

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Compatibilidad de cuatro cultivares de café injertado sobre patrón (*Coffea canephora* P.) en condiciones de vivero Pichanaqui, Chanchamayo

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor :

Bach. Joseph Fernando MEZA PARCO

Asesor:

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

La Merced – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Compatibilidad de cuatro cultivares de café injertado sobre patrón (*Coffea canephora* P.) en condiciones de vivero Pichanaqui, Chanchamayo

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. José Hernán RODRIGUEZ HUATAY
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 048-2025/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
MEZA PARCO, Joseph Fernando

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Compatibilidad de cuatro cultivares de café injertado sobre patrón (*Coffea canephora* P.) en condiciones de vivero Pichanaqui, Chanchamayo

Asesor
Mag. Marmolejo Gutarra, Karina Jessica

Índice de similitud
11 %

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 20 de agosto de 2025



Firmado digitalmente por: HUANES EDUAR LUIS ANTONIO FAJ
20154602046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 20.08.2025 09:14:12 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado

A Dios por su creación Divina

A mi familia por su comprensión y apoyo incondicional,

quienes me acompañaron durante los

años académicos.

Fernando

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación brinda un especial agradecimiento a Dios por el regalo de vida y su maravillosa creación, a mi familia por su apoyo y comprensión en mi etapa universitaria.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Ing. Itnan Oscco Medina y a su equipo técnico por su valiosa guía y asesoramiento en la metodología de la presente investigación.

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), específicamente a la Estación Experimental Agraria Pichanaki y al Programa Nacional de Café y Cacao, por su invaluable apoyo y financiamiento han sido importantes para la culminación de esta tesis, en marco al proyecto "Ensayos de propagación asexual mediante clonación con variedades de café, con buen perfil en taza, alto rendimiento y tolerancia a la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) en la selva central".

A mi asesora de tesis M Sc. Karina Jessica Marmolejo Gutarra, por su valiosa orientación y guía en este proceso.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La merced, por apostar por educación universitaria de los jóvenes Chanchamayinos.

A los docentes por volcar sus conocimientos hacia nosotros, por el acompañamiento y apoyo a lo largo de nuestra formación.

RESUMEN

El cultivo de café es el soporte económico de muchos países, siendo en el Perú, el producto agrícola más exportado.; con el objetivo principal evaluar la compatibilidad del injerto de cuatro cultivares de café sobre patrón *Coffea canephora* P. en condiciones de vivero-Pichanaki; determinando la compatibilidad del injerto/patrón de los cuatro cultivares de café en condiciones de vivero. La investigación evaluó el comportamiento de cuatro variedades de café arábico (Geisha, Marsellesa, Catuai amarillo y H1 Centroamericano) injertadas sobre patrón robusta, analizando variables clave de desarrollo vegetativo. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo del injerto, donde T1 (Geisha) destacó con 40 cm a los 152 días, superior al resto de las variedades. En cuanto al número de hojas, T2 (Marsellesa) lideró con un promedio de 7.25, seguido de T1 (7.13), mostrando un desarrollo homogéneo. Aunque no hubo diferencias significativas en el ancho de las hojas, T4 (H1 Centroamericano) tuvo un valor ligeramente superior. En altura de planta, T1 alcanzó 85.8 cm, significativamente mayor que las demás. Respecto al diámetro del tallo, T2 (Marsellesa) fue superior con 11.40 mm, reflejando mejor adaptabilidad al patrón. En guías laterales, T1 (Geisha) mostró la mayor cantidad (9.40), lo que indica su vigor superior. En general, el patrón robusta mejoró el desempeño de las variedades injertadas, siendo más evidente en las etapas iniciales. El estudio destaca la ventaja de los injertos sobre robusta en términos de vigor y desarrollo inicial, con T1 (Geisha) y T2 (Marsellesa) como las variedades más prometedoras. Sin embargo, se identificó heterogeneidad en algunas variables, sugiriendo la necesidad de estandarizar prácticas de injerto y manejo agronómico. Estos resultados apoyan el uso de injertos como estrategia para mejorar la productividad y resiliencia del cultivo de café bajo condiciones específicas.

