiales orgánicos, que son sometidos a un proceso biológico regulado de descomposición conocido como compostaje. El concepto proviene del latín *compositus*, que significa unir.
- **Vivero:** Un vivero, del latín *vivarium*, es un grupo de instalaciones agronómicas donde se cultivan diversas especies vegetales hasta que llegan al estado idóneo para su distribución, venta o consumo personal. En otras palabras, los viveros son lugares particularmente enfocados en la generación de plantones de la máxima calidad y al costo más bajo posible.

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El compost de caña de azúcar afecta la fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en vivero en condiciones de Perene, Chanchamayo.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- El compost de caña de azúcar tiene efecto en la fase de enraizamiento en la producción de plantones de cafeto en vivero.
- El compost de caña de azúcar tiene efecto en la fase de crecimiento en la producción de plantones de cafeto en vivero.
- Las características químicas del compost de caña de azúcar son óptimas para ser usado en la producción de plantones de cafeto en vivero.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

- Compost de caña de azúcar

### **2.5.2. Variable dependiente**

- Fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto

### **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>Independiente:</b> Compost de caña de azúcar.	Dosis	T1: 0 %
		T2: 25 %
		T3: 50 %
		T4: 75 %
		T5: 100 %
<b>Dependiente:</b> Fase de enraizamiento y crecimiento en la producción de plantones de cafeto.	Longitud de raíz	cm
	Grosor de raíz	mm
	Altura de planta	cm
	Diámetro de tallo	mm
	Número de hojas	Unid.
	Longitud de hoja	cm
	Ancho de hoja	cm

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El proyecto de investigación se clasifica según el propósito como investigación aplicada.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El trabajo de investigación pertenece al nivel de investigación experimental.

#### **3.3. Método de investigación**

En esta investigación se utilizó el método deductivo.

#### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño experimental utilizado en el desarrollo del proyecto de investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos más un testigo y 4 repeticiones por tratamiento.

##### **3.4.1. Modelo aditivo lineal**

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

Donde:  $Y_{ij}$  = Es una observación cualquiera  
 $\mu$  = Media poblacional  
 $t_i$  = Efecto aleatorio del  $i$ -ésimo tratamiento  
 $\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

### 3.4.2. Análisis de variancia

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$	Sig
					0.05	0.01
<b>Tratamientos</b>						
<b>Error</b>						
<b>Total</b>						
$S =$		$\bar{x} =$		$C.V. =$	$\%$	

Para la clasificación de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Duncan y Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

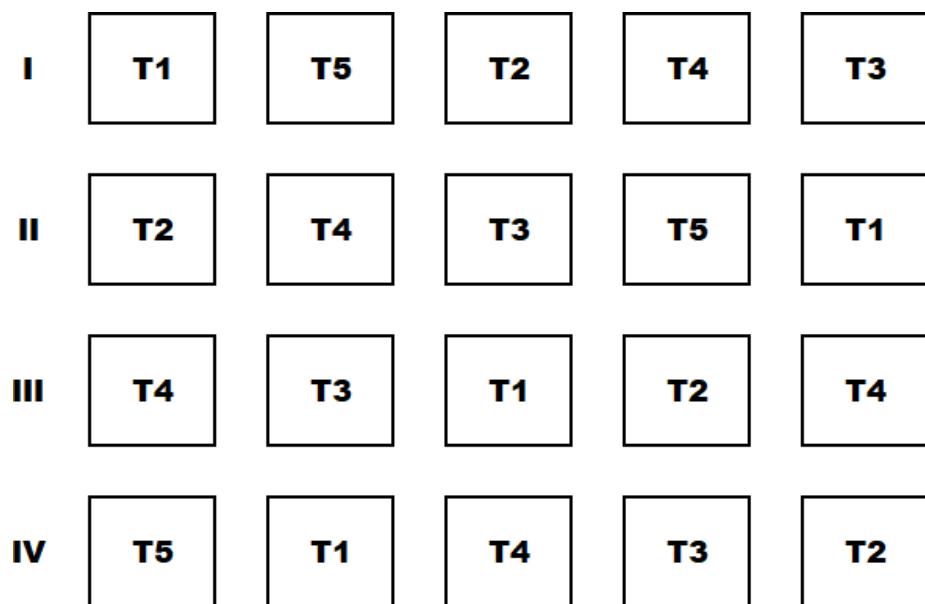
### 3.4.3. Tratamientos experimentales

No	Clave	Porcentaje de compost de caña de azúcar
1	T1	0 %
2	T2	25 %
3	T3	50 %
4	T4	75 %
5	T5	100 %

### **3.4.4. Unidad experimental**



### **3.4.5. Croquis de campo**



## **3.5. Población y muestra**

### **3.5.1. Población**

La población estuvo constituida por 20 plantas de café repicadas embolsadas por unidad experimental, haciendo un total de 400 plantas de café, que fueron instaladas en vivero para su evaluación.

