

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de café
(*Coffea arábica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas
del distrito de Villa Rica**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Soledad Pilar INGA AUCAPIÑA

Asesor:

Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA

La Merced – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de café
(*Coffea arábica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas
del distrito de Villa Rica**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 023-2024/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
INGA AUCAPIÑA, Soledad Pilar

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de café (*Coffea arabica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del distrito de Villa Rica

Asesor
Ing. SOTOMAYOR CÓRDOVA, Iván

Índice de similitud
22 %

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 15 de febrero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis Padres Alberto y Juana, por su apoyo incondicional, a mis hermanos Jhonny, Gerson, Gladys, Rosa, Kennedy, Madgalena por la confianza depositada en mi persona.

A mis maestros Ing. Iván Sotomayor Córdova, Mg. Karina Marmolejo G., Mg. Carlos Rodríguez H, que dedicaron su tiempo en compartir sus conocimientos en mi carrera profesional con valores.

A mis compañeros de aula Heydi, Beyseth, Anderson y Juan por compartir momentos de alegría, trabajo en equipo, que son parte del éxito en el desarrollo profesional.

Soledad

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida que me dio sabiduría e inteligencia para ser mejor cada día, mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido en la cristalización del presente trabajo de investigación, particularmente:

A la universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en agradecimiento a la institución por brindarme la educación y todo el personal docente e administrativos que me brindaron la oportunidad de realizar mis estudios superiores.

A la filial la merced, a los docentes, personal administrativo, quienes me han formado en todo el transcurso de la carrera profesional.

A mis padres Alberto Inga Damián Juana Aucapiña de Inga, por su confianza y paciencia, por enseñarme hacer perseverante y con optimismo corregirme en su debido tiempo y darme los consejos para continuar a lograr mis objetivos.

A mis Hermanos Jhonny Edgar Inga Aucapiña, Gladis Inga Aucapiña,

Al Asesor Ing. Sotomayor Córdova Iván por orientar en el desarrollo y ejecución del proyecto de la tesis.

A la Mg. Marmolejo Gutarra Karina Jessica por la ayuda incondicional y la orientación permanente para el logro de mis objetivos planteado en la tesis.

A todos los Ingenieros de la UNDAC- Filial La Merced por instruirnos durante nuestra formación académica.

RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en Eneñas en el distrito de Villa Rica, Provincia de Oxapampa a una altitud 1750 msnm. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades en el cultivo de café y un testigo Costa Rica 95, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó los tratamientos T1: Limani, T2: Castillo, T3: Catuaí, T4: Obata, T5: Costa Rica 95. Destacó en altura de planta el tratamiento T1 (Limani) a los 60 y 90 días el crecimiento fue lento, incrementándose a los 150 y 180 días con una altura de planta de 31 cm, seguido del T3 (Catuaí) con 29, 10 cm con respecto a los demás tratamientos. El ANVA presento diferencia estadística altamente significativa para el factor variedades en las variables altura de planta, grosor de tallo, número de hoja, peso fresco de hoja, peso fresco de raíz, diámetro de raíz, peso seso de la hoja, peso seco del tallo y peso seco de la raíz, que fueron influenciados por el medio ambiente como la temperatura, textura del suelo. La presencia de las categorías donde se encuentran los tratamientos evaluados en la prueba de significación estadística de Duncan (0.05), nos muestra la importancia que tiene la adaptación de las variedades en el crecimiento y desarrollo de las plantas café. Según los resultados obtenidos se acepta la hipótesis específica que, las variedades influyen positivamente en las variables en estudio.

Palabra clave: Variedades, crecimiento, café, vivero.

ABSTRACT

The research work was carried out in Eneñas in the district of Villa Rica, Province of Oxapampa at an altitude of 1750 meters above sea level. With the objective of evaluating the agronomic behavior of four varieties in coffee cultivation and a Costa Rica 95 control, using a randomized complete block experimental design with four treatments and four repetitions. Treatments T1: Limani, T2: Castillo, T3: Catuaí, T4: Obata, T5: Costa Rica 95 were evaluated. Treatment T1 (Limani) stood out in plant height at 60 and 90 days, growth was slow, increasing at the 150 and 180 days with a plant height of 31 cm, followed by T3 (Catuaí) with 29.10 cm with respect to the other treatments. The ANVA presented a highly significant statistical difference for the varieties factor in the variables plant height, stem thickness, leaf number, leaf fresh weight, root fresh weight, root diameter, leaf bone weight, stem dry weight and root dry weight, which were influenced by the environment such as temperature, soil texture. The presence of the categories where the treatments evaluated in Duncan's statistical significance test (0.05) are found shows us the importance of the adaptation of the varieties in the growth and development of coffee plants. According to the results obtained, the specific hypothesis is accepted that the varieties positively influence the variables under study.

Keyword: Varieties, growth, coffee, nursery.

INTRODUCCIÓN

El café en el Perú es un cultivo que ocupa los primeros lugares de exportación y están distribuidas a nivel nacional. (Midagri Vraem, 2022). El café se produce en 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias de 10 departamentos que conforma el Perú, asimismo la superficie cultivada de café ocupa 230.000 hectáreas (Canet B., 2016). El café es el cultivo principal en Selva Central, es reconocido a nivel mundial por sus características organolépticas especiales con calidad de 90 puntos por sus diversas variedades como Geisha, Caturra, Catuaí, Pacamara, entre otros. Es considerado como un cultivo permanente que necesita de un manejo agronómico en las diferentes etapas del desarrollo fenológico, con el fin de controlar los problemas de plagas y enfermedades que puedan mermar los rendimientos en el distrito de Villa Rica, considerado como uno de los distritos que cultivan cafés especiales, cuentan con certificación, comercio justo, exportan por su calidad de grano. En el distrito de Villa Rica, cultivan diferentes variedades, sin embargo, no hay referencias sobre el comportamiento fenológico en la etapa de crecimiento del cultivo de café.

Por otra parte, el calentamiento global, trajo consigo serios problemas climatológicos, fenómenos meteorológicos extremos, junto con la reducción de la resiliencia de los 47 ecosistemas que es propicio a la aparición de plagas y enfermedades debido al aumento de la temperatura y la precipitación. En tal sentido, el presente trabajo de investigación busca variedades de café, con buenas características en el desarrollo y adaptabilidad. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de café (*Coffea arábica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del distrito de Villa Rica

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURA

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del Problema	3
	1.3.1. Problema General	3
	1.3.2. Problemas específicos	3
1.4.	Formulación del objetivo.....	3
	1.4.1. Objetivo general	3
	1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la Investigación.....	4
1.6.	Limitación de la Investigación	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	7
------	-------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas - científicas.....	10
2.2.1.	Generalidades del cultivo de Café.....	10
2.3.	Definición de términos básicos	21
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis general	22
2.4.2.	Hipótesis específicas	22
2.5.	Identificación de variables.....	23
2.5.1.	Variable independiente.....	23
2.5.2.	Variable dependiente	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	25
3.2.	Nivel de investigación	25
3.3.	Métodos de la investigación	25
3.4.	Diseño de la investigación.....	25
3.5.	Población y muestra	27
3.5.1.	Población	27
3.5.2.	Muestra	27
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	27
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	27
3.9.	Tratamiento estadístico.....	28
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Descripción del trabajo de campo	29
4.1.1.	Lugar de ejecución	29
4.1.2.	Ubicación política:.....	29
4.1.3.	Ubicación geográfica.....	29
4.1.4.	Procedimiento y conducción del experimento	30
4.1.5.	Metodología de trabajo en la instalación de variedades de café a campo definitivo.....	36
4.1.6.	Materiales y equipos.....	36
4.1.7.	Croquis de campo	39
4.1.8.	Evaluación de las variables	39
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	41
4.2.1.	Altura de planta (cm).....	41
4.2.2.	Altura de planta (cm).....	42
4.2.3.	Diámetro de tallo (cm).....	44
4.2.4.	Número de hojas.....	47
4.2.5.	Peso fresco de hojas.....	48
4.2.6.	Peso fresco de tallo	50
4.2.7.	Peso fresco de raíz	52
4.2.8.	Longitud de raíz.....	54
4.2.9.	Diámetro de raíz	57
4.2.10.	Peso seco de hoja.....	58
4.2.11.	Peso seco de tallo.....	60
4.2.12.	Peso seco de raíz.....	61

4.3. Prueba de Hipótesis 63

4.4. Discusión de resultados 64

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2. Resultados del análisis de varianza.	26
Tabla 3. Componentes de estudio.....	38
Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta a los 180 días de evaluación.	42
Tabla 5. Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 180 días de evaluación.....	45
Tabla 6. Análisis de varianza para número de hojas a los 180 días de evaluación.	47
Tabla 7. Análisis de varianza para peso fresco de hojas a los 180 días de evaluación. .	48
Tabla 8. Análisis de varianza para peso fresco de tallo a los 180 días de evaluación....	50
Tabla 9. Análisis de varianza para peso fresco de raíz a los 180 días de evaluación.	52
Tabla 10. Análisis de varianza longitud de raíz a los 180 días después del trasplante. .	55
Tabla 11. Análisis de varianza para diámetro de raíz a los 180 días después del trasplante.....	57
Tabla 12. Análisis de varianza de peso seco de hoja a los 180 días después del trasplante.....	58
Tabla 13, Análisis de varianza de peso seco de tallo a los 180 días después del trasplante.....	60
Tabla 14. Análisis de varianza de peso seco de raíz a los 180 días después del trasplante.....	61

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del campo experimental del C.P San Miguel de Eneñas.....	30
Figura 2. Secuencia del trabajo en vivero y siembra en campo definitivo de variedades de café.	36
Figura 3. Distribución de tratamientos	39
Figura 4. Días de evaluación en altura de planta (cm).....	41
Figura 5. Altura de plantas madre (cm), según la prueba de Tukey.	43
Figura 6. Días de evaluación para diámetro de tallo (mm).....	44
Figura 7. Diámetro de tallo, según la prueba de Tukey.....	46
Figura 8. Número de hojas, según la prueba de Tukey.....	48
Figura 9. Peso fresco de hojas, según la prueba de Tukey.	49
Figura 10. Peso fresco de tallo, según la prueba de Tukey.....	51
Figura 11. Peso fresco de raíz, según la prueba de Tukey.....	53
Figura 12. Número de días para longitud de raíz.....	54
Figura 13. Longitud de raíz, según la prueba de Tukey.	56
Figura 15. Diámetro de raíz, según la prueba de Tukey.	58
Figura 16. Peso seco de hojas, según la prueba de Tukey.	59
Figura 17. Peso seco de tallo, según la prueba de Tukey.	61
Figura 18. Peso seco de raíz, según la prueba de Tukey.	62

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El potencial genético contribuye a la productividad de una plantación. El uso de variedades de café acorde al lugar y a los intereses del productor, favorece la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo. En la región de Pasco, especialmente en la región denominada Selva Central, se ha producido café por muchos años utilizando las mismas variedades que en sus inicios mostraron gran producción, pero que al pasar de los años han empezado a presentar problemas como la susceptibilidad a la roya, baja producción, mayores requerimientos nutricionales, etc.

Los problemas fundamentales que enfrentan los agricultores, especialmente en el cultivo de café son el limitado acceso a la innovación y la transferencia tecnológica, originado por la restricción presupuestaria del estado en materia de investigación y adopción de tecnologías validadas para mejorar la producción de los productos agrícolas. La obtención de nuevas variedades de café requiere de mayores esfuerzos por parte de los centros de investigación y

comunidad estudiantil liderada por las respectivas instituciones de estudios superiores.

Ante esta problemática es indispensable que los agricultores cuenten con nuevas variedades de café, adaptadas a las zonas de producción de tal manera que sus ingresos familiares no sean afectados, debido a la utilización de variedades que ya no presentan los mismos niveles de producción que en sus inicios.

El trabajo de investigación realizado se orienta a evaluar el comportamiento agronómico de cuatro nuevas variedades de café, bajo las condiciones de Eneñas con la finalidad de validar los resultados y que permitirán adoptar una variedad que conlleve a mejorar la producción de café desde la fase de establecimiento.

1.2. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación se ejecutó en campo definitivo, en la localidad de Eneñas, Distrito de Villa Rica, Provincia de Oxapampa, el tema escogido para el trabajo de investigación es propuesto debido a que es una necesidad para los agricultores contar con nuevas variedades de café de alto rendimiento, con las condiciones de calidad de las variedades antiguas que se vienen trabajando y cuya producción está en merma según van pasando los años y en las que se requiere mayor inversión.

Esta última condición ha sido el “Talón de Aquiles” de muchos programas de mejoramiento productivo de los cultivos, debido a que se trasladan de un sitio o país a otro, variedades que no se adaptan a las condiciones ambientales, sociales y económicas que priman en nuestra región de selva central de nuestro país. La transferencia de la tecnología es una actividad fundamental, que se inicia con la investigación la cual posteriormente conlleva a la capacitación, que permite

desarrollar un proceso de enseñanza a los productores agrarios.

La producción del cultivo de café comienza con la producción de plantas en vivero, la cual es de suma importancia, sin embargo, estas plántulas deben ser trasladadas a campo definitivo en una primera fase, donde las plántulas se deben establecer y adaptar a las condiciones del lugar de producción. Si las plantas pasan esta primera etapa, la segunda fase productiva será segura y de gran beneficio para el agricultor.

De lo indicado anteriormente, el proyecto está delimitado en la evaluación del comportamiento de cuatro variedades de café en la fase de establecimiento bajo condiciones de la localidad de Eneñas del distrito de Villa Rica.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo es el comportamiento agronómico de cuatro variedades de café (*Coffea arábica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del distrito de Villa Rica?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál es el nivel de crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de café en las condiciones de la localidad de Eneñas en la fase de establecimiento del cultivo?

¿Cuál es la capacidad de establecimiento entre las cuatro variedades de café evaluadas en la localidad de Eneñas?

1.4. Formulación del objetivo

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de café (*Coffea arábica* L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del

distrito de Villa Rica.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el nivel de crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de café en las condiciones de la localidad de Eneñas en la fase de establecimiento del cultivo.

Comparar la capacidad de establecimiento entre las cuatro variedades de café evaluadas en la localidad de Eneñas.

1.5. Justificación de la Investigación

El café es un cultivo cuya producción, comercialización, industrialización y exportación constituyen sectores importantes para la economía del agricultor peruano, por lo que el sector privado y público deben colaborar para lograr un desarrollo sustentable y mejorar las condiciones socioeconómicas de los peruanos dedicados a esta actividad, así como el fortalecimiento y ampliación de las exportaciones, así como el incremento del aporte en divisas para la economía de nuestro país. El café peruano se exporta actualmente a cerca de cincuenta países, entre los más importantes están los Estados Unidos, España, Chile, Alemania y Italia.

Los pequeños agricultores cafeteros generalmente el 60% de su ingreso proviene de la venta de café y es complementado con el trabajo como jornalero que realiza en otras fincas, y algunas ocupaciones adicionales. Estas pequeñas unidades producen generalmente unos 400 kilogramos por hectárea por año, o sea menos que el promedio nacional según el censo cafetero de 1970, que fue de 541 kilogramos por hectárea. Este aspecto nos indica que los bajos rendimientos obtenidos más los excedentes monetarios de otras actividades le permiten únicamente un mínimo de subsistencia de su familia. Incidiendo en la poca

capacidad económica para adoptar prácticas requeridas por la influencia tecnológica, las cuales permiten desarrollar mejor sus cultivos de café.

Asimismo, cabe mencionar que, a pesar de la labor y esfuerzo realizado por las instituciones en el servicio de extensión, es mínima la influencia tecnológica en el pequeño agricultor cafetero, sin embargo, existe todavía mucho interés por parte de los productores cafetaleros en procurar desarrollar y fortalecer económicamente el pequeño caficultor ya que representa el 91% de la sociedad cafetalera según el Censo Nacional Agropecuario INEI (2012). Por lo tanto, se requiere reforzar, las Capacitaciones y Asistencia Técnica (mediante una mejor implementación del proceso de Adopción de Tecnología) para no solamente el cultivo de café, sino mejorar la producción de alimentos básicos, utilizando para ello también las áreas de sus fincas que actualmente no usan, como los cultivos asociados con el café.