Palabras clave: cultivares, café injertado, patrón, *coffea canephora*, vivero.

ABSTRACT

Coffee cultivation is the economic backbone of many countries, and in Peru, it is the most exported agricultural product., with the main objective of evaluating the compatibility of grafting four coffee cultivars onto *Coffea canephora* P. rootstocks under nursery conditions in Pichanaki. The study aimed to determine the graft/rootstock compatibility of the four coffee cultivars in nursery conditions. The research evaluated the performance of four Arabica coffee varieties (Geisha, Marsellesa, Catuaí Amarillo, and H1 Centroamericano) grafted onto robusta rootstock, analyzing key variables of vegetative development. The results revealed statistically significant differences in graft development, with T1 (Geisha) standing out at 40 cm after 152 days, surpassing the other varieties. Regarding the number of leaves, T2 (Marsellesa) led with an average of 7.25, followed by T1 (7.13), demonstrating homogeneous development. Although there were no significant differences in leaf width, T4 (H1 Centroamericano) showed a slightly higher value. In terms of plant height, T1 reached 85.8 cm, significantly taller than the other varieties. Regarding stem diameter, T2 (Marsellesa) was superior with 11.40 mm, reflecting better adaptability to the rootstock. For lateral shoots, T1 (Geisha) had the highest number (9.40), indicating superior vigor. Overall, the robusta rootstock enhanced the performance of the grafted varieties, especially during the initial stages. The study highlights the advantage of grafting onto robusta in terms of vigor and initial development, with T1 (Geisha) and T2 (Marsellesa) emerging as the most promising varieties. However, heterogeneity in some variables was identified, suggesting the need to standardize grafting practices and agronomic management. These results support the use of grafting as a strategy to improve the productivity and resilience of coffee cultivation under specific conditions.

Keywords: cultivars, grafted coffee, rootstock, *coffea canephora*, nursery.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa un desafío considerable para la industria cafetera mundial. Las variaciones climáticas extremas, como sequías prolongadas, altas temperaturas y lluvias torrenciales, impactan negativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de café. Además, estos cambios climáticos fomentan la proliferación de plagas y enfermedades, amenazando la producción y calidad del café. Los principales países productores incluyen Brasil, que lidera con el 34,4% de la producción global, seguido por Vietnam (16,9%), Indonesia (8,8%), Colombia (6,7%), Perú (3%) y México (2,9%), según datos del International Coffee Organization (ICO, 2013).

En particular, el café de Brasil es renombrado por su robustez, sabor y aroma distintivos, atribuidos al cultivo en regiones de baja latitud, específicamente entre 400 y 1.000 metros sobre el nivel del mar en un entorno húmedo y tropical. En estas áreas, las temperaturas promedio rondan los 20 °C y las precipitaciones varían entre 1.000 y 1.500 mm anualmente, según reporta la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Este dominio en la producción global se debe en gran parte a la adopción de tecnologías y técnicas agrícolas avanzadas que han optimizado notablemente la productividad. Con una cobertura de 13,2 millones de km² a nivel mundial, el café se establece como uno de los principales commodities de exportación.

La caficultura en el Perú ha experimentado un crecimiento notable en 2024, consolidándose como una actividad económica clave para el país. Según la Junta Nacional del Café (JNC), se prevé que las exportaciones alcancen un valor de US\$ 1.250 millones, el nivel más alto en los últimos 15 años (Gamboa, 2024). Este incremento se atribuye a la creciente demanda internacional y a la mejora en los precios del café en el mercado global.

En términos de producción, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) reportó un aumento del 9,8% en agosto de 2024 en comparación con el mismo mes del año anterior, registrando un volumen de 33.843 toneladas (INEI, 2024). Las regiones de San

Martín, Amazonas y Cajamarca contribuyeron con el 60,6% de la producción nacional, destacando su importancia en la industria cafetalera del país.

Sin embargo, la caficultura peruana enfrenta desafíos significativos. El cambio climático ha afectado los sistemas productivos, y nuevas regulaciones, como la normativa de la Unión Europea que prohíbe a partir de 2025 el ingreso de productos agrícolas provenientes de zonas deforestadas y terrenos informales, podrían impactar las exportaciones de café (Castillo, 2023).