### **3.5.2. Muestra**

En cada unidad experimental la muestra estuvo constituida por 3 plantas de café embolsadas por unidad experimental haciendo un total de 60 plantas de café.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación, que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la realidad que se estudia y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas de colección y registro de datos.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico SPSS Ver. 26, y los estadísticos que nos permitieron inferir la población fueron: la Media, la Varianza, la Desviación estándar y el Coeficiente de variabilidad.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Para contrastar las medias de los tratamientos, utilizamos el análisis de varianza y su estadístico F para llevar a cabo la prueba de hipótesis. Además, se utilizaron las pruebas de significación de Duncan y Tukey (5%) para clasificar a las medias de los tratamientos; para los datos obtenidos por contadas se realizó la transformación utilizando:  $\sqrt{x}$

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

En el desarrollo del trabajo de investigación se tuvo en cuenta en la práctica los principios de la ética del investigador, principios que nos permitieron consolidar el progreso del conocimiento y la comprensión y progreso del estatus de nuestra sociedad. En tal sentido se puede manifestar que los resultados del trabajo de investigación servirán de referencia para otros trabajos similares y que contribuirá al conocimiento en la producción de plantones de café con las que los agricultores podrán contar para incrementar o

mantener los niveles de producción y de ingresos para sus familias; es así que  
doy fe que lo que se obtuvo en el presente documento está representado en sus  
resultados fiel a las evaluaciones realizadas en el vivero.

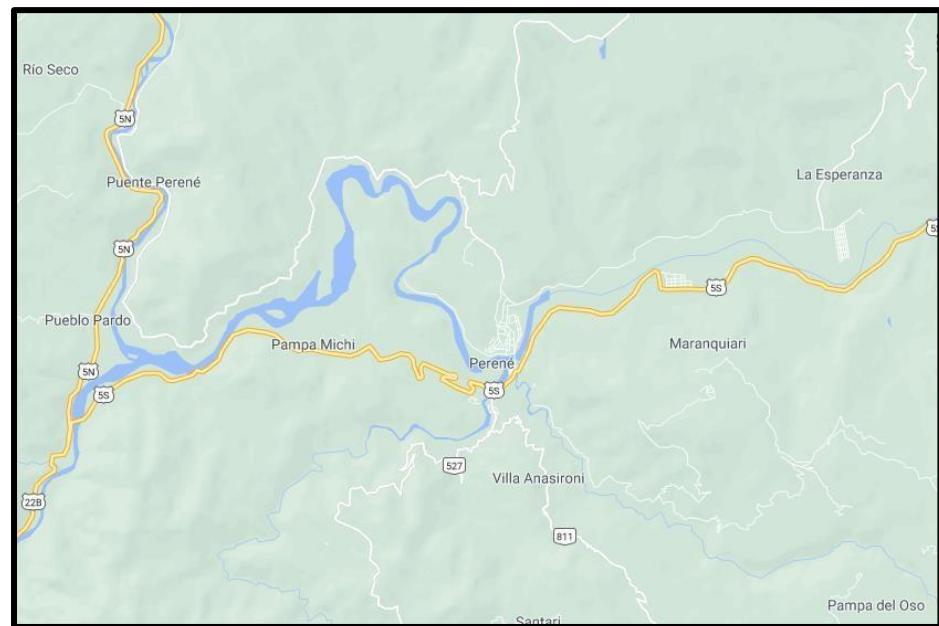
## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se desarrolló en el distrito de Perené, de la provincia de Chanchamayo.



## **A. Ubicación política**

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Perené
- Lugar : Fundo Tacza

## **B. Ubicación geográfica**

- Latitud sur : -10.95537
- Longitud oeste : -75.22867
- Altitud : de 121 m.s.n.m.