Sin embargo, a pesar de la escasa producción que brindan los cafetaleros pequeños menos de 2.0 hectáreas con una productividad de 11 qq/ha⁻¹, el desarrollo de la región está vinculado en un alto porcentaje al cultivo del café. Del mismo modo la industria cafetalera ofrece una fuente de mano de obra para la familia y personal de la región, así como también para la gente foránea que se integra en algunas épocas a ciertas labores culturales.

En los últimos años se ha incrementado la siembra de variedades que tienen resistencia a la roya, como son los Catimores y Sarchimores. Son variedades híbridas que proceden del cruce de dos padres arábigos genéticamente distintos y han servido de base para el desarrollo de las variedades conocidas comercialmente como Anacafé 90, Catimor T-8667, Costa Rica 95, Lempira, Parainema, Sarchimor, Cuscatleco, Tupi, Geisha, Castillo, Marsellesa, entre

otras.

En busca de superar los daños de la roya, además de los Catimores y Sarchimores, resistentes a esta enfermedad, se han desarrollado variedades a partir del cruce de otras ya mejoradas que cumplan este objetivo y que sobre salgan otras características deseables como la obtención de buena calidad de taza para fortalecer su competitividad en mercados especiales, en algunos casos cierta tolerancia a la sequía y ataque de nemátodos al sistema radicular. Entre las más conocidas podemos mencionar: Icatú, Anacafé 14, Obatá, Tabi y Catucaí.

1.6. Limitación de la Investigación

Debido a que el trabajo de investigación fue realizado en campo definitivo, las limitaciones de la investigación se dieron por los factores ambientales que no podemos controlar y que afecto a los resultados de la investigación, sin embargo, cabe mencionar que estos factores ambientales también afectaron a la presencia de plagas y enfermedades y estrés hídrico. Los resultados que se obtuvieron son reales provenientes de las evaluaciones programadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Gualotuña (2016), manifiesta que en la adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación; La investigación se realizó aplicando un DBCA con un arreglo factorial 2 x 3 con cuatro repeticiones y un total de 24 unidades experimentales: T1 D1+V1 N1= 20% biol/100 litros+ 13-20-14, T2 D1+V3 N1= 20% biol/100 litros+ Geisha, T3 D3+V2 N3= 40% biol/100 litros+ Sarchimor, T4 D2+V1 N2=30% bio/100 litros+13-20-14, T5 D3+V3 N3=40% bio/1100 litros+ Geisha, T6 D2+V2 N2= 30% biol/100 litros+ Sarchimor, T7 D3+V1 N3=40% biol/100 litros+ 13-20-14, T8 D2+V3 N2=30% biol/100 litros+ Geisha, T9 D1+V2 N1=20% biol/100 litros+ Sarchimor, T10 V1 N4=Sin aplicación biol 13-20-14, T11 V3 N4=Sin aplicación biol Geisha, T12 V2 N4= Sin aplicación biol Sarchimor. los resultados que demostró es la variedad de café robusta conilón presenta los mejores promedios de 0.54 cm para diámetro de tallo; 40.73 cm para altura de planta y 34.09 cm de diámetro de copa. La mejor interacción que

corresponde a la Variedad conilón por la distancia de 1.5 x 3 m presento los mejores promedios de 0.56 cm para diámetro de tallo; 41.99 cm para altura de planta y 35.74 de diámetro de copa. Los factores estudiados fueron densidades poblacionales con 1.5 x 3 m, 3 x 2.5 m y 3 x 3 m.

Vargas (2020), manifiesta que la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arábica*) con tres niveles de fertilización foliar, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3x3+3, con 9 tratamientos, 3 repeticiones más 1 tratamiento testigo con tres repeticiones por cada variedad dando un total 36 unidades experimentales.

T1 D1+V1 N1= 20% biol/100 litros+ 13-20-14, T2 D1+V3 N1= 20% biol/100 litros+ Geisha, T3 D3+V2 N3= 40% biol/100 litros+ Sarchimor, T4 D2+V1 N2=30% bio/100 litros+13-20-14, T5 D3+V3 N3=40% bio/1100 litros+ Geisha, T6 D2+V2 N2= 30% biol/100 litros+ Sarchimor, T7 D3+V1 N3=40% biol/100 litros+ 13-20-14, T8 D2+V3 N2=30% biol/100 litros+ Geisha, T9 D1+V2 N1=20% biol/100 litros+ Sarchimor, T10 V1 N4=Sin aplicación biol 13-20-14, T11 V3 N4=Sin aplicación biol Geisha, T12 V2 N4= Sin aplicación biol Sarchimor. Se obtuvo el mejor resultado fue variedad de 13-20-14 en las variables bajo estudio. La dosis del fertilizante foliar que presentó los mejores resultados fue 30 litros de biol ya que mostro diferencia significativas en altura de planta desde la primera a la semana 16 fue en la dosis de 30 litros de biol con 16,58 cm y 27,87 cm respectivamente, en el diámetro del tallo en la semana 16 se destacó la dosis de 30 litros con 0,43 mm y el menor valor en la dosis de 20 litros con 0,39 mm presentándose diferencias estadísticas entre las dosis. Circunferencia foliar Para la semana 16 el mayor valor se registró en la dosis de 30 litros con 49,23 mm y el menor valor de 45,33 en la xi dosis de 20 litros. En la semana 16

el mayor número de hojas lo obtuvo la dosis 30 litros de biol con 9,90 hojas y con 20 litros se reportó 9,24 hojas sin presentar diferencias estadísticas. En los tratamientos la dosis de 30 litros de biol en las variedades 13-20-14 y Sarchimor presentaron los valores más altos. El mayor incremento de altura entre los tratamientos bajo estudio se registró en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 12,64 cm, La mayor tasa de crecimiento relativo se presentó en el tratamiento 30 litros de biol en las variedades 13-20-14 Al analizar la tasa de crecimiento relativo entre la altura de la semana 16 y semana 1 el tratamiento que presentó la mayor tasa de crecimiento fue 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 0,11 cm día⁻¹ y el menor se encontró en los testigos de las variedades con 0,04 y 0,05 cm día.

Franz B., (2020) En la tesis llamada Influencia ecofisiológica de tres variedades de (*Coffea arábica* L.) "café" en cuatro pisos altitudinales Se evalúa la respuesta ecofisiológica de tres variedades de café ("Caturra", "Pache" y "Catimor"), en cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm). Se utilizo el diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial (4A*3B) con interacción de 3 bloques y 12 tratamientos.

T1 1000 "Caturra", T2 1000 "Pache" T3 1000 "Catimor" T4 1100 "Caturra" T5 1100 "Pache", T6 1100 "Catimor" T7, 1200 "Caturra", T8 1200 "Pache", T9 1200 "Catimor", T10 1300 "Caturra", T11 1300 "Pache", T12 1300 "Catimor". los resultados obtenidos del diseño estadístico, informa que la variedad "Caturra" en el piso 1100 msnm, la variedad "Pache" en el piso 1000 msnm y la variedad "Catimor" en el piso 1300 msnm, se obtuvo mejor respuesta morfológica, se determinó que el piso 1100 luego el piso 1000 msnm registraron mejores respuestas morfológicas en el "Café". se concluye que los pisos

adecuados para el cultivo de “Café” son 1000 y 1100 msnm, considerando los aspectos morfológicos número de hojas y ramas, discriminando la altura.

Romero (2001) hace mención en el establecimiento de dos variedades de café catuai y garnica, en san juan ozolotepec, Ozolotepec, Oaxaca y análisis de los factores socioeconómicos y políticos que determinan su comercialización en el país. La adaptación de las variedades en las primeras etapas del proceso de producción (semillero, vivero y plantación), se prolongó la finalización, lo que permitió conocer de manera cualitativa el seguimiento del cultivo 8 años, describió de manera general su trayectoria. El comportamiento de las variedades en la zona de san juan ozotepec fue bueno debido que desde inicio del proceso de producción y durante las etapas fenológicas (germinación, emergencia, plántula, trasplante y establecimiento de su desarrollo se comportó adecuado en campo. Estas variedades Catuai y García presentan ventajas como inicio de fructificación temprana, porte bajo con rendimiento promedio 6-8 kg por planta. lo cual permite el incrementar rendimiento.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Generalidades del cultivo de Café

➤ El cultivo de café

A. Origen

El café se originó en las tierras altas de más de 1000 m.s.n.s de Etiopia y Sudan, África. En los años 575 y 890, los persas y los árabes lo llevaron a Arabia y Yemen, en tanto que los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y Madagascar. De aquí los holandeses y los portugueses, entre los años 1600 y 1700, lo trasladaron a Ceylán, posteriormente a Java y a la India, así como

a otras regiones de Asia y África (Academia de Geografía e Historia, 1986).

En el año 1727, fue trasladado de Sumatra a Brasil, y luego paso a Perú y Paraguay, y en 1825, a Hawaii. Por otra parte, en el invernadero de Paris se multiplicaron las plantas y pasaron a la Guyana Francesa, África Ecuatorial, Haití y Santo Domingo. Luego se extendió a Puerto Rico y a El Salvador en 1740; a Guatemala, en 1750; a Bolivia, Ecuador y Panamá en 1784; por último, a Costa Rica, procedente de Cuba y Guatemala, entre 1796 y 1798. (Academia de Geografía e Historia, 1986).

B. Taxonomía

La clasificación taxonomía del cultivo de café es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Sub – División	: Angiospermae
Clase	: Magnoliata
Sub – Clase	: Asteridae
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Género	: Coffea
Especie(s)	: arábica, canéfora, ibérica, etc.

(Alvarado y Rojas, 1994)

C. Morfología

El café es una dicotiledónea, un arbusto perenne que pertenece a la familia de las rubiáceas, la cual contiene alrededor de 500

géneros y más de 6 000 especies. La mayor parte son árboles y arbustos que crecen en el estrato más bajo de los bosques tropicales. El fruto es de forma ovoide. Está formado por: el epicarpio o pulpa, el mesocarpio o mucilago. El endospermo o grano. Y además por una película de lignina, endospermo o grano y por el embrión.

Las yemas florales aparecen en series en las axilas de las hojas. El botón es de color verde y se torna blanco poco antes de la apertura de la flor.

Las flores hermafroditas, de color blanco, y de olor semejante al jazmín. Aparecen en grupos de 3 ó 4 envueltas en las brácteas. El cáliz tiene sus sépalos soldados entre sí, y la corola está compuesta por 5 pétalos unidos en la base.

Las hojas aparecen en su mayoría en ramas horizontales, en un mismo plano y en posición opuesta. La lamina es delgada, fuerte y ondulada de 12 a 24 cm. de ancho y su forma varia de elíptica a lanceolada.

Las ramas se distribuyen en forma alternada y opuesta a lo largo del tallo son delgadas y flexibles, y su longitud varia para las diferentes variedades. En ellas se presentan una serie de nudos donde se producen las yemas que eventualmente, dan origen a hojas, flores y ramas tercias o palmillas.

El tallo central es erecto y de crecimiento indefinido. En el tallo se producen tres yemas: las que originan el tallo central o eje ortotrópico, las que producen las ramas que son los ejes

plagiotrópico y, aquellas que producen las hojas.

El tallo principal está constituido por nudos y entrenudos en el nudo existen 6 yemas a un lado y 6 yemas al otro y 5 yemas seriadas. La yema cabeza de serie se transforman en chupones y son los que forman tallos nuevos.

La raíz principal y raíces Laterales:

Primer año. El desarrollo de la raíz principal, las raíces primarias, secundarias y los pelos absorbentes en el primer año, alcanzan una profundidad de 20 a 25 cm.

Segundo año. El desarrollo de la raíz principal, las raíces primarias, secundarias y los pelos absorbentes en el segundo año, alcanzan una profundidad de 25 – 30 cm.

Tercer año. El desarrollo de la raíz principal en el tercer año alcanza una profundidad de 40 – 50 cm., la raíz hídrica va profundizando.

Estos primeros 3 años son los más importantes para el desarrollo del sistema radicular. Los elementos más importantes son: Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio y azufre.

Pelos absorbentes: El 80% de los pelos absorbentes se encuentran en los primeros 20 cm. de profundidad y su función es absorber agua y sustancias naturales.

Raíces hídricas: Llegan hasta una profundidad de 1.50 m. y determinan: La profundidad que debe tener un suelo para utilizarlo para el cultivo de café y mantiene el nivel de agua en la planta en la época de descanso. (Figueroa, Fisherworrying y

Roskamp, 1996).

D. Ciclo vegetativo

En la base de las hojas formadas en la campaña anterior, las yemas ya formadas se desarrollan formando las estaquillas. La falta de agua es necesaria para que la hormona llamado ácido abscísico que está en las hojas sea eliminado y así puedan desarrollar las estaquillas transformándose después en botones florales.

La parte aérea está en reposo: no crece el tallo ni las ramas, no se forman hojas nuevas y las ramas formadas en la campaña anterior se engrosan y maduran.

El sistema radicular: La raíz principal y las raíces secundarias no crecen, no hay absorción de agua, ni de sustancias minerales por los pelos absorbentes y las raíces hídricas mantienen el nivel de agua en la planta.

Con el inicio de las lluvias el suelo va alcanzando el 50% de su capacidad de campo. Se inicia la absorción de agua y sustancias minerales a través de los pelos absorbentes.

La floración y el crecimiento se inician con las primeras lluvias. Para que los botones florales se conviertan en flores, necesitan que las hojas produzcan una hormona llamada ácido giberélico, el cual se forma cuando la raíz absorbe agua y esta llega a las hojas.

A mayor agua, mayor ácido giberélico, mayor floración; las flores se auto polinizan inmediatamente se forman los frutos.

La planta cumple 2 funciones:

- ✓ Los frutos crecen, desarrollan y las ramas se llenan de frutos.
- ✓ El tallo y las ramas crecen formando nuevas hojas.
- ✓ El desarrollo del grano tiene 4 etapas definidas:
- ✓ 1ra. Etapa (1 ½ mes) Poco crecimiento del fruto.
- ✓ 2da. Etapa (2 meses). Las semillas que están dentro del fruto crecen rápidamente y alcanzan su máximo tamaño, es la época en que necesita más agua, de lo contrario los frutos no crecen, son chicos y se caen.
- ✓ 3ra. Etapa (2 ½ meses). Las semillas alcanzan su máximo tamaño y se van llenando de sustancias nutritivas y que se almacenan en el tallo, hojas y raíz, que sirven para el desarrollo de los frutos y planta.
- ✓ 4ta. Etapa (3 ½ meses). La cáscara y la pulpa del fruto crecen rápidamente, cambia de color verde a rojo o amarillo.

En la etapa de cosecha, comienza cuando los frutos cambian de coloración verde a roja o amarilla de acuerdo con la variedad. Crece y desarrolla la cáscara y la pulpa, en esta etapa la formación de hojas en las ramas disminuye. En la base de las hojas formadas durante toda la campaña se forman las yemas para la cosecha de la próxima campaña (Figuroa et al, 1996).

E. Requerimientos climáticos

Requiere de climas tropicales y subtropicales con temperatura que varía de 20 y 25 °C con lluvia anual de 1,500 a 2,500 mm y terrenos con altitud de 1000 a 1500 msnm. La cantidad de luz y

horas de sol tiene gran influencia a mayor luminosidad la planta puede dar mayor cosecha, siempre que se encuentre bien abonado (Figuerola et al, 1996).

F. Condiciones edafológicas

El suelo es muy importante en la producción, con una buena profundidad de la capa agrícola del suelo (alrededor de un metro) se tienen aseguradas buenas cosechas por mucho tiempo. Y en suelos superficiales, las cosechas son menores, así como la duración del cafetal necesitando lluvias o riegos más frecuentes y mayor cantidad de abono. Los terrenos planos o con ligera pendiente ofrecen mejores condiciones agrícolas que los de mayor pendiente (Figuerola et al, 1996).

G. Periodo vegetativo

El cafeto es un cultivo de ciclo económico prolongado (más de 50 años), si se cultiva en condiciones de clima y suelos apropiado, acompañado de un manejo tecnificado (Figuerola et al, 1996).