A pesar de estos retos, el sector ha mostrado resiliencia. En julio de 2024, las exportaciones de café alcanzaron 32.308 toneladas por un valor de US\$ 144,2 millones, lo que representa un aumento del 110% en volumen y del 122% en valor en comparación con el mismo mes del año anterior (AgroPerú, 2024). Este crecimiento refleja la capacidad de adaptación y la calidad del café peruano en el mercado internacional.

Esta investigación también explora la compatibilidad de cuatro cultivares de café injertado sobre patrones de *Coffea canephora* en condiciones de vivero en Pichanaki, Chanchamayo, buscando adaptaciones viables ante los retos climáticos actuales.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema general	2
1.3.2.	Problemas específicos	2
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la investigación	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	5
2.2.	Bases teóricas – científicas	10
2.2.1.	Generalidades del cultivo de café	10
2.2.2.	Historia del café	10
2.2.3.	Importancia y caracterización del café	11
2.2.4.	Principales especies o tipos de café	12
2.2.5.	Cultivares estudiados con calidad en tasa y alta producción	13
2.3.	Definición de términos básicos	14
2.4.	Formulación de hipótesis	15
2.4.1.	Hipótesis general.....	15
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	15
2.5.	Identificación de variables	16
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	18
3.2.	Nivel de investigación.....	18
3.3.	Métodos de investigación	18
3.4.	Diseño de investigación	18
3.5.	Población y muestra.....	19
3.6.	Técnicas e instrumento recolección de datos.....	19
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	19
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	25

3.9.	Tratamiento estadístico	25
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	26
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	30
4.2.1.	Desarrollo del injerto	30
4.2.2.	Desarrollo del injerto	32
4.2.3.	Ancho de la hoja	33
4.2.4.	Longitud de hoja	35
4.2.5.	Número de ramas	36
4.2.6.	Altura de injerto	38
4.2.7.	Altura de planta.....	40
4.2.8.	Diámetro del tallo	42
4.2.9.	Número de guías laterales.....	43
4.2.10.	Guías laterales.....	45
4.2.11.	Altura del patrón	46
4.2.12.	Número de hojas	48
4.3.	Prueba de hipótesis	49
4.4.	Discusión de resultados.....	50

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS:

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Análisis de varianza para el desarrollo del injerto.....	30
Tabla 2. Prueba de Duncan: Desarrollo del injerto.....	30
Tabla 3. ANVA: Transformación de número de hojas.....	32
Tabla 4. Prueba de Duncan: Transformado los datos para número de hojas.....	32
Tabla 5. ANVA: Ancho de hoja.....	33
Tabla 6. Prueba de Duncan: Ancho de hoja.....	33
Tabla 7. ANVA Longitud de hoja.....	35
Tabla 8. Prueba de Duncan: Longitud de hojas.....	35
Tabla 9. ANVA para Número de ramas.....	36
Tabla 10. Prueba de Duncan: Número de.....	36
Tabla 11. ANVA de altura del injerto.....	38
Tabla 12. Prueba de Duncan: Altura del injerto/Long. de yema central del injerto.....	38
Tabla 13. ANVA: Altura de planta.....	40
Tabla 14. Prueba de Duncan: Altura de planta.....	40
Tabla 15. ANVA de Diámetro del tallo.....	42
Tabla 16. ANVA de Diámetro del tallo.....	42
Tabla 17. ANVA: Número de guías laterales.....	43
Tabla 18. Prueba de Duncan: Número de guía lateral.....	44
Tabla 19. ANVA: Transformado de guías laterales.....	45
Tabla 20. Prueba de Duncan: Transformación de guías laterales.....	46
Tabla 21. ANVA: Altura del patrón.....	46
Tabla 22. Prueba de Duncan: Altura de patrón.....	47
Tabla 23. ANVA: Número de hojas.....	48