### **4.1.2. Materiales y equipos**

#### **A. Materiales de campo**

- Tablero
- Fichas de datos
- Tijera de podar
- Chafle o machete
- Cutter
- Cinta métrica
- Baldes
- Cordel
- Bolsas
- Guantes de jardinería

#### **B. Materiales de escritorio**

- Libreta de campo
- Lápiz
- Reglas

- Lapiceros
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- USB
- Plumón indeleble
- Tijeras

#### **C. Equipos**

- Computadora
- Cámara digital
- Balanza
- Mochila asperjadora
- Vernier digital

#### **D. Insumos**

- Compost de caña de azúcar

#### **4.1.3. Descripción de los tratamientos**

Tratamiento	Clave	Compost de caña de azúcar (Dosis)
<b>1</b>	<b>T1</b>	0 %
<b>2</b>	<b>T2</b>	25 %
<b>3</b>	<b>T3</b>	50 %
<b>4</b>	<b>T4</b>	75 %
<b>5</b>	<b>T5</b>	100 %

#### **4.1.4. Evaluación de las variables**

Las evaluaciones se realizaron en una sola oportunidad cuando las plántulas tengan aproximadamente 25 cm de altura de planta (según el Instituto

de Innovación Agraria – INIA – Manual práctico: Producción de plantones de calidad: café), las variables evaluadas fueron:

- Longitud de raíz (cm).- Esta variable fue medida desde el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz, para lo cual primeramente se tuvo que lavar cuidadosamente la tierra de las plantas.
- Groso de raíz (mm).- Esta variable fue medida conjuntamente con la variable anterior y se consideró una distancia de 5 cm del cuello de la planta el punto de medida.
- Altura de planta (cm).- Esta variable fue medida considerando el cuello de la planta como punto inicial hasta el ápice de la misma.
- Diámetro de tallo (mm).- Esta variable fue medida conjuntamente con la variable anterior y se consideró una distancia de 5 cm del cuello de la planta el punto de medida.
- Número de hojas (unid).- Para esta variable se contabilizó en número de hojas por planta.
- Longitud de hoja (cm).- Esta variable fue medida considerando como base la nervadura central, se midió desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma.
- Ancho de hoja (cm).- Esta variable fue medida conjuntamente con la variable anterior, considerando como base el punto central de la hoja, se midió lado a lado de la misma.

#### **4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento**

El procedimiento y conducción del trabajo de investigación se realizó en base a la ejecución de las siguientes actividades que fueron realizadas de la manera siguiente:

### **A. Preparación del área de trabajo**

Una vez designado el área de trabajo se procedió a la limpieza del mismo debido a que el lugar estaba cubierto de malezas, ramas y troncos, por lo que primero fue necesario talar toda el área y luego proceder con el desyerbo.

Después de que se despejó el área designada, la construcción del vivero se realizó utilizando palos, bambú, alambre de dulce de construcción y malla Russell (60% de sombra) para cubrir el área.

### **B. Delimitación del área**

Luego de la construcción del tinglado o cubierta, se demarcaron las áreas de trabajo, incluyendo un área de preparación del sustrato, un área para la germinación de las semillas y un área principal donde se instalaron los tratamientos.

### **C. Instalación de las unidades experimentales**

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por bolsas repicadas de plantas de cafeto, según el diagrama del diseño experimental usado. Para la preparación del sustrato se utilizó tierra agrícola y el compost de caña de azúcar en las proporciones señaladas para el trabajo de investigación.

### **D. Evaluación**

Las valoraciones de las variables se anotaron en la hoja de datos, dejándolas organizadas y preparadas para su tratamiento.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Longitud de raíz

**Tabla 1:** Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	778.33	194.584	928.389	3.056	4.893	**
Error	15	3.14	0.210				
Total	19	781.48					
		$S = 0.46$		$\bar{x} = 20.62$		$C.V. = 2.22 \%$	

En la tabla 01, análisis de varianza para la variable longitud de raíz, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.22% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la variable longitud de raíz dentro de cada tratamiento es muy homogénea, con un promedio de 20.62 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable longitud de raíz.

**Tabla 2:** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para longitud de raíz

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	25.88	a	a
2	T4	25.72	a	a
3	T5	25.53	a	a
4	T2	13.54	b	b
5	T1	12.45	c	c

En la tabla 2, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable longitud de raíz, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (50% de compost de CA), T4 (75% de compost de CA) y T5 (100% de compost de CA); los que ocupan el primer puesto con un promedio en la longitud de raíz de 25.88; 25.72 y 25.53 cm respectivamente; la categoría “b” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el segundo puesto con un promedio en la longitud de raíz de 13.54 cm. y la categoría “c” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio en la altura de planta de 12.45 cm.