H. Propagación

La forma de propagar el cafeto en forma comercial es por semilla botánica. La propagación vegetativa se utiliza solo para fines específicos, tales como conservación de híbridos interespecíficos, injertos, etc. Antes de 2 meses del trasplante realizamos la poda de raíces; la poda se hace a 10 cm. de la base del tallo y a 12 cm. de profundidad y con esta labor favorecemos que se produzcan más raíces (Figuerola et al, 1996). En los viveros comerciales del café se acostumbra a sembrar durante el otoño e

invierno directamente en el vivero, la cual tiene las siguientes ventajas:

Economía. - Se evita el trabajo del trasplante del almacigo al vivero, en una estación en que escasea la mano de obra

Mayor tamaño de planta. - Las plantas al pasar del almacigo al vivero interrumpen sus funciones vegetativas por algún tiempo hasta arraigar bien el terreno (Castañeda, 1997).

➤ **Variedades**

A. Variedad Limani

Es una línea de la variedad Sarchimor, familia Timor Hybrid 832/2 x Villa Sarchí, Muy bien adaptada a altitudes medias, altura enana, compacta, es resistente a la roya, la calidad de la bebida es buena, tamaño de fruto promedio, requiere alta nutrición, la altitud óptima 600–1200 metros, densidad de la siembra Similar al Caturra (5000/6000 por Ha), (World Coffee Research, 2016).

B. Variedad Castilla

El nombre de la variedad se otorgó en honor al investigador Jaime Castillo Zapata, resistente a la roya del café (*Hemileia vastatrix*) (Alvarado, 2005). Es un cruzamiento de la variedad Caturra x Híbrido de Timor, de porte bajo, ramas largas, hojas grandes, vigorosa, de grano grande, excelente calidad en taza presenta cuerpo y amargor suaves, aroma y acidez pronunciadas. (CBD, Anacafe, 2016).

C. Variedad Catuai

Originario de Brasil, del cruzamiento de Caturra por Mundo

Novo. Es de porte pequeño e internudos cortos. Se adapta desde 600 a 5500 msnm. Es de porte bajo, las ramas laterales forman un ángulo cerrado de 45 grados con el tallo principal, con entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde claro, las hojas adultas tienen una forma redondeada y de color verde oscuro. Los frutos son rojos y amarillo, maduración de los frutos es tardía, tiene alta capacidad de producción (79 quintales por hectárea), (Anacafe, 2016).

D. Variedad Obata

Variedad de alto producción y resistente a la roya. Su apariencia es de porte bajo, el color del brote de las hojas es verde y el tamaño del fruto es grande y se adapta desde los 400 hasta los 1600 msnm. Su potencial de calidad mostrado en altura es bueno, su potencial de rendimiento es alto, susceptibilidad a los nemátodos es desconocido. Tres años para la primera cosecha, de requerimientos nutricionales alta, de maduración de la fruta es tardía, densidad de siembra de 5000/6000 por hectárea (Similar al Caturra) (World Coffee Research, 2021).

E. Variedad Costa Rica 95 (Catimor)

La variedad Costa Rica 95, es producto de la selección realizada por el ICAFE de Costa Rica a partir de la serie T-8600 introducida y evaluada en el CATIE por PROMECAFE en generación F5. Es de porte pequeño con brotes bronceados y de bandolas muy cortas, fruto y grano de tamaño grande; hojas nuevas de color café o bronce (Anacafe, 1998). El Catimor tiene

muy buenas características de grano y buena respuesta a la poda. Se adapta muy bien en ambientes favorables propios del cultivo (Zamora, 1998). Buena composición química y organoléptica de la variedad confirman una buena calidad de taza, es de porte forma cónica, ramas cortas, frutos rojos, brotes bronce intenso, alta productividad (50 a 70 quintales pergaminos secos por manzana), con buena adaptabilidad en zonas de 800 a 1,400 msnm. (Anacafe, 2016).

➤ **Manejo agronómico del cultivo Selección de terreno**

Se recomienda seleccionar suelos francos de buen drenaje con contenido de materia orgánica. Las parcelas deberán estar ubicadas de preferencia en altitudes mayores a los 1 200 m.s.n.m. (Midagri vraem,2022). No debe tener pendientes mayores al 100% (45° de inclinación), los suelos deben ser profundos, mayores a 1.5 m, no deben ser muy arenosos ni muy arcillosos, ni estar encharcados o anegados.

➤ **Limpieza del terreno**

Elegido el terreno para la instalación del café se recomienda trabajar sobre montes raleados, sin fomentar la tumba y quema del bosque, evitando la erosión del suelo y la pérdida de la biodiversidad. (Desco 2012).

➤ **Preparación y demarcación del terreno**

En área nueva o bosque primario: entre los meses de junio a setiembre. Área de renovación: entre los meses de agosto a noviembre. El trazo y estaqueado a curvas a nivel; líneas

transversales (contra la pendiente), con distanciamiento entre: 2 x 1m o 2.5 x 0.80m para variedades de porte bajo y mediano (Catimor, Caturra, Catuai, Costa Rica 95, Limani, Obata rojo, Obata amarillo, Catigua y Tupí). 2.5 x 1.5m o 3 x 1m para variedades de porte alto (Typica, Geisha, Bourbon). (Midagri Vraem,2022).

➤ **Trasplante de café**

Previa selección de las mejores plantas. Se corta la base del plantón a 2cm aproximadamente, luego se quita la bolsa cuidando (Desco 2012).

➤ **Siembra**

Colocar la plántula del café dentro del hoyo sin romper el pan de tierra, acomodando con las manos para luego completar el llenado del sustrato preparado hasta el nivel del suelo, pisando ligeramente para que no se formen vacíos de aire, se puede adicionar al fondo del hoyo una capa del sustrato preparado (150g de compost + 100g de roca fosfórica + tierra agrícola superficial del perímetro del hoyo). (Midagri Vraem,2022).

➤ **Control de malezas, plagas y enfermedades**

Para un buen desarrollo de las plantas se debe realizar como mínimo de dos a tres controles de malezas por año, utilizando para ello el machete o moto guadaña. Es necesario realizar monitoreos constantes para el control oportuno de las plagas y enfermedades; que causan daños a la planta disminuyendo la producción, el rendimiento, la calidad del fruto, generando pérdidas económicas. (Desco 2012).

➤ **Fertilizaciones**

A. Análisis de suelo:

Para una adecuada fertilización se necesita realizar análisis de suelo de la parcela.

B. Encalado de suelo:

El pH óptimo para la plantación de café oscila entre 5.5 a 6.5. Realizar la aplicación de enmienda calcárea cuando el suelo posee un pH por debajo de 5.5.

C. Año 1 Planta en crecimiento y desarrollo.

1° 100g de compost, 10g de guano de isla, 2.5g de sulfato potasio, 5g de fosfato diamónico. Aplicar a los 30 días después de la instalación.

2° aplicación: 20g de guano de isla, 10g de fosfato diamónico. Aplicar al cuarto mes después de la instalación.

3° aplicación: 30g de guano de isla, 10g de sulfato de potasio, 10g de fosfato diamónico. Aplicar al octavo mes después de la instalación. (Midagri Vraem,2022).

Al momento de la siembra debe aplicarse un fertilizante alto en fósforo recomendable para café en desarrollo. También la aplicación de nematicida-insecticida en el momento de la siembra, para la prevención. (Cicafe, 2011).

2.3. Definición de términos básicos

Comportamiento: Se denomina comportamiento todas aquellas reacciones que tienen los seres vivos en relación con el medio en el que se encuentran. Corresponde con las circunstancias que se experimenten en un

tiempo y espacio específico.

Variación: Es la propiedad de aquello que es vario (desigual, desemejante, disímil, disparejo, heterogéneo). La variación, por lo tanto, es la agrupación de elementos diversos o la disimilitud en una cierta unidad, amplía un determinado repertorio o abanico de posibilidades con ciertas características que se perpetúan mediante la herencia.

Cafeto: Árbol tropical de ramas abiertas y flexibles, hojas perennes, opuestas, de color verde brillante y nerviación muy marcada, flores blancas y perfumadas que nacen en ramillete en la axila de la hoja y fruto pequeño en drupa que contiene dos semillas (café); puede alcanzar hasta 3 m de altura.

Fase de establecimiento: Para plantas cultivadas a partir de semillas, la fase de establecimiento comienza con la siembra de las semillas, pasando por la germinación, emergencia y desarrollo de las primeras hojas verdaderas o de las acículas primarias, abarca desde el momento en que se colocan la planta hasta el desarrollo de raíces y brotes. Plantones: Árbol joven apto para ser trasplantado.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las cuatro variedades de café (*Coffea arábica* L.) tienen igual comportamiento agronómico en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del distrito de Villa Rica.

2.4.2. Hipótesis específicas

El nivel de crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de café son iguales en las condiciones de la localidad de Eneñas en la fase de establecimiento del cultivo.

La capacidad de establecimiento es igual entre las cuatro variedades de

café evaluadas en la localidad de Eneñas.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Variedades de café

2.5.2. Variable dependiente

Crecimiento de las plantas

Indicadores:

- ✓ Altura de planta (cm)
- ✓ Numero de hojas
- ✓ Diámetro del tallo (mm)
- ✓ Peso fresco promedio de hojas (g)
- ✓ Peso seco promedio de hojas(g)
- ✓ Peso fresco promedio de tallos (g)
- ✓ Peso seco promedio de tallos (g)
- ✓ Peso fresco promedio de raíces (g)
- ✓ Peso seco promedio de raíces (g)
- ✓ Longitud de raíces (cm)
- ✓ Diámetro de raíz(cm)

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Definición de las variables	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de medida	Herramientas de estudio
Variable Independiente	Evaluación de crecimiento de las variedades: T1: Limani T2: Castilla T3: Catuai 4: Obata T5: Costa Rica 95 (testigo).	unidad	Observación directa	Contada
Variable Dependiente	Altura de planta	cm	Ficha técnica	Cinta métrica
	Diámetro de tallo	mm	Ficha técnica	Vernier digital
	Numero de hojas	unidad	Ficha técnica	Observación directa
	Peso fresco promedio de hojas	gramos	Ficha técnica	Balanza
	Peso seco promedio de hojas	gramos	Ficha técnica	Balanza
Crecimiento y desarrollo	Peso fresco promedio de tallos	gramos	Ficha técnica	Balanza
	Peso seco promedio de tallos	gramos	Ficha técnica	Balanza
	Peso fresco promedio de raíces	gramos	Ficha técnica	Balanza
	Peso seco promedio de raíces	gramos	Ficha técnica	Balanza
	Longitud de raíces	centímetros	Ficha técnica	Cinta métrica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación al que se realizó es de tipo experimental en plantación de café en etapa fenológica de inicio.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es inductivo y deductivo.

3.3. Métodos de la investigación

El método de investigación que se utilizó en el presente proyecto es el método experimental aplicado.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño experimental que se empleó en el desarrollo del proyecto de investigación es el diseño de bloques completamente randomizado (BCR) con 4 tratamientos más un testigo y 4 repeticiones por tratamiento.

A. Modelo aditivo lineal

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

Donde:

Y_{ij} = Es una observación cualquiera

μ = Media poblacional

t_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto aleatorio de la j-ésima repetición

ϵ_{ij} = Error experimental.

B. Análisis de varianza

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza.

F de V	g.l.	S.C.	C.M	F	Sig.
Tratamientos					
Bloques					
Error					
Total					
S =		X =	CV =		

C. Características de los Bloques Experimentales:

a. tratamientos:

- Número de tratamiento : 5
- Número de plantas por tratamiento : 25
- Número de unidades experimentales : 100
- Total de plantas en todo el experimento : 590

b. parcela

- Calles : 2 m
- Entre plantas : 1mt
- Área total del experimento : 1080

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por 590 plantas de cafeto. En cada unidad experimental se consideró 25 plantas de café.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 590 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 y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fue las fichas donde recolectamos los datos de campo.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La validación del instrumento de colección de datos y de la selección de las variables que nos permitieron obtener los datos de campo que nos dio en respuesta al efecto de los tratamientos en el trabajo de investigación, se realizó a través de consulta de expertos.

Consultor Experto Valoración del instrumento

1. Ing. Iván Sotomayor Córdova 90 %
2. M.Sc. Karina Marmolejo Gutarra 88 %
3. Mg. Carlos Rodríguez Herrera 90%

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos que se realizó fue el análisis de varianza y la prueba

de significación de Tukey al 5%; el procesamiento de los datos que se realizó es el software estadístico Infostat.

3.9. Tratamiento estadístico

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de F; y para la clasificación de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Tukey al nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El desarrollo del trabajo de investigación servirá de referencia para otros trabajos de investigación y que contribuirá al conocimiento en la producción de café con nuevas variedades adaptadas a la localidad de Eneñas 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 obtenga en el presente documento estará representado en sus resultados fiel a las evaluaciones realizadas en campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el centro poblado san miguel de Eneñas en el distrito de Villa Rica -Oxapampa.

4.1.2. Ubicación política:

Lugar : San miguel de Eneñas

Distrito : Villa Rica

Provincia : Oxapampa

Departamento : Pasco

4.1.3. Ubicación geográfica.

Este : 474858

Norte : 8813238

Altitud : 1570 msnm

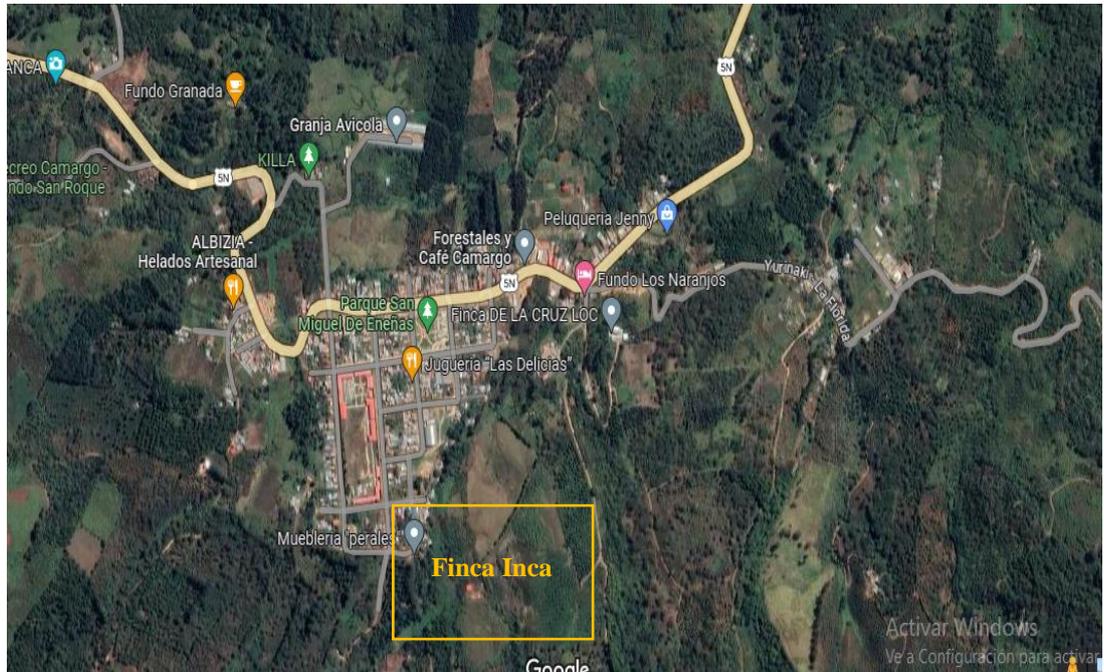
Temperatura promedio : 25 ° C

Precipitación anual : 2 084 mm

Humedad relativa : 89 %

Clima: sub. tropical húmedo

Figura 1. Ubicación del campo experimental del C.P San Miguel de Eneñas.



Fuente: Google Earth

4.1.4. Procedimiento y conducción del experimento

➤ Preparación del terreno

Para la ejecución del experimento se tuvo un área de 1080 m² anteriormente el terreno estuvo en descanso sin ningún cultivo.

➤ Interpretación del Análisis de suelo de la parcela

El pH mostró un valor de 4.53 considerado como suelo muy ácido, donde es frecuente ver altas deficiencias de fósforo afectando el desarrollo radicular y fijación de nutrientes por presencia de aluminio cuyo porcentaje de saturación es de 5.27% de aluminio (este valor es relativamente bajo para bloquear nutrientes considerándose alto sobre 25%). - C. E. con un valor de 0.27 mmhos/cm muy por debajo

de un suelo salino sin generar quemaduras en cultivos.