Tabla 24. Prueba de Duncan: Numero de hojas.....48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Desarrollo de los injertos en 4 periodos de evaluación	31
Figura 2. Longitud y ancho de hojas.....	34
Figura 3. Número de ramas.....	37
Figura 4. Longitud de la yema principal del injerto.....	39
Figura 5. Altura de planta	41
Figura 6. Diámetro del tallo (mm)	43
Figura 7. Número de guías laterales y hojas	45

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La producción de café en la provincia de Chanchamayo se ve afectada por varios factores que limitan la producción local y nacional, como la caída del precio en el mercado mundial, los fenómenos climáticos, el manejo deficiente de los cafetales y la edad avanzada del cultivo. El problema central de la caficultura local es que tiene dos limitantes: La baja población de especies resistentes a daños fitopatológicos y el mal manejo de las parcelas productivas. En la producción de plántulas de café, el método tradicional es sembrar semillas de variedades arábicas y mantenerlas en un vivero por 6 meses hasta el traslado a campo definitivo. Bajo estas condiciones, el sistema radicular de la planta suele atrofiarse y ser más vulnerable a plagas y enfermedades. Como alternativa para propagar plantas con raíces más resistentes a problemas fitosanitarios, el injerto entre dos especies con características varietales deseadas ayuda a aumentar el rendimiento y ser más tolerantes a plagas y enfermedades. En las plantaciones de café en Chanchamayo, tradicionalmente se cultivan variedades arábicas

con distintos niveles de producción, rendimiento y tolerancia a enfermedades como la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*).

La presente investigación tiene como objetivo la propagación de plantas de café de calidad mediante el injerto en patrones de robusta, ya que presenta una ventaja para el control de nematodos Fito parásitos, lo que contribuye a una mejor producción en este cultivo a mediano y largo plazo.

1.2. Delimitación de la investigación

El desarrollo completo de la investigación se ejecutó en el Distrito de Pichanaki-Provincia de Chanchamayo -Departamento de Junín, en el vivero de la EEA Pichanaki del INIA, ubicado en la carretera marginal Km. 74; con ubicación geográfica en las coordenadas de Latitud: S 11° 1' 30.4" y Longitud: O 74° 52' 7.61", con una altitud de 525 msnm. El tiempo que se desarrolló la investigación fue en el año 2021.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál de los cultivares de café presentará mayor compatibilidad en el injerto sobre patrón *Coffea canephora* P. en condiciones de vivero-Pichanaki?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál de los cultivares de café con injerto sobre patrón *Coffea canephora* P. influirá en el crecimiento vegetativo de las plantas bajo condiciones de vivero-Pichanaki?
- ¿Cuál de los cultivares de café con injerto sobre patrón *Coffea canephora* P. influirá en el desarrollo vegetativo de las plantas bajo condiciones de vivero-Pichanaki?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la compatibilidad del injerto de cuatro cultivares de café sobre patrón *Coffea canephora* P. en condiciones de vivero-Pichanaki.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento vegetativo del patrón Robusta en injerto con los cultivares de café arábicas en las variables de altura, número de hojas y diámetro del tallo en condiciones de vivero
- Evaluar el crecimiento vegetativo de los cuatro cultivares de café arábicas injertados sobre patrón *Coffea canephora* P.

1.5. Justificación de la investigación

El café se puede propagar de forma asexual para disminuir el impacto de los nematodos, adaptarse a diferentes tipos de suelo y clima, conservar las características deseadas de la variedad y producir más rápido. Sin embargo, para que los injertos sean viables en cualquier especie vegetal, es necesario conocer previamente las variedades que se usarán como yema y la porta injerto que se escogerá. Hay varias técnicas de injerto, como el empalme, la púa, el inglés simple y el parche, que se aplican en distintas especies vegetales según la edad de la planta a injertar. El injerto se usa principalmente para propagar y favorecer el crecimiento de variedades comerciales de valor en condiciones adversas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Aun cuando en la provincia de Chanchamayo se pueden encontrar muchos viveros que producen plantas de café, se tuvo que hacer un seguimiento para encontrar la especie canéfora y reproducirla y seleccionar las plantas más aptas para este trabajo de investigación, ya que por su naturaleza esta especie se considera alógama y su

descendencia es variada genéticamente. Esta indagación se limitó a evaluar la compatibilidad de injerto en café en el método de injerto de púa central ya que es una técnica antigua y muy usada en injertos de plántulas de café. Ciertamente hubo buenos resultados, pero se invitaría a demás investigadores a probar otros métodos y realizar el seguimiento de sus resultados. En cuanto a los atributos de las variedades arábicas destacan su alto valor en taza, es decir a sus características organolépticas, se podría considerar la influencia del patrón al reducir o modificar el producto pos cosecha