#### 4.2.2. Grosor de raíz

**Tabla 3:** Análisis de varianza para la variable grosor de raíz

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	1.00	0.250	130.878	3.056	4.893	**
Error	15	0.03	0.002				
Total	19	1.03					
		$S = 0.04$		$\bar{x} = 0.99$		$C.V. = 4.40 \%$	

En la tabla 3, análisis de varianza para la variable grosor de raíz, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 4.40% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la variable grosor de raíz dentro de cada tratamiento es muy homogénea, con un promedio de 0.99 mm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable grosor de raíz.

**Tabla 4:** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para grosor de raíz

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )		Tukey
			Duncan		
1	T3	1.19	a		a
2	T4	1.13	a b		a
3	T5	1.11	b		a
4	T2	0.99	c		b
5	T1	0.57	d		c

En la tabla 4, la prueba de significación de Duncan 5% para la variable grosor de raíz, se observa la presencia de 5 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (50% de compost de CA) con un promedio en el grosor de raíz de 1.19 mm; la categoría “ab” conformada por el tratamiento T4 (75% de compost de CA) que ocupa el segundo puesto con un promedio en el grosor de raíz de 1.13 mm; la categoría “b” conformada por el tratamiento T5 (100% de compost de CA) que ocupa el tercer puesto con un promedio en el grosor de raíz de 1.11 mm; la categoría “c” conformada por el tratamiento T2

(25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en el grosor de raíz de 0.99 mm; y la categoría “d” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio en el grosor de raíz de 0.57 mm.

En contraste, la prueba de significación de Tukey 5% para la variable grosor de raíz, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (50% de compost de CA) con un promedio en el grosor de raíz de 1.19 mm; T4 (75% de compost de CA) con un promedio en el grosor de raíz de 1.13 mm y el tratamiento T5 (100% de compost de CA) con un promedio en el grosor de raíz de 1.11 mm; los que ocupan el primer puesto; la categoría “b” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en el grosor de raíz de 0.99 mm; y la categoría “d” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio en el grosor de raíz de 0.57 mm.

#### 4.2.3. Altura de planta

*Tabla 5: Análisis de varianza para la variable altura de planta*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	368.41	92.103	385.638	3.056	4.893	**
Error	15	3.58	0.239				
Total	19	372.00					
		$S = 0.49$		$\bar{x} = 23.43$		$C.V. = 2.09 \%$	

En la tabla 5, análisis de varianza para la variable altura de planta, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.09% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la altura de planta, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 23.43 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable altura de planta.

**Tabla 6:** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para altura de planta

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )		
			Duncan	Tukey	
1	T3	27.64	a		a
2	T4	26.93	a b		a b
3	T5	26.16	b		b
4	T2	18.22	c		c
5	T1	18.18	c		c

En la tabla 6, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable altura de planta, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (50% de compost de CA) con un promedio en la altura de planta de 27.64 cm, el cual ocupa el primer puesto; la categoría “ab” conformada por el tratamiento T4 (75% de compost de CA) con un promedio en la altura de planta de 26.93 cm, el cual ocupa el segundo puesto; la categoría “b” conformada por el tratamiento T5 (100% de compost de CA) con un promedio en la altura de planta de 26.16 cm, el cual ocupa el penúltimo puesto; y la categoría “c” conformada por los tratamientos T2 (25% de compost de CA) y T1 (0% de compost de CA) los que ocupan el último

puesto con un promedio en la altura de planta de 18.22 y 18.18 cm respectivamente.

#### 4.2.4. Diámetro de tallo

*Tabla 7: Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	15.99	3.997	59.090	3.056	4.893	**
Error	15	1.01	0.068				
Total	19	17.00					
		S = 0.26		$\bar{x} = 3.60$		C.V.= 7.22 %	

En la tabla 7, análisis de varianza para la variable diámetro de tallo, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 7.22% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el diámetro de tallo, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 3.60 mm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable diámetro de tallo.

**Tabla 8:** Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de tallo

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	4.35	a	a
2	T5	4.33	a	a
3	T4	4.30	a	a
4	T2	2.57	b	b
5	T1	2.45	b	b

En la tabla 8, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable diámetro de tallo, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (50% de compost de CA), T5 (100% de compost de CA) y T4 (75% de compost de CA) con un promedio de 4.35; 4.33; y 4.30 mm para el diámetro de tallo respectivamente; y la categoría “b” conformada por los tratamientos T2 (25% de compost de CA) y T1 (0% de compost de CA) que ocupan el último puesto con un promedio de 2.57 y 3.45 mm respectivamente en el diámetro de tallo.