CaCO₃ (carbonato de calcio): Esta en 0.0%. considerado en un nivel muy bajo siendo lo normal entre 1 a 5%; por lo que su aporte es de mucha importancia por las funciones que tiene el calcio sobre el suelo (estructura y liberación de nutriente fijados por el aluminio) y sobre los cultivos (resistencia).

M.O. (materia orgánica): Esta en un valor de 4.79 % igualmente considerado en un nivel medio siendo importante considerarlo en aportes al suelo por su importancia en mejora de las propiedades físicas (estructuras) y químicas (CIC) en beneficio de los cultivos.

P (fosforo en ppm): Con un valor de 18.9 ppm a un nivel alto y su disponibilidad dependerá de si está o no por el aluminio siendo el desarrollo de raíces como de la planta en general el mejor indicador de deficiencias y sus aportes serán básicamente de mantenimiento (dosis bajas).

K (potasio en ppm): Con un valor de 380 ppm a un nivel medio siendo lo normal sobre 600 ppm; es importante indicar la enorme importancia de este elemento en la calidad y rendimiento de las cosechas como también en la tolerancia a plagas y enfermedades como en el balance hídrico de las plantas (al potasio se le encuentra en las estomas regulando el intercambio gaseoso).

Textura: Corresponde a un suelo franco arenoso de fácil lixiviación de nutrientes por las lluvias, daños que pueden reducirse si los niveles de materia orgánica son altos para formar agregados más estables que retengan nutrientes y agua en épocas secas.

C.I.C. (capacidad de intercambio catiónico): Con un valor de 23.68 meq/100 como un valor normal en un suelo agrícola guardando relación con el mayor contenido de materia orgánica (Un suelo con alta materia orgánica genera una mayor CIC).

Concentración de bases en la solución suelo: Es el porcentaje que se encuentran las bases cambiables (calcio, magnesio, potasio, sodio y aluminio) respecto a la CIC donde: Calcio: 59% está debajo del valor normal de 75% (afectado por la presencia del aluminio) Magnesio: 9,5% por debajo del normal 15% por lo que requiere aportar en las fertilizaciones Potasio: 4.13% dentro del rango normal de 3 a 7% Sodio: 0.6% por debajo de 15% sin riesgo de daño. Aluminio: 5.3% por debajo de niveles tóxicos (25% Al).

La parcela experimental tiene un suelo considerado de baja fertilidad natural que requiere realizar correcciones en aportes de calcio (dolomita) con bajas dosis de guano de gallina para mantenimiento (toda materia orgánica en el tiempo se pierde por acción del agua y temperatura). Al ser un área donde se tiene una plantación de café en crecimiento se debe realizar un muestreo de raíces y de la planta en general para las correcciones adecuadas. Las fertilizaciones que se programen deben estar orientadas a una distribución uniforme y protegidas en la corona para evitar pérdidas por lixiviación por las lluvias considerando que es un suelo de textura franco arenoso.

➤ **Parcelación del área experimental**

Luego que el terreno fue deshierbado se procedió a la parcelación de acuerdo con el croquis. Las parcelas estuvieron orientadas de este a

oeste para que las plantas tengan un mayor aprovechamiento de los rayos solares para un eficiente desarrollo. Se utilizó el método de la curva a nivel por el tipo de relieve del terreno.

➤ **Limpieza del terreno**

Se efectuó en forma mecánica utilizando, machetes, lampas y picos, etc. Para obtener un terreno adecuado que no interfiera o perjudique al cultivo.

➤ **Trazado y alineado**

Se consideró el uso de las curvas a nivel, contra la pendiente, teniendo en cuenta el trazado de la línea madre (a mitad del terreno) con la ayuda de un cordel. El alineado de las estacas se realizó con el propósito de evitar la erosión del suelo y de contar con una buena distribución de plantas, para luego colocar las estacas en el lugar donde se iba a sembrar las plantas con distanciamiento de 1.5 metros entre plantas y de calles 2 metros de ancho.

➤ **4.1.4.6. Preparación de los hoyos**

Los hoyos se prepararon con la ayuda de la pala derecha y un paseador con cinta métrica se realizó las mediciones para luego ser paseado se cavó los hoyos con dimensiones de 20x20x30 cm de profundidad, colocando la tierra superficial (15 cm) a un costado y la del fondo al otro costado, al momento de instalar la planta de café se colocó el sustrato superficial en la base del hoyo.

➤ **Desinfección de los hoyos**

Se incorporó la cal, 100 gramos de cal dolomítica y utilizó una gallinaza 50 gr en cada hoyo.

Se utilizo 10 gr por hoyo para prevenir el ataque de nematodos. Se le adiciono materia orgánica 150 gr de guano de isla.

➤ **Trasplante de café**

Se realizo previa selección de las mejores plantas (vigorosas, libre de plagas y enfermedades y con tres pares de hojas verdaderas).

➤ **Etapas de instalación**

Se instalaron las plantas cafés después de haber aplicado el abonamiento de fondo. Se retiró la bolsa de plástica de las plantas de café provenientes de vivero, se colocó en el centro del hoyo cuidando que la raíz quede vertical y recta para un buen desarrollo de la planta y adiciono la tierra y se aprieto, el nivel de la superficie del terreno quedo al nivel de la base de la planta.

➤ **Abonamiento**

La fertilización fue a base fosforada con fosfato di amónico. Se realizo dos fertilizaciones durante todo el experimento.

Se coloco el abono granulado en la base del tallo de la planta la primera fue la cantidad fue de 5 gr después de 15 días la segunda es 10 gr a los dos meses de siembra, culminado el abonado se le cubrió con hojarasca para evitar el lavado y evaporación del abono.

➤ **Riego**

Esta actividad se realizó antes de la siembra. las plantas sembradas no fueron regadas solo se mantuvo en condiciones de pluviosidad de la zona.

➤ **Deshierbo**

Las malezas se retiraron manualmente, con la finalidad que esté libre

de malezas, evitando la competencia por luz, agua, espacio, nutrientes. Esta actividad se realizó dos veces y una la labor de Coroneo a unos 50 cm alrededor de la planta y macheteo al mes de instalada las plantas y una fumigación con herbicida a los tres meses de instalado durante todo el proyecto.

➤ **Control Fitosanitario**

Aplicación de agroquímicos para control plagas y enfermedades se realizó cuatro aplicaciones tres fueron fungicidas para el control Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*) Mancha de Hierro y (*Cercospora coffeicola*) con nativo y folicur a dosis de 15 ml /20 litros y dos fumigaciones para insectos para el minador de hojas (*Leucoptera coffeella*) con perfección a dosis de 20 ml /20 lt de manera preventiva y curativa.

➤ **Crecimiento de la Planta**

Se verificó el desarrollo de la planta cada 28 días durante el desarrollo del trabajo de investigación hasta los seis meses.

➤ **Extracción de las muestras.**

Se obtuvieron las muestras cada 28 días, donde se tuvo que extraer 20 plantas con toda la raíz por tratamiento y evaluar los parámetros de raíz, tallo, hojas, durante los seis meses hasta concluir el proyecto.

4.1.5. Metodología de trabajo en la instalación de variedades de café a campo definitivo

Figura 2. *Secuencia del trabajo en vivero y siembra en campo definitivo de variedades de café.*



Evaluación:

La evaluación de las variables se registró en una ficha de datos, luego se ordenaron para su procesamiento y registro de los resultados.

4.1.6. Materiales y equipos

a. Materiales de campo

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Poseedora
- ✓ Lampa
- ✓ Pico

- ✓ Chafle
- ✓ Lima
- ✓ Rastrillo
- ✓ Regla de 30 cm
- ✓ Cordel
- ✓ Costal
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Baldes
- ✓ Bolsas

b. Materiales de escritorio

- ✓ Papel bond
- ✓ Folder
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Resaltador
- ✓ Lapiceros
- ✓ Lápiz
- ✓ Tablero
- ✓ USB
- ✓ Borrador

c. Equipos

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

d. Insumos

- ✓ Fungicidas (perfectiun)
- ✓ Insecticidas (nativo, folicur)
- ✓ Herbicidas
- ✓ Cal agrícola
- ✓ Guano de isla
- ✓ Plantas de café
- ✓ Abono (fosfato diamónico)

e. Tratamientos experimentales

Variedades: describir los tratamientos

T1: la variedad de Limani

T2: la variedad de Castilla

T3: la variedad de Catuai

T4: la variedad de Obata

T5: Costa Rica 95 (testigo).

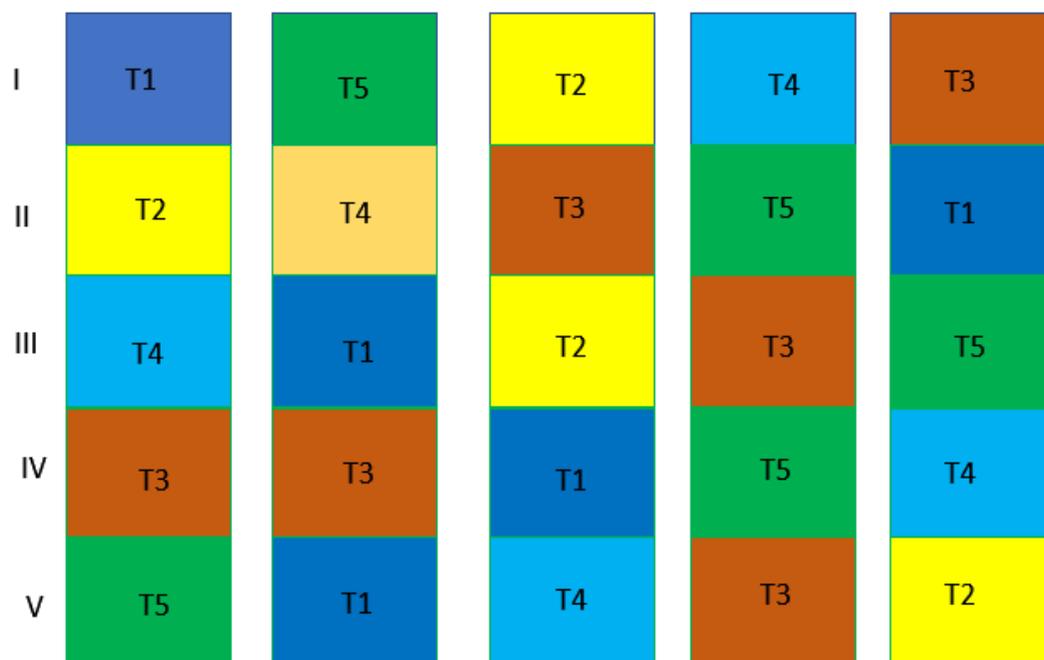
f. Descripción de los tratamientos

Tabla 3. *Componentes de estudio*

No	Tratamiento	Descripción de la conformación de los tratamientos
1	T1	Variedad de Limani
2	T2	Variedad de Castilla
4	T3	Variedad de Catuai
5	T4	Variedad de Obata
6	T5	Variedad de Costa rica 95 como testigo

4.1.7. Croquis de campo

Figura 3. *Distribución de tratamientos*



4.1.8. Evaluación de las variables

Se evaluaron las siguientes variables para comprobar los efectos de los tratamientos.

- ✓ Altura de planta de los cafés (cm)

Se evaluó altura de planta utilizando una regla milimetrada de 30 cm, iniciando desde la base hasta el ápice de la planta esto se realizó cada 30 días.

- ✓ Diámetro de tallo (mm)

Se tomaron los datos con una regla vernier digital midiendo en la base del tallo a todos los tratamientos realizándose cada 30 días.

- ✓ Numero de hojas (unid)

Se conto el número de hojas desarrolladas en las plantas de café según los

tratamientos mediante un registro de los resultados esto se realizó cada 30 días.

✓ Área foliar (cm²)

Se realizó el secado de hojas y pegado, escaneo y luego se halla con un programa para obtener el área, realizándose cada 30 días.

✓ Diámetro de la raíz (cm)

Se midió con una regla vernier al centro de la raíz para obtener los datos esto se realizó cada 30 días.

✓ Longitud de las raíces (cm)

Se midió la longitud de las raíces con la regla en centímetros, ubicado desde el cuello hasta la punta la raíz esta actividad se realizó cada 30 días.

✓ Peso fresco promedio de hojas (g)

Se pesó y registró los datos del peso promedio, se utilizó la balanza gramera, esta actividad se realizó cada 30 días.

✓ Peso seco promedio de hojas(g)

Se pesará y registrará los datos del peso seco de hojas, esto se medirá en gramos, esta actividad se realizó cada 30 días.

✓ Peso fresco promedio de tallos(g)

Se midió el peso con la balanza gramera durante el desarrollo a todos los tratamientos, esta actividad se realizó cada 30 días.

✓ Peso seco promedio de tallos(g)

✓ Se pesó en una balanza gramera a los todos los tratamientos según los meses transcurridos, esta actividad se realizó cada 30 días.

✓ Peso fresco promedio de raíces(g)

Se tomaron los datos del peso de las raíces sin otro material del suelo en una

balanza gramera, esta actividad se realizó cada 30 días.

- ✓ Peso seco promedio de raíces(g)

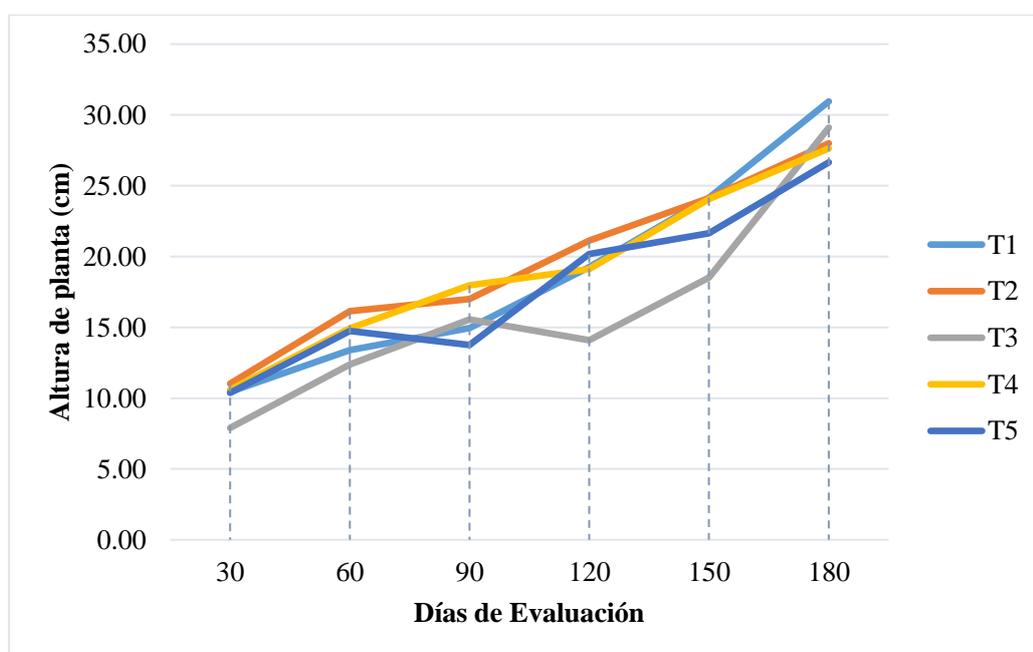
Se realizó el pesado de raíz seco obtenido después de tres días secado bajo sombras en una balanza gramera, esta actividad se realizó cada 30 días.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Altura de planta (cm)

En la siguiente variable se evaluó por seis meses el crecimiento y desarrollo de las plantas de café en campo definitivo, observándose diferencia varietal.

Figura 4. *Días de evaluación en altura de planta (cm).*



En la Figura 4 se observa que, en la variable altura de plantas para las variedades Limani, Castilla, Catuaí, Obata y Costa Rica 95, las evaluaciones fluctuaron entre los 30 y 180 días. En el tratamiento T1 (Limani), los promedios a los 60 y 90 días indicaron un crecimiento lento, que se aceleró notablemente a los 150 y 180 días, alcanzando una altura de 31 cm. Le siguió el tratamiento T3

(Catuaí), con una altura de 29.10 cm, destacándose sobre los demás tratamientos en estudio, lo cual se atribuye al efecto combinado de la variedad y el medio ambiente. Ramírez y Torres (2021) enfatizan la importancia del período de evaluación en el crecimiento de las plantas, indicando que las mediciones a largo plazo, como las realizadas a los 150 y 180 días, son importantes para entender el patrón de crecimiento. Por otra parte, Martínez et al. (2022) indican que la variabilidad genética entre diferentes variedades de café puede conducir a diferencias notables en características morfológicas como la altura, lo cual es consistente con los hallazgos de las variedades Limani y Catuaí. Asimismo, Gonzales & Torres (2023) destacan que el entorno juega un papel crucial en el desarrollo de las plantas, influenciando significativamente características como la altura, apoyando la observación de que el crecimiento se debe a la interacción entre variedad y ambiente.