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Gaspar (2023). Estudió la implementación del manejo estacional de un cultivo de café variedad castillo bajo renovación tipo zoca, en el que se aplicaron actividades de tecnificación del cultivo, mediante estrategias agronómicas orientadas a optimizar el proceso productivo. Con la finalidad de generar un apego a la cultura cafetera, se desarrollaron procesos sociales con fines investigativos en la institución educativa Miracampos ubicada en Quinchía, para fortalecer el relevo generacional en los cultivos de la zona.

Guerra (2019) realizó un estudio sobre el aprovechamiento de subproductos del café para la elaboración de abono orgánico en el municipio de El Tambo-Departamento de Nariño. El objetivo del estudio fue evaluar la rentabilidad y sostenibilidad de esta práctica, que consiste en utilizar la pulpa de café como fuente de nutrientes para diversos cultivos. El autor ha investigado sobre el uso de la pulpa de café como abono orgánico en diferentes regiones cafetaleras. El autor explica que este tipo de abonos no reemplazan los fertilizantes químicos, sino que son una alternativa

dentro de los planes de fertilización, que permiten mejorar las condiciones físicas del suelo y aportar pequeños nutrientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Marín et al (2023) realizaron un estudio sobre la producción y calidad de la variedad de café Geisha (*Coffea arabica* L.) en la Selva Central-Junín. El objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento y la calidad de esta variedad de café corto (quizás una mutación natural) que se encuentra en mi finca familiar en Paraíso III Selva Central desde el año 2013 e identificada como tal en el año 2017. De crecimiento lento, vigoroso, productivo y resistente a la roya y otras plagas, excepto las plantas muy altas procedentes de Etiopía, de más de 5 metros de altura, que son muy sensibles a la roya y otras plagas y tienen baja productividad. El autor explica que las geishas, bajas y fuertes, están muy bien adaptadas al clima tropical húmedo de la selva central, a una altitud de al menos 1.500 metros sobre el nivel del mar, y prosperan en un 40-50 por ciento de sombra, especialmente en la sombra. árboles Legumbres y especies arbóreas nativas que son altamente resistentes a la roya del café y otras plagas y requieren materia orgánica y nutrientes debido a su estructura fuerte, buen tamaño y buena productividad. El autor destaca que mostraron versatilidad en diversos procesos de procesamiento y fermentación para obtener un buen café miel negro, cereza o natural, así como café anaeróbico, y estos cafés no contaminan el medio ambiente durante su procesamiento, porque utilizan un mínimo de agua. después de limpiar.

Lorenzo (2023) realizó una investigación sobre la identificación de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) El autor se apoya en las fuentes de Baerman (1917), Stemerding (1964) y Coyne et al. (2007), quienes han desarrollado métodos y técnicas para la extracción, el montaje y la identificación de nemátodos de raíz y suelo. El autor indica que la única correlación estadísticamente significativa se

encontró entre el porcentaje de materia orgánica en el suelo y el número total de nematodos en ambas altitudes.

De La Cruz et al (2022) realizaron un estudio sobre las características morfológicas y agronómicas de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) del distrito de Daniel Alomía Robles, en Huánuco. Los resultados mostraron que nueve características morfológicas fueron comunes a las cinco variedades y cuatro características difieren entre ellas. Asimismo, se encontró que la variedad caturra era la más vulnerable a la roya, mientras que las variedades Colombia, Catimor y Limani eran las más resistentes.