#### 4.2.5. Número de hojas

**Tabla 9:** Análisis de varianza para la variable número de hojas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	8.04	2.009	461.132	3.056	4.893	**
Error	15	0.07	0.004				
Total	19	8.10					
		$S = 0.07$		$\bar{x} = 3.39$		$C.V. = 1.95 \%$	

En la tabla 9, análisis de varianza para la variable número de hojas, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 1.95% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 3.39 hojas.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable número de hojas.

**Tabla 10:** Prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para número de hojas

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	3.92	a	a
2	T4	3.89	a	a
3	T5	3.89	a	a
4	T2	2.78	b	a
5	T1	2.46	c	b

En la tabla 10, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de hojas, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (50% de compost de CA); T4 (75% de compost de CA) y T5 (100% de compost de CA) con un promedio de 3.92; 3.89 y 3.89 hojas respectivamente; la categoría “b” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en el número de hojas de 2.78 y la categoría “c” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio en el número de hojas de 2.46. En contraste en la prueba de significación de Tukey al 5%, presenta 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3

(50% de compost de CA); T4 (75% de compost de CA) T5 (100% de compost de CA) y T2 (25% de compost de CA) con un promedio de 3.92; 3.89; 3.89 y 2.78 hojas respectivamente; y la categoría “b” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio en el número de hojas de 2.46

#### 4.2.6. Longitud de hoja

*Tabla 11: Análisis de varianza para la variable longitud de hoja*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	103.52	25.880	204.491	3.056	4.893	**
Error	15	1.90	0.127				
Total	19	105.42					
		S = 0.36		$\bar{x} = 14.18$		C.V.= 2.51 %	

En la tabla 11, análisis de varianza para la variable longitud de hoja, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 4.49% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que la longitud de raíz, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 22.34 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable longitud de hoja de hoja.

**Tabla 12:** Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de hoja

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	16.06	a	a
2	T5	15.85	a	a
3	T4	15.67	a	a
4	T2	13.19	b	b
5	T1	10.13	c	c

En la tabla 12, prueba de significación de Duncan y Tukey al 5% para la variable longitud de hoja, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos T3 (50% de compost de CA); T5 (100% de compost de CA) y T4 (75% de compost de CA) con un promedio en la longitud de hojas de 16.06; 15.85 y 15.67 cm respectivamente; la categoría “b” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en la longitud de hojas de 13.19 y la categoría “c” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio de 10.13 cm en la longitud de hoja.

#### 4.2.7. Ancho de hoja

**Tabla 13:** Análisis de varianza para la variable ancho de hoja

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	$F_{cal}$	$F_{tab}$		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	4	20.85	5.212	115.957	3.056	4.893	**
Error	15	0.67	0.045				
Total	19	21.52					
		$S = 0.21$		$\bar{x} = 5.54$		$C.V. = 3.83 \%$	

En la tabla 13, análisis de varianza para la variable ancho de hoja, se observa que en la fuente de tratamientos (Entre grupos) existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 3.83% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente, lo que nos indica que el ancho de hoja, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 5.54 cm.

La diferencia estadística altamente significativa nos indica que todos los tratamientos no son estadísticamente iguales y que las diferentes dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente sobre la variable ancho de hoja.

**Tabla 14:** Prueba de significación de Duncan al 5% para ancho de hoja

O.M.	Trat.	Promedio	Clasificación ( $\alpha=0.05$ )	
			Duncan	Tukey
1	T3	6.57	a	a
2	T5	6.13	b	a b
3	T4	6.09	b	b
4	T2	5.20	c	c
5	T1	3.70	d	d

En la tabla 14, la prueba de significación de Duncan 5% para la variable ancho de hoja, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (50% de compost de CA) con un promedio en el ancho de hoja de 6.57 cm; la categoría “b” conformada por los tratamientos T5 (100% de compost de CA) y T4 (75% de compost de CA) con un promedio en el ancho de hoja de 6.13 y 6.09 cm; la categoría “c” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un

promedio en el ancho de hoja de 5.20 y la categoría “d” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio de 3.70 cm en el ancho de hoja. En contraste, la prueba de significación de Tukey 5% para la variable ancho de hoja, se observa la presencia de 5 categorías, la categoría “a” conformada por el tratamiento T3 (50% de compost de CA) con un promedio en el ancho de hoja de 6.57 cm, el cual ocupa el primer puesto; la categoría “ab” conformada por el tratamiento T5 (100% de compost de CA) con un promedio en el ancho de hoja de 6.57 cm, el cual ocupa el segundo puesto; la categoría “b” conformada por el tratamiento T4 (75% de compost de CA) con un promedio en el ancho de hoja de 6.09 cm el cual ocupa el tercer puesto; la categoría “c” conformada por el tratamiento T2 (25% de compost de CA) que ocupa el penúltimo puesto con un promedio en el ancho de hoja de 5.20 y la categoría “d” conformada por el tratamiento T1 (0% de compost de CA) que ocupa el último puesto con un promedio de 3.70 cm en el ancho de hoja.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