4.2.2. Altura de planta (cm)

Tabla 4. *Análisis de varianza para altura de planta a los 180 días de evaluación.*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	43.22	10.8	14.55	3.26	5.41	**
Bloques	3	2.94	0.98	1.32	3.49	5.95	ns
Error	12	55.07	0.74				
Total	19	245.14					
S = 0.86		$\bar{x} = 28.47$		C.V. = 3.03%			

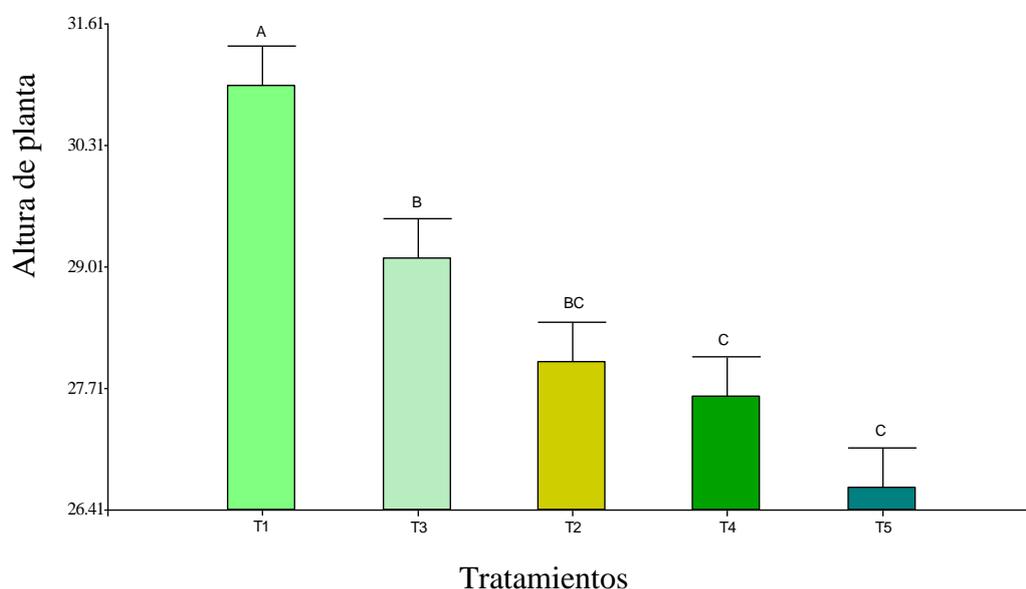
En tabla 4 del análisis de varianza para altura de planta entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable

altura de plantas nos indica que, hay un efecto sobre el desarrollo y crecimiento de las variedades de café.

El coeficiente de variabilidad de 3.03% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, la altura de planta dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 28.18 cm. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre la altura de planta.

Figura 5. *Altura de plantas madre (cm), según la prueba de Tukey.*

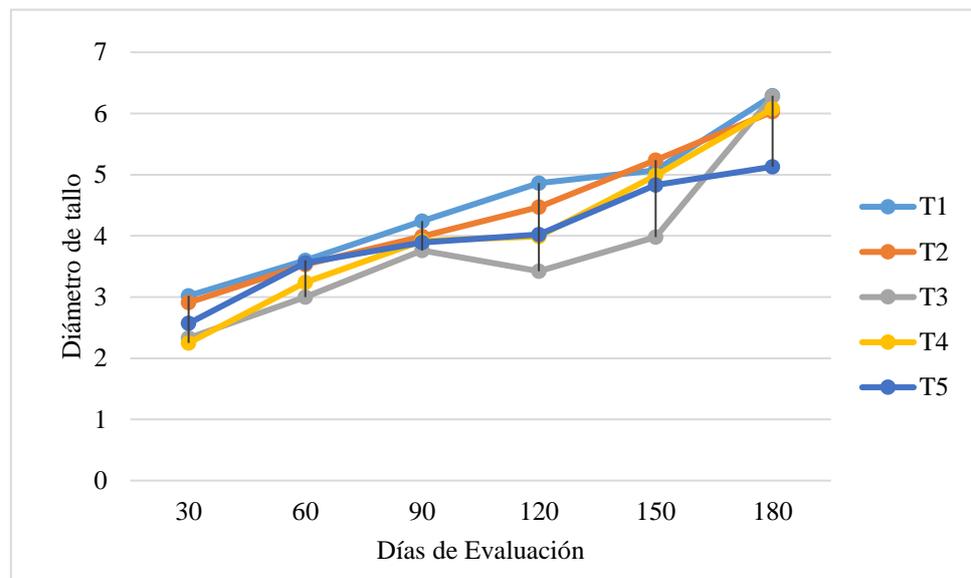


En la figura 5, en la prueba de significación de Tukey al 5% para altura de planta, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T1 (Limani), la categoría B conformada por tratamiento T3 (Catuaí), la categoría BC conformada por tratamiento T2 (Castilla), la categoría C conformada por tratamiento T4 (Obata) y el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de altura de planta a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T1 (Limani) con 30.95 cm,

seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 29.10 cm en comparación con los demás tratamientos en estudio. De la Cruz y Quintana (2018), indican en sus resultados en altura de planta utilizando abonos orgánicos mostro promedios que oscilaron entre 22.23 a 14.93 cm

4.2.3. Diámetro de tallo (cm)

Figura 6. *Días de evaluación para diámetro de tallo (mm).*



En la Figura 6, se presenta la variable diámetro de tallo en las variedades Limani, Castilla, Catuaí, Obata y Costa Rica 95, evaluadas en intervalos de 30 a 180 días. Se observó un crecimiento lento del diámetro del tallo desde los 30 hasta los 90 días, que se incrementó notablemente a los 120 días, destacándose las variedades Limani y Castilla. Posteriormente, a los 120 y 150 días, se observó un menor crecimiento de las raíces en las variedades Obata y Costa Rica 95 debido al efecto ambiental. A los 150 y 180 días, el tratamiento T1 (Limani) mostró el mayor diámetro de tallo con 6.29 mm, seguido por el tratamiento T3 (Catuaí) con 6.28 mm, superando a los demás tratamientos estudiados. Martínez et al. (2021) observaron que el diámetro del tallo en diversas variedades de café puede variar

significativamente según las condiciones ambientales y el tiempo de crecimiento, lo cual se alinea con los hallazgos de las variedades Limani y Catuaí. Rodríguez y Pérez (2022) reportaron que las diferencias en el diámetro del tallo entre distintas variedades de plantas pueden atribuirse a la interacción entre la genética de la variedad y factores ambientales, respaldando los resultados observados en las variedades Obata y Costa Rica 95. González y Torres (2023) destacaron la importancia del entorno en el desarrollo del diámetro del tallo en plantas de café, coincidiendo con las observaciones hechas en esta investigación respecto a las variedades Limani y Catuaí.

Tabla 5. *Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 180 días de evaluación.*

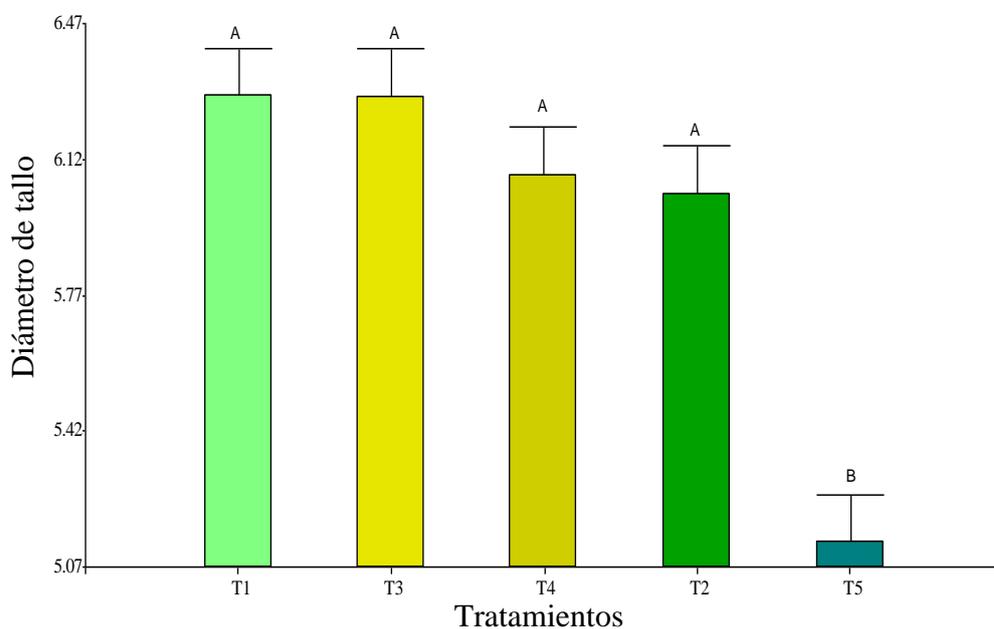
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	3.66	0.91	15.22	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.19	0.06	1.05	3.49	5.95	ns
Error	12	0.72	0.06				
Total	19	4.57					
S = 0.24		$\bar{x} = 5.96$		C.V. = 4.11%			

En la tabla 5 del análisis de varianza para diámetro de tallo entre las variedades de café; siendo la variación en la fuente de tratamientos alta significación estadística (**) y bloques no hay significación estadística (ns) en las variedades en estudio. La alta significación estadística en fuente de tratamientos nos indica que, en diámetro de tallo hay diferencia estadísticamente.

El coeficiente de variabilidad de 4.44% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el diámetro de tallo dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 5.98 mm. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene

efecto sobre el diámetro del tallo.

Figura 7. *Diámetro de tallo, según la prueba de Tukey.*



En la figura 7, prueba de significación de Tukey al 5% para diámetro de tallo, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T1 (Limani), T3 (Catuaí), T4 (Obata) y T2 (Castilla) la categoría B conformada por el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de diámetro de tallo a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T1 (Limani) con 6.29mm, seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 6.28mm en comparación con los demás tratamientos en estudio. De la Cruz y Quintana (2018), indican en sus resultados para diámetro de tallo utilizando abonos orgánicos mostro promedios que oscilaron entre 0.63 a 0.51 mm.

4.2.4. Número de hojas

Tabla 6. Análisis de varianza para número de hojas a los 180 días de evaluación.

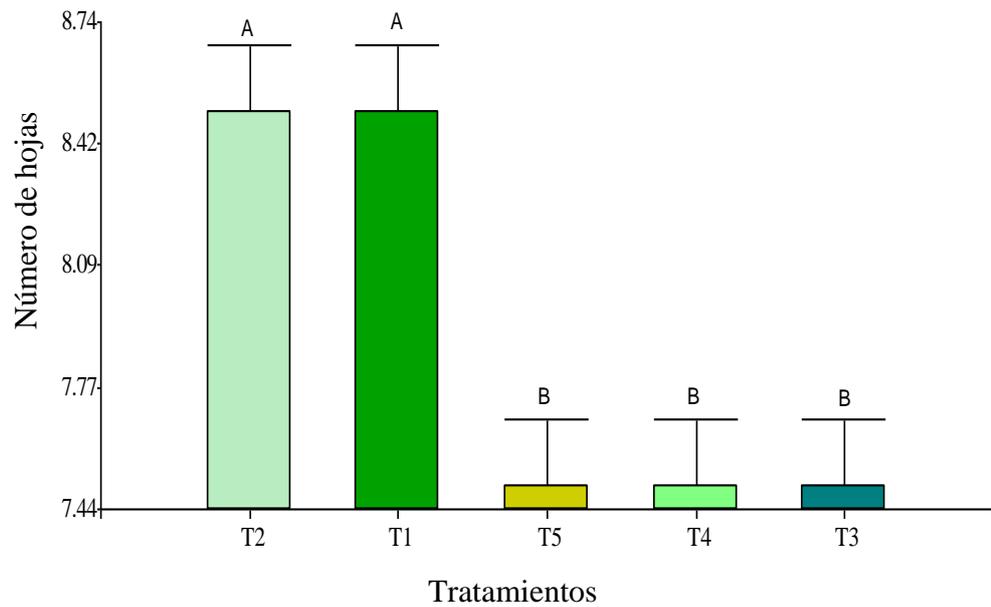
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	4.80	1.20	9.00	3.26	5.41	**
Bloques	3	3.40	1.13	8.50	3.49	5.95	*
Error	12	1.60	0.13				
Total	19	9.80					
S = 0.36			$\bar{x} = 7.90$				C.V.= 4.62%

En tabla 6 del análisis de varianza para número de hoja entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques existe diferencia significativa (*).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable número de hoja nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 4.62% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el número de hojas dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 7.9 hojas. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el número de hojas.

Figura 8. Número de hojas, según la prueba de Tukey.



En la figura 8, prueba de significación de Tukey al 5% para número de hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T2 (Castilla) y T1 (Limani); en la categoría B conformada por los tratamientos T5 (Costa Rica 95 como testigo), T4 (Obata) y T3 (Catuaí). Los valores promedios del número de hojas a los 180 días de evaluación, ocupando el primer lugar los tratamientos T2 (Castilla) y T1 (Limani) con 9 hojas en comparación a las variedades Costa Rica 75, Obata y Castilla que obtuvieron en promedio de 8 hojas.

4.2.5. Peso fresco de hojas

Tabla 7. Análisis de varianza para peso fresco de hojas a los 180 días de evaluación.

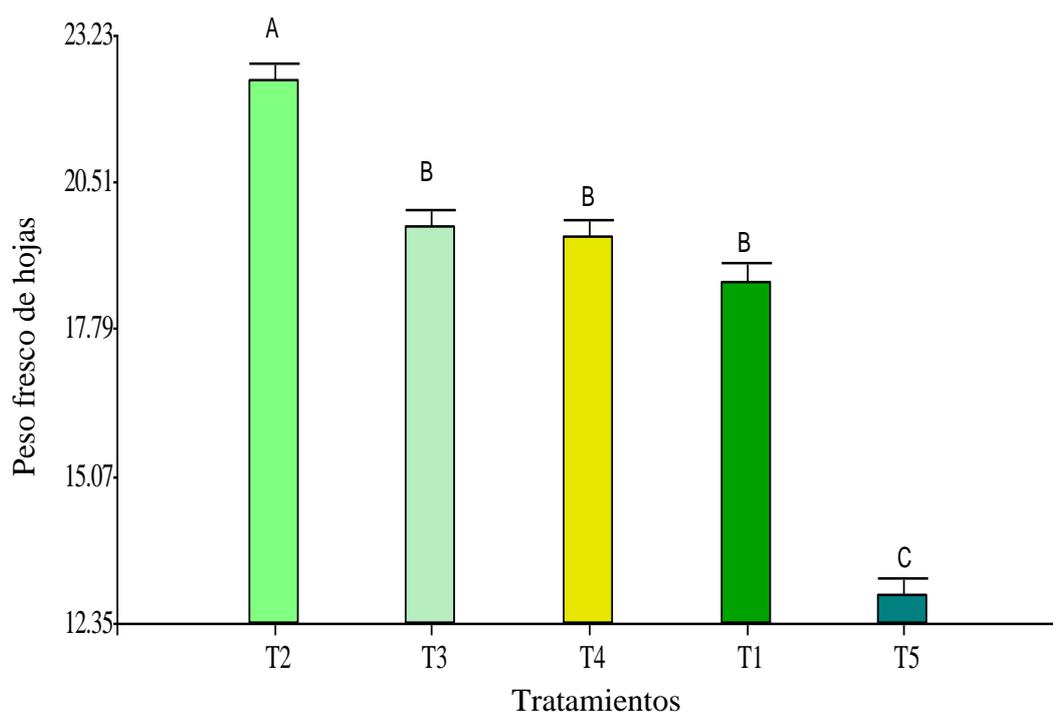
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	197.81	49.45	103.66	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.55	0.18	0.39	3.49	5.95	ns
Error	12	5.72	0.48				
Total	19	204.09					
S = 0.69		$\bar{x} = 18.62$		C.V. = 3.71%			

En tabla 7 del análisis de varianza para peso fresco de las hojas entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso fresco de hojas nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 3.71% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el peso fresco de hoja dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 18.62 g. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso fresco de la hoja.