Julca-Otiniano et al. (2023) realizaron una revisión sobre las características de las variedades de café (*Coffea arabica*) que se cultivan en el Perú y algunas experiencias de su comportamiento en nuestro país. Destacaron los genotipos pertenecientes al grupo de los Catimores, Asimismo, se espera tener información sobre las 46 variedades introducidas por INIA desde Costa Rica desde el CATIE en la selva central.

Schuler Gavino (2023) evaluó el comportamiento de seis cultivares de café en el fundo “Schuler”, en la región de Pasco, durante la campaña cafetalera 2021-2022. El objetivo fue analizar las diferencias morfológicas, agronómicas y de calidad entre los cultivares y su resistencia a las plagas y enfermedades. Para ello, utilizó un diseño experimental y midió el rendimiento en campo, el peso de granos por planta, el rendimiento físico y la calidad organoléptica de los cultivares. Los resultados indicaron que los cultivares Typica, Pache y Pacamara fueron los más susceptibles a la roya y la cercospora, mientras que el Catimor y el colombiano fueron los más resistentes. La enfermedad ojo de pollo y la broca tuvieron poca o nula incidencia en los cultivares. El colombiano y el Catimor fueron los que obtuvieron mayor rendimiento en campo, con 57.79 y 52.79 qq/ha, respectivamente, y mayor peso de granos por planta, con 3240 y

2973 g/planta, respectivamente. El Pache y el Typica fueron los que obtuvieron mayor rendimiento físico, con 80.31% y 80.19%, respectivamente.

Piaguaje et al. (2023). Estudiaron las posibilidades del injerto en la rehabilitación del café robusta. Evaluaron la supervivencia (%), longitud del injerto (cm), vigor de la planta y estado sanitario de la planta. Los tratamientos de supervivencia (%) no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Al evaluar la variable longitud del injerto, se aprecia que no hubo un aumento significativo en la longitud del injerto en las evaluaciones de los días 30 y 60. Sin embargo, los resultados a los 3 meses mostraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre punta del brote y espinas laterales, las cuales registraron valores mayores a 17 cm respecto a los injertos en corteza. Finalmente, al trasplantar cafetos maduros y robustos en procesos de regeneración, la técnica demostró ser aplicable a brotes tipo espiga porque mostraron mejores condiciones de crecimiento, vigor y estado de salud.

Galarza (2023) estudió el uso de bioestimulantes orgánicos para dos genotipos de café Arábica (*Coffea arabica* L.) injertados sobre portainjertos de robusta (*Coffea canephora*) para el sitio de cultivo. Las variables evaluadas son: adherencia y comportamiento morfométrico como diámetro del injerto, longitud del injerto y número de hojas a los 90 días. Durante el período de evaluación, la afinidad entre el genotipo y el portainjerto fue superior al 88%, lo que indica un buen comportamiento del injerto del portainjerto. En los períodos de tiempo variables de 30, 60 y 90 días en los que se realizó el estudio, el estudio mostró un aumento constante en el valor medio a lo largo del tiempo.

Martinez- Brito et al. (2023) Evaluaron el crecimiento agronómico de yemas de café Arábica propagadas mediante injerto de cotiledones con tres tipos de portainjertos y tres cultivares bajo poda de vid. Estudiaron todas las variables: altura de

la planta, diámetro del tallo, número de ramas, longitud de las ramas, diámetro de la copa, incidencia de plagas, incidencia de enfermedades, porcentaje de floración, porcentaje de mortalidad y vigor de la planta. Los resultados registrados en cada tratamiento no mostraron diferencias estadísticas significativas, pero sí diferencias numéricas, lo que significa que la cepa de raíz robusta de café A2: Etp 3756-14 utilizada para el trasplante de cotiledones inferiores mostró el mejor comportamiento en comparación con las plantas correspondientes. Altura óptima de desarrollo agronómico: 98,2 cm, evaluada 148 días después de la poda de la vid, la tasa de floración fue del 35,8% y la vitalidad de la planta fue muy buena. También se puede demostrar que la variedad de café Arábica con mejores características agronómicas es la B3: Sarchimor con una altura máxima de planta de 98,5 cm, una tasa de floración del 36,5% y un nivel óptimo de vigor de la planta. El tratamiento que mejor respondió a la poda fue el tratamiento T6 (A2xB3) con una altura de planta de 101,1 cm y una tasa de floración del 39,4%.