El planteamiento de la hipótesis estadística es:

**Ho:** Todas las medias de los tratamientos son mayores o igual que la f tabulada

**Ha:** Al menos una media de un tratamiento es menor que la f tabulada

### Regla de decisión:



Si  $f_{cal} \leq 3.490$ , se acepta la  $H_0$ , y se rechaza la  $H_a$ . Si  $f_{cal} > 3.490$ , se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_a$

Evaluación	$f_{cal}$	$f_{tab}$	Decisión
Longitud de raíz	928.389	3.056	Se rechaza la $H_0$
Grosor de raíz	130.878	3.056	Se rechaza la $H_0$
Altura de planta	385.638	3.056	Se rechaza la $H_0$
Diámetro de tallo	59.090	3.056	Se rechaza la $H_0$
Número de hojas	461.132	3.056	Se rechaza la $H_0$
Longitud de hoja	204.491	3.056	Se rechaza la $H_0$
Ancho de hoja	115.957	3.056	Se rechaza la $H_0$

#### 4.4. Discusión de resultados

El Análisis de Varianza realizado sobre las variables analizadas en todas las evaluaciones revela que existe una diferencia estadísticamente significativa en la fuente de tratamientos. Esto sugiere que las diversas dosis de compost de caña de azúcar tienen un efecto diferente en las variables estudiadas relacionadas con la producción de plantones de cafeto en viveros, específicamente en el contexto del distrito de Perené, Chanchamayo.

Los resultados de las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5% indican que el tratamiento T3, que consiste en un 50% de compost de caña de

azúcar, se reconoce como el más efectivo en todas las variables evaluadas. En comparación, los tratamientos T2 (25% de compost), T4 (75% de compost) y T5 (100% de compost) no superan el rendimiento observado en T3. Además, el tratamiento T1, que no incluye compost, se sitúa en la última posición en todas las variables analizadas. Esta tendencia es consistente con lo afirmado por Méndez et al. (2015) quienes llevaron a cabo un estudio donde se evaluó el efecto de diferentes proporciones de compost de caña de azúcar en la producción de cultivos; donde encontraron que un contenido moderado de compost (50%) mejoró significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que respalda nuestros hallazgos sobre el tratamiento T3; González (2020) quien investigó el uso de compost de caña de azúcar en el cultivo de cafetos y reportó que, al igual que en nuestro estudio, el uso de un 50% de compost optimizó las condiciones de crecimiento y la producción de frutos en comparación con dosis menores o mayores de compost; Pérez y Salazar (2017) quienes realizaron un análisis comparativo de diferentes tratamientos de compost en cultivos de café y encontraron que las dosis moderadas (como el 50%) favorecieron el rendimiento, mientras que dosis excesivas (como el 100%) pueden ser contraproducentes, corroborando nuestra observación sobre el tratamiento T4 y T5.; Martínez et al. (2019) quienes también examinaron el uso de compost de caña de azúcar en diversos cultivos, concluyendo que un 50% de compost era óptimo para maximizar el crecimiento de las plantas, lo que se alinea perfectamente con los resultados de nuestro estudio en el tratamiento T3; y Rojas y Castro (2021) quienes estudiaron la influencia del compost de caña de azúcar en la calidad del suelo y el rendimiento de cultivos, encontrando que un tratamiento equilibrado (50%) no solo mejoró la fertilidad del suelo, sino que

también favoreció el desarrollo de las plantas, corroborando la efectividad del tratamiento T3 en nuestro análisis