Figura 9. *Peso fresco de hojas, según la prueba de Tukey.*



En la figura 9, prueba de significación de Tukey al 5% para peso fresco de hoja, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría A conformada por el T2 (Castilla) la categoría B conformada por los tratamientos T3 (Catuaí), T4 (Obata) y T1 (Limani), la categoría C conformada por el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de peso fresco de hojas a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T2 (Castilla) con 22.39 g, seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 19.67 en comparación con los demás tratamientos en estudio.

4.2.6. Peso fresco de tallo

Tabla 8. *Análisis de varianza para peso fresco de tallo a los 180 días de evaluación.*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	2.20	0.55	13.56	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.24	0.08	1.94	3.49	5.95	ns
Error	12	0.49	0.04				
Total	19	2.92					
S = 0.20		$\bar{x} = 1.53$		C.V.= 13.17%			

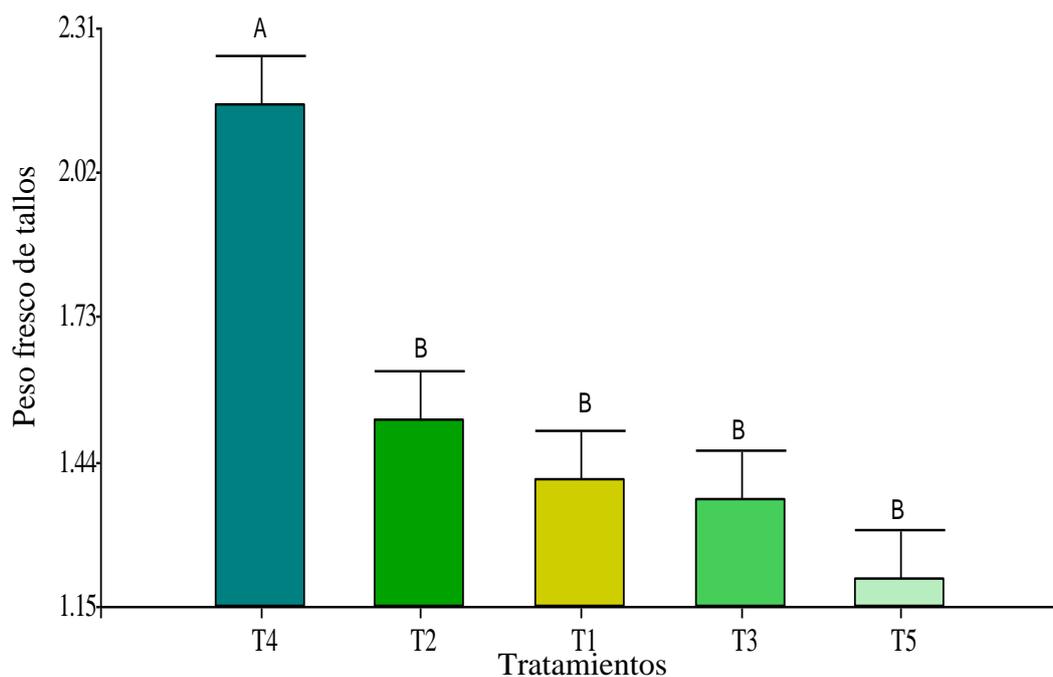
En tabla 8 del análisis de varianza para peso fresco de los tallos entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso fresco de tallos nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 13.17% es considerado según Calzada Benza como coeficiente bueno, lo que nos indica que, el peso fresco de tallos dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 1.53 g. La alta

significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso fresco de tallos.

Figura 10. *Peso fresco de tallo, según la prueba de Tukey.*



En la figura 9, prueba de significación de Tukey al 5% para peso fresco de tallo, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T4 (Obata), la categoría B conformada por los tratamientos T2 (Castilla), T1 (Limani), T3 (Catuaí) y el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de peso fresco de tallo a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T4 (Obata) con 2.16 g, seguido del tratamiento T2 (Castilla) con 1.52 g.

4.2.7. Peso fresco de raíz

Tabla 9. Análisis de varianza para peso fresco de raíz a los 180 días de evaluación.

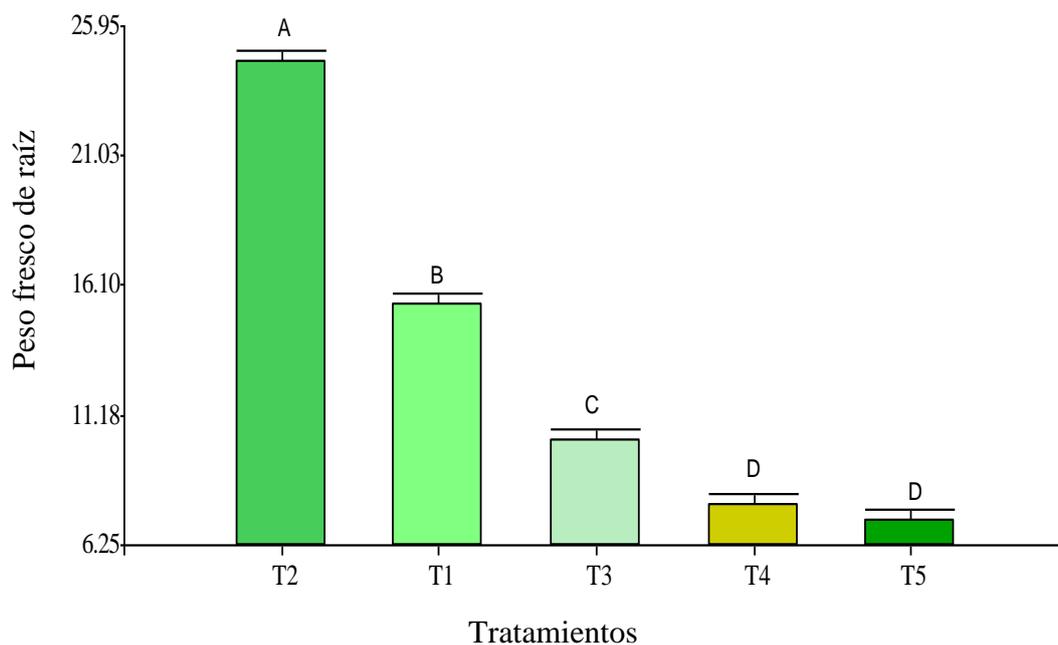
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	838.19	209.55	252.18	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.93	0.30	0.37	3.49	5.95	ns
Error	12	9.97	0.83				
Total	19	849.09					
S = 0.91		$\bar{x} = 13.02$		C.V.= 7.00%			

En tabla 9 del análisis de varianza para peso fresco de raíz entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso fresco de raíz nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 7.00% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el peso fresco de raíz dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 13.02 g. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso fresco de raíz.

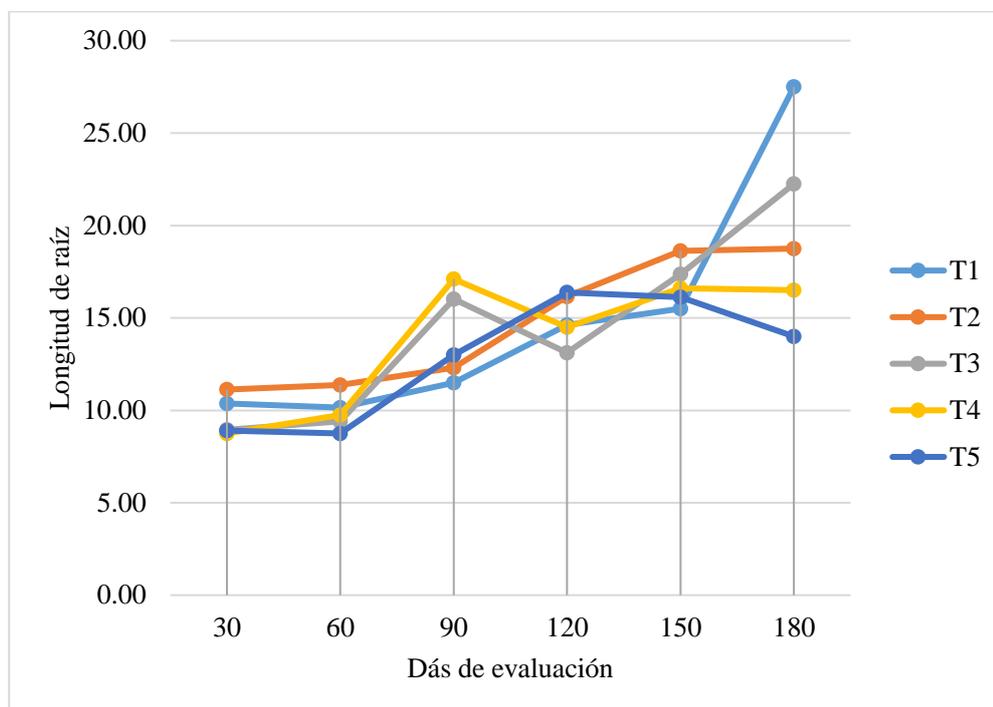
Figura 11. Peso fresco de raíz, según la prueba de Tukey.



En la figura 11, prueba de significación de Tukey al 5% para peso fresco de raíz, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T2 (Castilla), la categoría B conformada por el tratamiento T1 (Limani), la categoría C conformada por el tratamiento T3 (Catuaí), la categoría D conformada por los tratamientos T4 (Obata) y el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de peso fresco de raíz a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T2 (Castilla) con 24.60 g, seguido del tratamiento T1 (Limani) con 15.36 g en comparación con el testigo (Costa Rica 95) con 7.77 g.

4.2.8. Longitud de raíz

Figura 12. Número de días para longitud de raíz.



En la figura 12. se observa en la variable longitud de raíz en las variedades Limani, Castilla, Catui, Obata y Costa Rica 95 en las evaluaciones oscilaron entre 30 a 180 días; a los 30 días hasta los 60 días fue un crecimiento lento incrementándose a los 90 días sobresaliendo en longitud de raíz las variedades Obata y Castilla luego a los 120 y 150 días se observó un detenimiento en el crecimiento de las raíces por el efecto del medio ambiente, destacando el tratamiento T1 (Limani) a los 150 y 180 días en longitud de raíz con 27.50, seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 22.25 cm con respecto a los demás tratamientos en estudio.

Tabla 10. Análisis de varianza longitud de raíz a los 180 días después del trasplante.

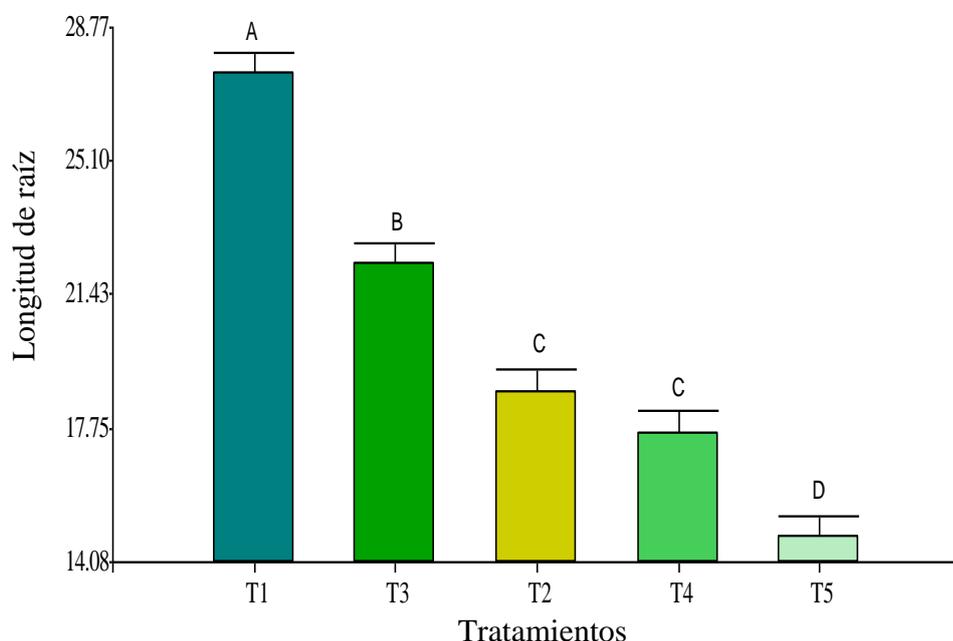
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab} 0.05	F _{tab} 0.01	Sig
Tratamientos	4	383.7	95.93	65.78	3.26	5.41	**
Bloques	3	5.44	1.81	1.24	3.49	5.95	ns
Error	12	17.5	1.46				
Total	19	406.64					
S = 1.21		$\bar{x} = 20.18$		C.V.= 5.99%			

En tabla 10 del análisis de varianza para longitud de la raíz entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso fresco de raíz nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 5.99% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, la longitud de raíz dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 20.18 cm. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre la longitud de la raíz.

Figura 13. Longitud de raíz, según la prueba de Tukey.



En la figura 13, prueba de significación de Tukey al 5% para longitud de raíz, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T1 (Limani), la categoría B conformada por tratamiento T3 (Catuaí), la categoría C conformada por los tratamientos T2 (Castilla) y T4 (Obata), la categoría D conformada por tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de longitud de raíz a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T1 (Limani) con 27.50 cm, seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 22.25 cm en comparación con los demás tratamientos en estudio. De la Cruz y Quintana (2018), indican en sus resultados en altura de planta utilizando abonos orgánicos mostro promedios que oscilaron entre 15.43 a 13.38 cm

4.2.9. Diámetro de raíz

Tabla 11. *Análisis de varianza para diámetro de raíz a los 180 días después del trasplante.*

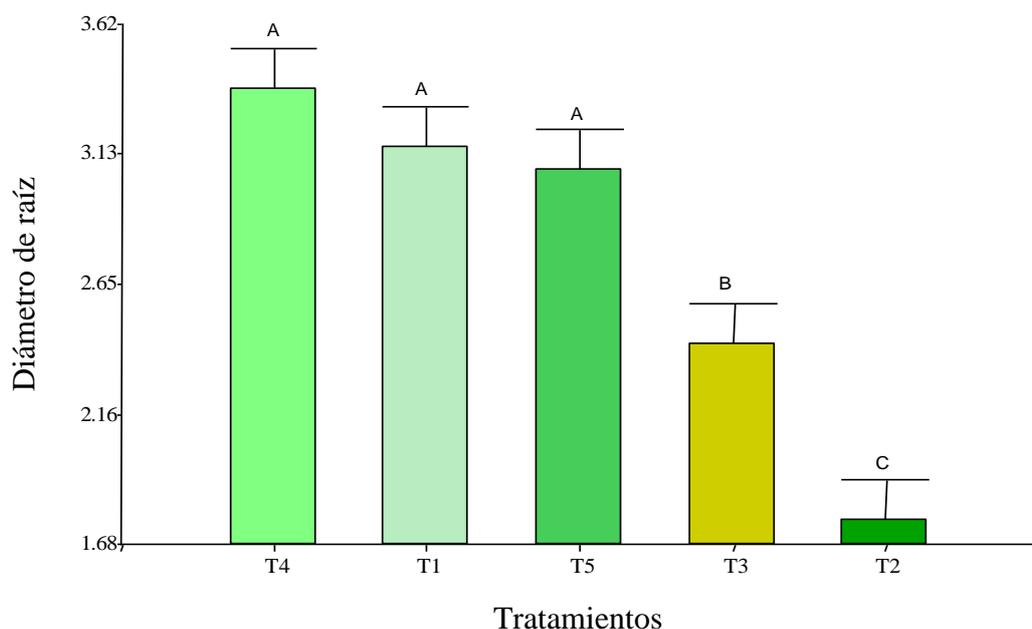
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab} 0.05	F _{tab} 0.01	Sig
Tratamientos	4	6.98	1.74	19.33	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.18	0.06	0.65	3.49	5.95	ns
Error	12	1.08	0.09				
Total	19	8.24					
S = 0.30		$\bar{x} = 2.76$		C.V.= 10.88%			

En tabla 11 del análisis de varianza para longitud de raíz entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable diámetro de raíz nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 10.88% es considerado según Calzada Benza como coeficiente bueno, lo que nos indica que, la longitud de raíz dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 2.76 mm. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el diámetro de raíz.