## CONCLUSIONES

- El compost de caña de azúcar a una dosis de 50%, muestra un efecto significativo en la fase de enraizamiento y crecimiento respecto de los demás tratamientos en la producción de plantones de cafeto (*Coffea arabica L.*) en vivero.
- Las dosis inferiores o superiores al 50% de compost de caña de azúcar, no muestran un efecto superior diferenciándose su efecto en la fase de crecimiento foliar y el de desarrollo radicular en la producción de plantones de cafeto en vivero, esto lo corroboran las pruebas de significación de Duncan y Tukey al 5%, los cuales ubican al tratamiento con T3 (50% de caña de azúcar) en el primer lugar en todas las variables evaluadas; asimismo, el tratamiento T1 (0% de compost de caña de azúcar) se ubica en el último puesto en todas las variables evaluadas.
- El uso de compost de caña de azúcar en la producción de plantones de cafeto en vivero debe ser cuidadosamente regulado, ya que su aplicación en exceso, especialmente por encima del 50%, puede perjudicar el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la calidad de los plantones. Aunque el compost aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo, su exceso puede causar problemas como salinidad, competencia por nutrientes y alteraciones en el pH, afectando la salud de las plantas y su establecimiento en el campo. Además, una acumulación excesiva de materia orgánica puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas, complicando aún más la producción. Por lo tanto, es crucial equilibrar la cantidad de compost aplicado para optimizar el crecimiento de los plantones y asegurar su éxito en el trasplante.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos de investigación buscando confirmar los resultados obtenidos en la presente investigación, asimismo probar el efecto de la caña de azúcar en otros cultivos considerando los beneficios que tiene en el desarrollo foliar y radicular de las plantas, tanto en vivero como en campo definitivo.
2. Promover la utilización de compost de caña de azúcar por los beneficios en el crecimiento de las plantas y por ser consideradas dentro del grupo de productos orgánicos y naturales que se pueden utilizar dentro del contexto de agricultura orgánica.
3. Sugerir la aplicación de compost de caña de azúcar a una dosis de 50%, debido a que dosis superiores o inferiores no superan su efecto a esta dosis desde un contexto de efectividad y económico para los agricultores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, F. (2004). Evaluación del uso de diferentes técnicas biotecnológicas para la producción de compost. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Post Grado Ciencias. 82 p.
- Avendaño, R. (2003). El Proceso de Compostaje. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Pontifica Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 38 p.
- Benzing, A. (2001). Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina. Editorial Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 133 p.
- Bermúdez, A., et al. (2015). Nutritional value and agronomic performance of green peas (*Pisum sativum*) in different environments. *Journal of Agricultural Science*, 7(4), 45-56. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n4p45>
- Brady, N., and Weil, R. (2008). The nature and properties of soils. Pearson International Edition. New Jersey, EE.UU. 965 p.
- Castillo, M.; Moncada, J., y Corea, W. (2014). Efecto de la incorporación de abonos orgánicos (compost y lombrihumus) al suelo de la finca Belén, Dipilto, periodo comprendido de mayo a noviembre de 2013. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 77 p. [En línea]: (<https://goo.gl/sNpbju>, documento en pdf, revisado el 03 de mayo del 2018).
- Castro, F; Montes, E; Raine, M. (2004). Centroamérica. La crisis cafetalera: efectos y estrategias para hacerle frente. Washington, Estados Unidos de América, Banco Mundial.
- CIAO. (1999). Manejo Ecológico de Suelos. Centro Internacional de Agricultura Orgánica (CIAO). Pereira, Colombia. 32 p.

Cueva, E. (2012). Proyecto de prefactibilidad para la exportación de pasta de cacao orgánico de Puerto Quito. Tesis para la obtención del título de Magister en Negocios Internacionales. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador. 144 p.

Gómez, R., et al. (2017). Factors influencing the growth of coffee seedlings in nurseries. *Agricultural Sciences*, 8(3), 263-275.  
<https://doi.org/10.4236/as.2017.83021>

Gutiérrez, M., et al. (2016). The impact of organic amendments on soil health and plant productivity. *Soil Science Society of America Journal*, 80(4), 997-1006. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.01.0010>

INTEC (Instituto Tecnológico de Chile, CH). (1997). Manual de compostaje. Corporación de Investigación Tecnológica.

Jaramillo, Marisol. (2005). Primer simposio sobre biofábricas: Biología y aplicaciones de la célula cultivada. Medellín. 549 págs.

Labrador, J. (1996). La Materia orgánica en los agros sistemas: Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agros sistemas. Madrid. Mundi - Prensa Libros. 293 p.

Li, H.; Han, Y., y Zucong, C. (2003). La mineralización del nitrógeno en los suelos de arroz de la región de Taihu de China, bajo condiciones anaerobias: Dinámica y ajuste del modelo. China. Geoderma, 115 (3-4): 161-175.

López, D., et al. (2018). Compost as a soil amendment for coffee production: Effects on growth and yield. *Coffee Research Journal*, 12(2), 123-130.

MAG. (2001). Cuaderno de nuestra finca. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). San José, Costa Rica. 152 p.