Figura 15. Diámetro de raíz, según la prueba de Tukey.



En la figura 15, prueba de significación de Tukey al 5% para diámetro de raíz, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T4 (Obata), T1 (Limani) y T5(Costa Rica 95 como testigo), la categoría B conformada por tratamiento T3 (Catuaí), la categoría C conformada por tratamiento T2 (Castilla). Los valores promedios de diámetro de raíz a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T4 (Obata) con 3.38 mm, seguido del tratamiento T1 (Limani) con 3.16 mm en comparación con los demás tratamientos en estudio.

4.2.10. Peso seco de hoja

Tabla 12. Análisis de varianza de peso seco de hoja a los 180 días después del trasplante.

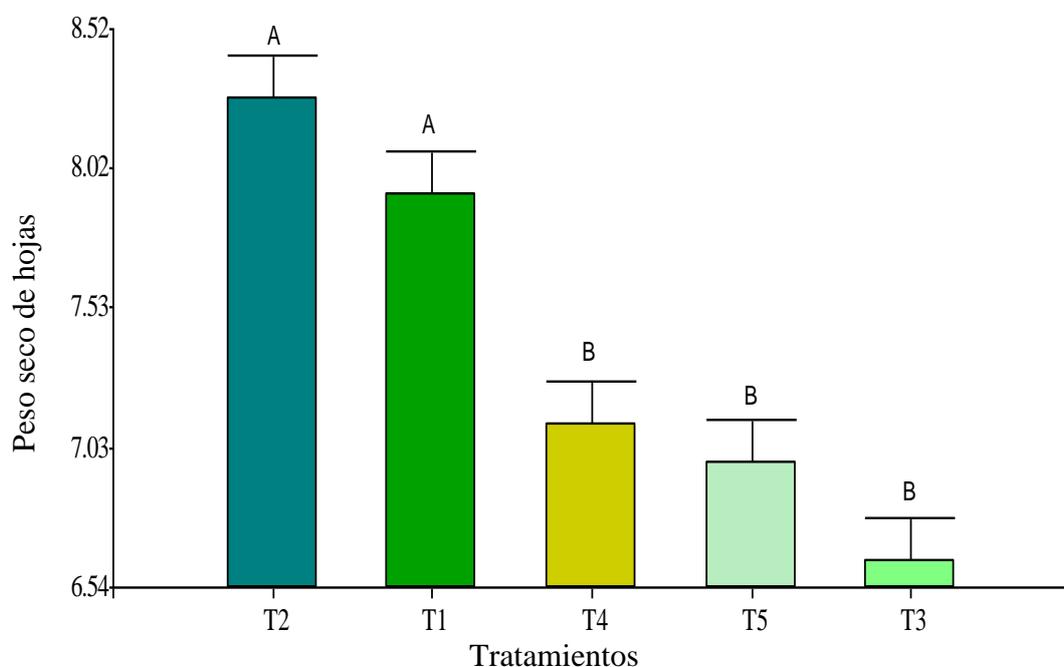
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	7.60	1.9	19.92	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.25	0.08	0.87	3.49	5.95	ns
Error	12	1.14	0.10				
Total	19	8.99					
S = 0.32		$\bar{x} = 7.38$		C.V.= 4.18%			

En tabla 12 del análisis de varianza para peso seco de hojas entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso seco de hojas nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 4.18% es considerado según Calzada Benza como coeficiente bueno, lo que nos indica que, el peso seco de hojas dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 7.38 g. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso seco de hojas.

Figura 16. *Peso seco de hojas, según la prueba de Tukey.*



En la figura 16, prueba de significación de Tukey al 5% para peso seco de

hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T2 (Castilla) y T1 (Limani), la categoría B conformada por los tratamientos T4 (Obata), T5 (Costa Rica 95 como testigo) y T3 (Catuaí). Los valores promedios de altura de planta a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T2 (Castilla) con 8.27 g, seguido del tratamiento T1 (Limani) con 7.96 g en comparación con los demás tratamientos en estudio.

4.2.11. Peso seco de tallo

Tabla 13, *Análisis de varianza de peso seco de tallo a los 180 días después del trasplante.*

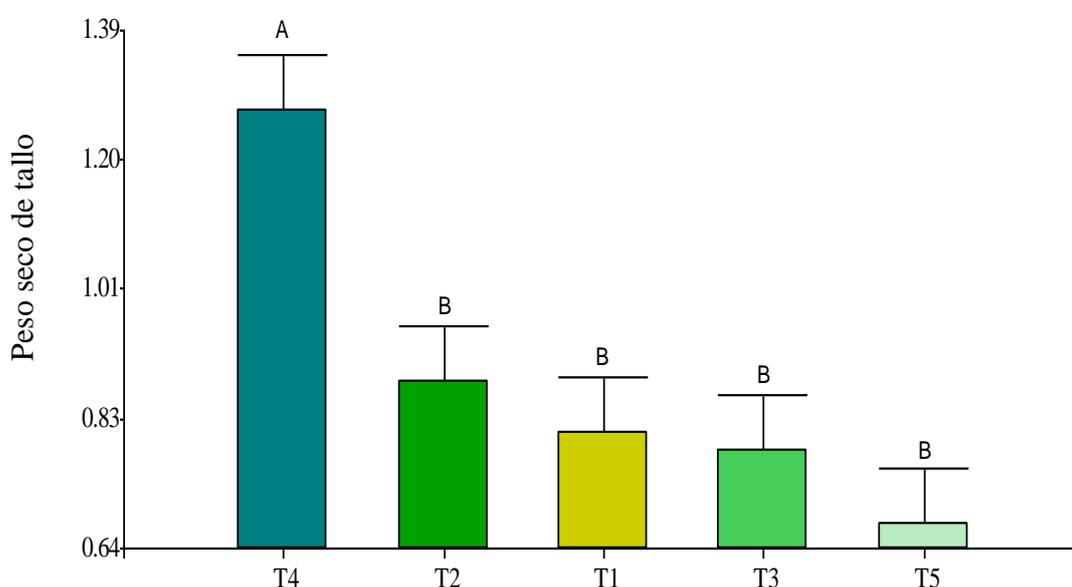
F. de V.	G.L.	S.C.	7.92	F_{cal}	0.05	F_{tab}	0.01	Sig	
Tratamientos	4	0.84	0.24	8.19	3.26	5.41		**	
Bloques	3	0.09	0.03	1.19	3.49	5.95		ns	
Error	12	0.31	0.03						
Total	19	1.24							
	S = 0.17		$\bar{x} = 0.88$		C.V.= 18.16%				

En tabla 13 del análisis de varianza para peso seco de tallo entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso seco de tallo nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 18.16% es considerado según Calzada Benza como coeficiente bueno, lo que nos indica que, el peso seco de tallo dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 0.88 g. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso seco de tallo.

Figura 17. *Peso seco de tallo, según la prueba de Tukey.*



En la figura 17, prueba de significación de Tukey al 5% para peso seco de tallo, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T4 (Obata), la categoría B conformada por los tratamientos T2 (Castilla), T1 (Limani), T3 (Catuaí) y el tratamiento T5 (Costa Rica 95 como testigo). Los valores promedios de peso seco de tallo a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T4 (Obata) con 1.27 g, seguido del tratamiento T2 (Castilla) con 0.88 g en comparación con los demás tratamientos en estudio.

4.2.12. Peso seco de raíz

Tabla 14. *Análisis de varianza de peso seco de raíz a los 180 días después del trasplante.*

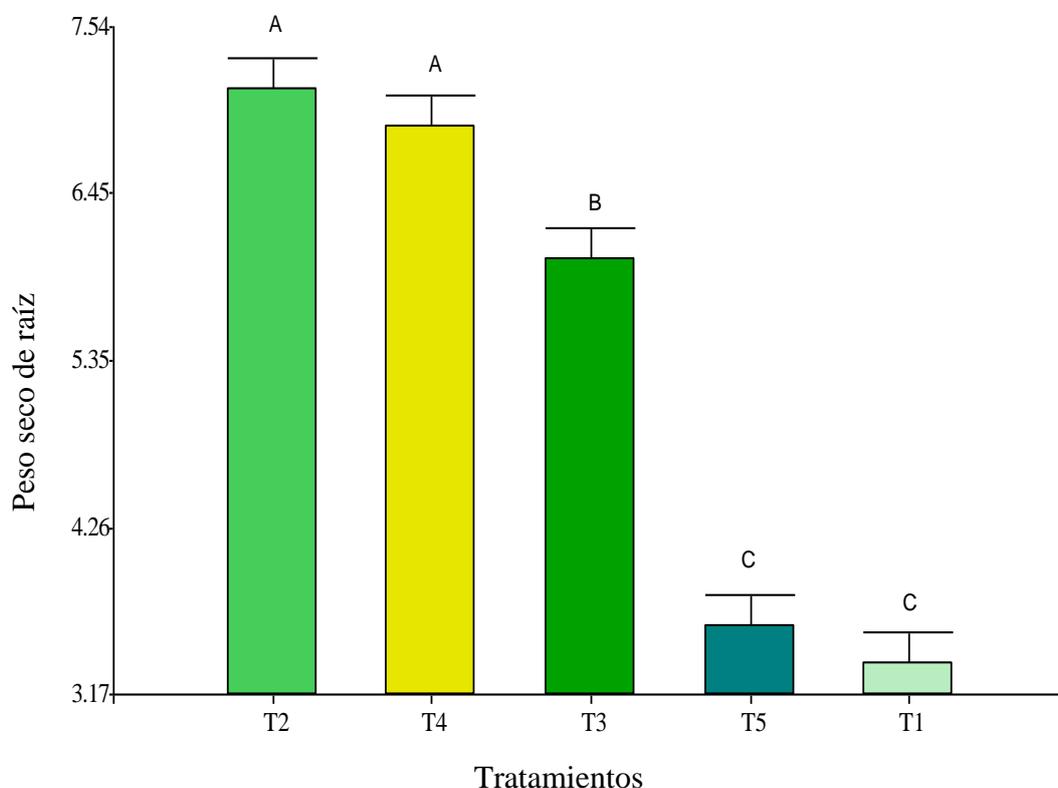
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab} 0.05	F _{tab} 0.01	Sig
Tratamientos	4	51.70	12.93	77.44	3.26	5.41	**
Bloques	3	0.4	0.13	0.8	3.49	5.95	ns
Error	12	2	0.17				
Total	19	236.66					
S = 0.41		$\bar{x} = 5.41$		C.V.= 7.56%			

En tabla 14 del análisis de varianza para peso seco de raíz entre las variedades de café; se observó en la fuente de tratamientos que, existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (**) y entre bloques no existe diferencia significativa (ns).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos en la variable peso seco de raíz nos indica que, hay un efecto sobre el tratamiento en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 7.56% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el peso seco de raíz dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 4.41 g. La alta significación estadística nos indica que es estadísticamente diferente y que tiene efecto sobre el peso seco de raíz.

Figura 18. *Peso seco de raíz, según la prueba de Tukey.*



En la figura 17, prueba de significación de Tukey al 5% para peso seco de raíz, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T2 (Castilla) y T1 (Limani), la categoría B conformada por el tratamiento T3 (Catuaí), la categoría C conformada por los tratamientos T2 (Castilla), la categoría C conformada por los tratamientos T5 (Costa Rica 95 como testigo) y T1 (Limani). Los valores promedios de peso seco de raíz a los 180 días de evaluación, ocupó el primer lugar el tratamiento T2 (Castilla) con 7.14 g, seguido del tratamiento T4 (Obata) con 6.88 g en comparación con los demás tratamientos en estudio.

4.3. Prueba de Hipótesis

Hipótesis estadística:

Ho: Todas las medias de los tratamientos son menores o igual que la f tabular

Ha: Al menos una media de un tratamiento es mayor que la f tabular

Regla de decisión:

Si $f_{cal} \leq 3.259$, se acepta la Ho, y se rechaza la Ha

Si $f_{cal} > 3.259$, se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

Variables	F cal	F tab	Decisión
Altura de planta	14.55	3.259	Se acepta la Ha
Grosor de tallo	15.22	3.259	Se acepta la Ha
Número de hojas	9.00	3.259	Se acepta la Ha
Peso fresco de hojas	103.66	3.259	Se acepta la Ha
Peso fresco de tallo	13.56	3.259	Se acepta la Ha
Peso fresco de la raíz	252.18	3.259	Se acepta la Ha
Longitud de raíz	65.93	3.259	Se acepta la Ha
Diámetro de la raíz	19.33	3.259	Se acepta la Ha
Peso seco de la hoja	19.92	3.259	Se acepta la Ha
Peso seco de tallo	8.19	3.259	Se acepta la Ha
Peso seco de raíz	77.44	3.259	Se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos, se observa en el comportamiento agronómico en las plantas en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas en el distrito de Villa Rica, influyeron las variedades sobre las variables en estudio mostrando alta significación estadística para la fuente variedades, diámetro de tallo, los indicadores fueron altura de planta, grosor de tallo, número de hojas, peso fresco de la hoja, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz, longitud de raíz, diámetro de la raíz, peso seco de la hoja, peso seco promedio de tallo y peso seco de la raíz. Destacando el tratamiento T1 (Limani) en altura de planta a los 180 días después del trasplante con 31 cm, seguido del tratamiento T3 (Catuaí) con 29,10 cm en comparación con los demás tratamientos en estudio. Reyes (2020) a los 75 días del repique en plántulas de café (*Coffea arábica*), mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en altura de planta con 15.10 cm/planta con respecto a su testigo con 10.75 cm/planta, según Llanos (2015) reportó en sus resultados al realizar la prueba de comparación de

promedios de altura de planta de las variedades Catimor y Caturra evaluadas a los 120 días después del repique halló dos grupos de plantas con alturas homogéneas; que tuvieron promedios de 18.98; 18.46 y 17.89 cm, según la prueba de Tukey a un nivel de alfa 0.05. Sin embargo, existe diferencia estadística significativa en comparación al testigo o control que alcanzó 16.32 cm a diferencia de Vallejos et al., (2019) que reporta en sus evaluaciones de altura de planta a los 120 días después del repique el testigo presentó la menor tasa de crecimiento (altura) con 6.15 cm; mientras que el tratamiento T10 Omia-V en la variedad Típica mostró mayor altura con 8.09 cm. Otros resultados obtenidos por Adriano et al. (2011) e Ibarra et al. (2014) quienes reportaron incrementos significativos de altura de planta, longitud y masa seca radical en plántulas de café inoculadas con micorrizas, *Azotobacter* y *Azospirillum*, en relación al tratamiento control a nivel de vivero. De forma similar Moreira et al. (2018) y Hernández et al. (2020) reportaron mayor altura de planta y masa seca radical en plántulas de café inoculadas con consorcios micorrícicos. Comparando los resultados obtenidos a los 180 días de evaluación en condiciones de Eneñas superaron en altura con lo reportado por De La Cruz y Quintana (2018) en altura de planta utilizando entre sus tratamientos abonos orgánicos a nivel de vivero altura máxima de 22.23 cm utilizando guano de gallina con respecto a su testigo absoluto 14.93 cm. Según Armijos et al. (2021) manifiestan que los genotipos de café pueden llegar a tener un crecimiento acelerado o nulo según en el ambiente en el que crezcan debido a que la temperatura es uno de los factores que más influye en el desarrollo de los cafetales. En este sentido, Zhang y Folta, (2012) manifiestan que las plantas responden al fotoperiodo por medio de la membrana tilacoidal de los cloroplastos donde se localiza la clorofila a y b, las cuales son estimuladas por lo fotones de

luz para el transporte de electrones, sin embargo, sus catalizadores, fitocromos y criptocromos, se activan con longitudes de onda de luz específicas induciendo una transición precisa en su desarrollo y crecimiento con respecto a los factores climáticos. Armijos *et. al.*, (2021) concluyen que las variedades de café por su gran diversidad fenotípica la variedad Geisha es la más idónea en función de las condiciones edafoclimáticas en especial con la temperatura presentando valores estadísticos más altos y mostrando gran diferencia en los descriptores estudiados y seguido de las variedades Sarchimor, Gerónimo y Robusta criolla que obtuvieron excelentes resultados en altura de planta, radio de la planta, diámetro de tallo y número de ramas. Según Zapata et al. (2015), las características fenotípicas de las variedades dependen de la interacción genotipo y ambiente, así como la temperatura teniendo en cuenta el manejo, la calidad de la planta y las características de la zona de estudio.

En la variable grosor de tallo se observó que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa y en la sexta evaluación los tratamientos T1 (Limani) y T3 (Catuaí) mostraron mayor grosor de tallo con 6.28 mm con respecto al resto de los tratamientos en estudio, a diferencia de los resultados obtenidos a nivel de vivero con lo reportado por De La Cruz y Quintana (2018) con promedios que oscilaron entre 0.63 a 0.51 mm. Según Zapata et al. (2015) menciona que el diámetro del tallo es una característica varietal que presenta cada una de las variedades en estudio la misma que va a depender de la productividad del suelo, calidad de planta, controles fitosanitarios, etc. Al evaluar la longitud de raíz el tratamiento T1 (Limani) ocupó el primer lugar con un promedio de 27.50 cm y los tratamientos T3 (Catuaí), T2 (Castilla) y T4 (Obata) obtuvieron en promedio en longitud de raíz de 22.25, 18.75 y 16.50 cm a

diferencia del testigo T5 (Costa Rica 95) que obtuvo menor promedio 14 cm, comparando nuestros resultados con Llanos (2015) que, reporta en la variable longitud de la raíz de los tratamientos con inoculaciones con micorriza a nivel de vivero T3 (10 g) y T2 (5 g) mostraron promedios con 21.68 cm y 20.04 cm observándose que, existe un efecto de las micorrizas; por lo tanto, existe diferencias estadísticas altamente significativas entre sí; sin embargo, destacando el tratamiento T4 (15 g de micorriza) en longitud de raíz obteniendo el mayor valor en promedio, con 22.19 cm/planta. En evaluaciones a nivel de vivero en longitud de raíz reporta De La Cruz y Quintana (2018) promedios que oscilaron entre 13.38 cm a 15.43 cm. Según Arcila (2001) reporta que la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, (1979) indica que los factores que limitan el desarrollo de las raíces del café en la siembra en el campo se deben a factores ambientales; en tal sentido, se deben utilizar de las mejores chapolas trasplantadas en el almácigo, siendo el resultado de una buena selección y eliminación de aquellas débiles, deformes, amarillas y con raíces quebradas o torcidas. Las chapolas deben ser vigorosas, tener en lo posible completo el follaje y las raíces bien formadas, con la raíz pivotante recta y completamente desarrollada. Asimismo, la textura (proporción de arenas, limos y arcillas) y la estructura (forma de agrupación de las partículas y distribución del espacio poroso), son las características físicas del suelo que determinan el desarrollo y la distribución de las raíces. Estas propiedades afectan la resistencia a la penetración y la relación entre la tasa de difusión de oxígeno y el contenido de agua (aireación).

Los tratamientos T3 (Catuaí), T4 (Obata), T2 (Castilla), testigo T5 (Costa Rica 95) y T1 (Limani) muestran alta significación estadística en peso seco de la raíz; en tal sentido, por su alta diferencia en peso el tratamiento T3 ocupa el

primer puesto con un promedio en el peso seco de raíz en la sexta evaluación de 6.83 g en comparación al resto de los tratamientos en estudio, contrastando nuestros resultados con lo reportado por Llanos (2015) que, obtuvo peso de raíz a los 120 días en promedios de 1.20, 1.19 y 1.07 g con respecto al tratamiento T1 (testigo) con 0.99 g, valores menores de peso de raíz a lo encontrado en la presente investigación.

CONCLUSIONES

- ✓ En el estudio realizado en Eneñas, Villa Rica, se observaron efectos significativos de los tratamientos aplicados sobre el crecimiento y desarrollo de las distintas variedades de café, incluyendo un testigo, a los 30, 60 y 90 días, especialmente en términos de altura de la planta. Se notó inicialmente un crecimiento lento, que posteriormente se incrementó a los 160 y 180 días. Específicamente, el tratamiento T1 (Limani) mostró un desempeño superior, alcanzando una altura de 31 cm, lo cual fue notablemente mayor en comparación con los otros tratamientos evaluados.
- ✓ Las variedades Limani, Catuaí, Castilla, Obata y el testigo Costa Rica 95 mostraron respuestas significativas durante la prueba de Tukey, lo cual se atribuye principalmente a la influencia de las condiciones ambientales. Este comportamiento diferencial sugiere que la adaptación y el rendimiento de estas variedades pueden variar significativamente en respuesta a factores ambientales específicos.

RECOMENDACIONES

- ✓ Promover la utilización de plántones de café de calidad en la instalación de nuevos cafetales para mejorar la producción de los productores de selva central.
- ✓ Continuar con la investigación evaluando los componentes de rendimiento por año de las variedades de café establecidas en campo definitivo y determinar la influencia sobre el rendimiento.
- ✓ Realizar el análisis foliar y de sustrato para ver la asimilación de nutrientes de las plantas instaladas en campo abierto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia de geografía e historia. (1986). Historia del Origen del Café en Costa Rica. San José, Costa Rica. ICAFE. 141 p.
- Armijos Villavicencio, A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Análisis de la relación genotipo ambiente en el establecimiento de seis variedades de café en la Granja Experimental Santa Inés. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 95-106. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/454>.
- Anacafe. (2016). Guía de variedades de café. Guatemala. Obtenido de: <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>.
- Anacafe. (1998). Manual de caficultura. 3era. Edición Guatemala.
- Alvarado, M. y Rojas, G. (1994). Cultivo y Beneficiado del Café. San José, Costa Rica. Primera Edición EUNED. 184p.
- Adriano, M., R. Jarquín, C. Hernández, M. Salvador, y C. Monreal. 2011. Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(3): 417-431.
- Arcila, P. J. (2001). Sistemas de Producción de café en Colombia. Cenicafé <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>
- Cicafe. (2011). Guía Técnica para el cultivo de café. Costa Rica. Obtenido de <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>.
- Desco, (2012). Producción de cafés especiales. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/manual-cafe_selva_VF.pdf.
- De La Cruz Pérez, W. C., & Quintana Martínez, C. J. (2018). Efecto de cuatro fuentes de

materia orgánica animal en la producción de plantones de café (*Coffea arábica* L.) en vivero.

http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2/simplesearch?query=&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=subject&filter_type_1>equals&filter_value_1=Agronom%C3%ADa&etal=0&filtername=dateIssued&filterquery=2022&filtertype>equals

Bertrand, B; G. Aguilar; R. Santacreo; F. Anzuelo. (1999). El mejoramiento genético en América Central. *En*. Bertrand, B; Rapidel, *Eds*. Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica. CIRAD, IICA.

Castañeda, E. (1997). Manual Técnico Cafetalero. Lima, Perú. Proyecto ADEX- USAID. 162 pp.

Figueroa, R., Fisherworrying, B. y Roskamp, R. (1996). Guía para la Caficultura Ecológica. Café Orgánico. Lima, Perú. GTZ. 171 pp.

González, R., & Torres, M. (2023). Impacto del entorno en el crecimiento del diámetro del tallo en variedades de café. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(1), 75-89.

Gualotuña Ortiz, C. E. (2016). Adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación.

Maldonado P. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE. 63 p.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7941/1/T-UCE-0004-14.pdf>.

Hernández, E., D. Trejo, A. Rivera, and R. Ferrera. 2020. La micorriza arbuscular como biofertilizante en cultivo de café. *Terra Latinoamericana Número Especial 38-3*: 613-628. doi:10.28940/terra. v38i3.659.

Ibarra, J., J. Aguirre, A. Ley, J. Cadena, and G. Zavala. 2014. *Coffea canephora* (Pierre) ex Froehner inoculado con micorriza y bacteria fijadora de nitrógeno en vivero.

Revista Chapingo Serie Horticultura 20(2): 201-213. doi:
10.5154/r.rchsh.2013.09.027.

López R. J. (2006). Caracterización de tres variedades de café (*Coffea arabica*) en tres zonas ecológicas del país. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Llanos Yauri, M. D. (2015). Crecimiento de las variedades de *Coffea arabica* L. Catimor y caturra con inoculación de suelo micorrizado en vivero temporal de ipoki-Río Negro.

Romero M, (2001) Establecimiento de dos variedades de café catuai y garnica, en San Juan ozolotepec, Ozolotepec, oaxaca.

<http://132.248.9.195/pd2001/300333/300333.pdf>

Ramírez, A., & Torres, B. (2021). Importancia del periodo de evaluación en el crecimiento de las plantas: Mediciones a largo plazo. *Revista de Botánica Aplicada*, 12(3), 150-180.

Reyes Córdova, D. A. (2020). Efecto de la inoculación de micorrizas en el desarrollo de plantas de café en etapa de vivero en San Martín de Pangoa-Satipo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Rodríguez, M., & Pérez, J. (2022). Diferencias en el diámetro del tallo entre distintas variedades de plantas atribuidas a la interacción genética y factores ambientales. *Revista de Botánica*, 28(1), 107-125. Retrieved from www.revbotanica.org.

Vargas K. S. (2020). Respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad técnica de Cotopaxi. La Mana,

Ecuador.

World Coffee Research. (2021). Variedad de café Obata Rojo Sarchimo Tomado de:

<https://varieties.worldcoffeeresearch.org/es/varieties/obata>.

World Coffee Research. (2016). Variedades de Cafe. Obtenido de

<http://promecafe.net/wp-content/uploads/2018/04/Variedades-de-Cafe-de-Mesoamerica-y-el-Caribe-20160609.pdf>

Zamora, Q. L. (1998). Manual de Recomendaciones para el cultivo del Café. ICAFE.

1era. Edición. San José Costa Rica.

Zhang T., y K.M. Folta, (2012). "Green light signaling and adaptive response". Plant

Signaling & Behavior, 7(1): 1-4. DOI:[10.4161/psb.7.1.18635](https://doi.org/10.4161/psb.7.1.18635)

Zapata, O., Espinoza, K., Melena, N., & Moncayo, J. (2015). Caracterización Agro –

morfológica de nueve variedades de café arábigo (*Coffea Arábica* L.) en el

Cantón Caluma, Provincia Bolívar, E. *Revista De Investigación Talentos*, 2(2),

46-51. Recuperado a partir de:

<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/74>

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos para recolección de datos

- Fichas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Celular con cámara fotográfica
- USB
- Balanza electrónica
- Wincha
- Regla
- Vernier
- Programa Excel e Infostat
- Métodos analítico y cuantitativo.

Anexo 2. Ficha de validación y/o confiabilidad de instrumentos de investigación

Apellidos y nombre del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (es) del Instrumento
Ninahuaman Calderon Alvin Diego	Ingeniero Agrónomo	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - PPA	Validación para medir el efecto de dos sistemas de labranza	Soledad Pilar INGA AUCAPIÑA
Título de la tesis: Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en la fase de establecimiento en condiciones de Eneñas del distrito de Villa Rica.				

VI. ASPECTOS DE VALIDACION:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Evidente 81 - 100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Existe una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. Consistencia	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X

9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. Oportunidad	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 100 %						
Villa Rica, 5 de enero de 2023	46617528	 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  DR. DIEGO NORISGAMAN CALDERÓN INGENIERO AGRÓNOMO CIP N° 744717			984182127	
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto			N° Celular	

Anexo 3. Análisis de suelo de parcela experimental

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SOLEDAD INGA AUCAPIÑA

Departamento : PASCO

Distrito : VILLA RICA

Referencia : H.R. 78883-015C-23

Fact.: 9660

Provincia : OXAPAMPA

Predio : FINCA INKA - CC.PP. ENEÑAS

Fecha : 16/02/2023

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
678		4.53	0.27	0.00	4.79	18.9	380	36	31	33	Fr.Ar.	23.68	14.05	2.25	0.98	0.14	1.25	18.68	17.43	96

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab.	Claves	
678		0.28

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio UNALM

Anexo 4. Altura de planta

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	31.50	27.00	28.80	28.00	25.60
II	30.69	28.86	29.50	29.00	26.80
III	31.80	27.89	28.56	27.50	27.68
IV	29.80	28.23	29.54	26.00	26.50

Anexo 5. Diámetro de tallo

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	6.63	5.87	5.99	6.12	5.23
II	5.98	6.22	6.64	6.41	5.21
III	6.54	6.07	6.40	5.86	4.99
IV	5.99	5.97	6.10	5.93	5.10

Anexo 6. Número de hojas

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	8.00	8.00	7.00	7.00	7.00
II	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
III	8.00	9.00	7.00	7.00	7.00
IV	9.00	9.00	8.00	8.00	8.00

Anexo 7. Peso Fresco de las hojas

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	18.23	22.89	18.98	20.23	13.25
II	18.52	23.12	19.00	19.26	12.57
III	19.00	21.56	20.56	18.98	12.00
IV	18.96	22.00	20.12	19.53	13.56

Anexo 8. Peso Fresco del tallo

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	1.40	1.53	1.35	2.29	1.00
II	1.38	1.13	1.58	2.00	1.00
III	1.41	1.52	1.16	2.15	1.15
IV	1.42	1.91	1.36	2.20	1.65

Anexo 9. Peso Fresco de la raíz

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	16.90	23.89	9.31	9.00	7.13
II	15.63	24.57	9.98	8.00	7.13
III	13.95	25.28	10.59	7.08	6.43
IV	14.96	24.67	11.00	7.00	7.89

Anexo 10. Longitud de raíz

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	29.00	17.00	22.00	18.00	15.00
II	28.00	20.00	24.00	19.00	14.00
III	26.00	18.00	21.00	17.00	16.00
IV	27.00	20.00	22.00	16.50	14.00

Anexo 11. Diámetro de raíz

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	2.84	1.98	2.53	3.65	3.12
II	3.13	1.65	2.45	3.51	2.89
III	3.37	1.34	2.00	3.47	2.96
IV	3.31	2.10	2.72	2.89	3.34

Anexo 12. Peso seco de hoja

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	8.00	8.11	6.08	7.56	7.00
II	7.99	8.23	6.89	6.92	6.93
III	7.86	8.89	7.00	7.00	7.00
IV	7.86	7.86	6.53	6.96	6.99

Anexo 13. Peso seco de tallo

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	0.82	0.83	0.50	1.20	0.76
II	0.79	0.92	0.65	1.32	0.57
III	0.86	0.86	1.29	1.29	0.69
IV	0.76	0.91	0.69	1.28	0.68

Anexo 14. Pese seco de raíz

Bloques	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	3.56	7.41	6.00	7.00	4.12
II	3.65	6.99	6.13	7.41	3.00
III	3.25	7.32	5.98	6.89	3.15
IV	3.00	6.83	5.96	6.23	4.19

Anexo 15. Días de evaluación para altura de planta

Tratamientos	Días de evaluación					
	30	60	90	120	150	180
T1	10.45	13.40	14.95	19.25	24.15	30.95
T2	11.03	16.15	17.00	21.13	24.13	27.99
T3	7.90	12.38	15.55	14.10	18.50	29.10
T4	10.60	14.93	17.98	19.13	24.05	27.63
T5	10.38	14.75	13.75	20.18	21.65	26.65

Anexo 16. Días de evaluación para grosor de tallo

Tratamientos	Días de evaluación					
	30	60	90	120	150	180
T1	3.02	3.6	4.24	4.86	5.07	6.29
T2	2.91	3.53	3.99	4.47	5.24	6.03
T3	2.33	3.00	3.76	3.42	3.98	6.28
T4	2.25	3.24	3.92	3.99	4.99	6.08
T5	2.57	3.56	3.89	4.02	4.83	5.13

Anexo 17. Días de evaluación para longitud de raíz

Tratamientos	Días de evaluación				
	T1	T2	T3	T4	T5
30	10.38	11.13	8.95	8.75	8.90
60	10.15	11.38	9.40	9.75	8.75
90	11.50	12.30	16.03	17.10	13.00
120	14.63	16.15	13.13	14.50	16.38
150	15.50	18.63	17.38	16.60	16.13
180	27.50	18.75	22.25	16.50	14.00

Imagen 1. Selección de plantas en el vivero de café



Imagen 2. Siembra de plántulas de café a campo definitivo



Imagen 3. Fertilización de plantas de café



Imagen 4. Evaluación de variables de las plantas de café en campo definitivo