Marín-Ciriaco, G. (2012). Producción de cafés especiales. Manual Técnico. Equipo

- Técnico Fondoempleo, Programa Selva Central. Lima, Perú. 46 pp.
- Mathur, P. (1991). Composting processes. Essex. Elsevier Science. p. 147 - 183
- Meléndez, G. (2003). Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Primera Edición. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 209 p.
- Moreno, J. (2008). Compostaje. Madrid. Mundi – Prensa Libros. 570 p.
- Núñez, R., & García, P. (2015). Fertility of the soil and coffee production: A review. *Agronomía Tropical*, 65(3), 255-265.  
<https://doi.org/10.1016/j.still.2016.10.004>
- Porta, J.; López, M., y Roquero, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Segunda edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 849 p.
- Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Universidad Lasallista. España. Quito-Ecuador": Fundación para el desarrollo Agropecuario.
- Rojas, V., & Castro, E. (2021). Compost de caña de azúcar: Efectos en la calidad del suelo y rendimiento de cultivos. *Revista de Investigación Agrícola*, 25(1), 50-62.
- Sánchez, R., & Hernández, J. (2016). The role of organic fertilizers in the growth of coffee plants. *Journal of Sustainable Agriculture*, 39(5), 493-511.  
<https://doi.org/10.1080/10440046.2016.1172139>
- Suquilanda, M. (2003). Producción orgánica de hortalizas: Alternativa tecnológica del futuro. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador. p. 113-125.
- Torres, L., & Salas, A. (2018). Sustainable practices in coffee production: A review of current strategies. *Sustainable Agriculture Reviews*, 26, 123-145.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-71702-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71702-0_5)

Valé, M. (2006). Quantification et prédition de la minéralisation nette de l'azote du sol in situ, sous divers pédo climats et systèmes de culture français. Instituto Nacional Politécnica de Toulouse, Francia. Tesis doctoral. Francia. 209 p.

Valenzuela, H., et al. (2019). Agroecological conditions and coffee production in Chanchamayo: An overview. *Peruvian Journal of Agricultural Science*, 14(1), 67-77.

Zucconi, F.; Pera, A.; Forte, M.; De Bertoli, M. (1981). Evaluating toxicity in immature compost. Biocycle. v. 22, p. 54-57.

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de datos

	PERÚ	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego		INIA Instituto Nacional de Investigación Agraria		Pro Soiles y Agua <b>LABSAF</b>														
<b>ANÁLISIS ESPECIAL</b>						LABSAF Pichanaki														
Cliente : Wilfredo Acosta Laos Solicitado por : Wilfredo Acosta Laos Propietario : No proporcionado por el cliente Procedencia de muestra : FUNDO 'ROMA' RONDAYACU, MONOBAMBA - JAUJA Departamento : JUNIN Provincia : JAUJA Distrito : MONOBAMBA				Dirección : FUNDO 'ROMA' RONDAYACU, MONOBAMBA - JAUJA Fecha de recepción de muestra(s) : 31/05/2022 Fecha(s) de análisis : del 31/05/2022 al 21/06/2022 Cotización del servicio : 042-22-PI Fecha de emisión : 21/06/2022																
Código	Descripción de muestra	Cenizas en base seca (%)	Materia Orgánica en base seca (%)	Materia Orgánica en base humeda (%)	Nitrógeno (%)	Humedad (%)	Fósforo P (%)	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)												
Lab.																				
FO257-PI-22	Mosto del proceso de la caña de azúcar	10.13	89.87	3.99	0.04	95.56	0.38	0.88												
Código	Descripción de muestra	Densidad (g/cm³)	C.E. dS/m	pH (1:2)	Potasio (%)		Calcio (%)		Magnesio (%)		Zn	Cu	Fe (%)		Mn (%)		Na (%)			
					K	K <sub>2</sub> O	Ca	CaO	Mg	MgO	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
Lab.																				
FO257-PI-22	Mosto del proceso de la caña de azúcar	1.013	3.32	3.11	0.31	0.38	0.01	0.02	0.04	0.06	15.00	0.0015	6.50	0.0007	95.00	0.01	2.500	0.000	150.00	0.02

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA  
 Ing. Héctor Flores Torres  
 DIRECTOR  
 Directora de la Estación Experimental Agraria Pichanaki  
 FIN DE INFORME DE ENSAYO

**Figura 1:** Análisis del compost de caña de azúcar



**Figura 2:** Materiales para la construcción del tinglado



*Figura 3: Compost de caña de azúcar*



*Figura 4: Distribución de las unidades experimentales*



**Figura 5:** Evaluación de la altura de planta



**Figura 6:** Evaluación de la longitud de raíz



*Figura 7: Evaluación de plagas y enfermedades*