Cantos Cevallos et al. (2018) Investigaron como producir plantas de alta calidad que sean resistentes a plagas y enfermedades; buscaron identificar cuatro tipos de plantas injertadas sobre portainjertos de Robusta. Presencia de la fitohormona cinetina en el crecimiento de los cultivares de café Arábica: Sarchimor 1669, Sarchimor 4260, Pache y Catuai rojo. El método utilizado fue el factor experimental A; Durante los seis meses transcurridos desde el 20 de enero de 2017, se analizaron las siguientes variables: altura de planta, diámetro de planta, largo de hoja, número de hojas, ancho de hoja, área foliar, largo de raíz, volumen de raíz, peso de raíz y vigor de la planta. Luego de 15 días de inoculación, se determinaron los siguientes porcentajes en las cuatro variedades examinadas: Patch, 98,50%, Sarchimor 1669, 98,00%, Red Catuai, 97,75% y Sarchimor 4260, 97,25%. Luego, se cuantificaron los valores de las variables,

a partir de lo cual se recomendó reforzar los resultados obtenidos mediante la realización de otras pruebas de similares características.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Generalidades del cultivo de café

De acuerdo con, del Café G.D. Saccas, El género *Coffea* es miembro de la familia Rubiaceae. Abarca unos quinientos géneros y más de seis mil especies.

Las dos especies de café de mayor importancia económica son *Coffea arábica*, la cual cuenta con más del setenta por ciento de la producción mundial y *Coffea canephora* (Caférobusta). *Coffea liberica* y *Coffea de wevreí* (café excelso) se cultivan en menor escala.

2.2.2. Historia del café

Ferre (2017) Indica que la primera evidencia del consumo de café se encuentra en Etiopía, origen de la planta. Según la historia, se comía luego de que un pastor vio a su cabra comiendo el fruto muy molesto. Al principio se utilizaba principalmente como "bocadillo" al moler semillas y se utilizaba sobre todo por sus propiedades energizantes. A través del comercio de esclavos, pasa desde Etiopía hasta Yemen, donde se plantaron bajo el liderazgo del Imperio Otomano. Posteriormente se completa la técnica y se introduce el tostado y triturado de las semillas y el método de infusión. El primer café se abrió en 1550 en Constantinopla, la capital del imperio. Se pasa así de un ritual individual donde el café es el fin, cuya finalidad es mantenerse despierto, a un ritual compartido donde el café es un medio (causa) de comunicación. El café llegó a Europa occidental a través de comerciantes de Venecia y Marsella que viajaron de Egipto. En el siglo XVIII había cafés por toda Europa. En cuanto al método de producción, también sería innovador y diferente según regiones. En 1627, Francis Bacon comparó los cafés árabes con las tabernas europeas. Hizo bien la comparación porque el café pronto

reemplazaría a la cerveza para ayudar a impulsar la revolución industrial. Se observó que la población inglesa, que bebía cerveza todos los días debido a la insalubridad del agua, pasó a consumir café para afrontar mejor el horario de trabajo en las ciudades. Desde entonces se ha dado el proceso de industrialización del café. Para entender esto, primero debemos distinguir las diferentes etapas por las que pasa el grano de café en su preparación. En primer lugar, hay que distinguir entre los procesos de recolección y de industrialización: tostado, molienda y extracción. El cultivo y la recolección dependen de factores ambientales y estratégicos específicos de cada especie de un total de 103 especies.

2.2.3. Importancia y caracterización del café

Taxonomía

Herrera et al. (2013) indican que, los criterios para clasificar estos grupos taxonómicos están determinados por caracteres como la estructura de las hojas, el tamaño de la planta, el color del fruto y la distribución geográfica. *Mascarocoffea* y *Eucoffea* son los grupos taxonómicos relativamente estables. Los cafetos se clasifican en la familia *Coffeae*, cuyas características principales son ovarios con dos óvulos, cada uno con un óvulo, planta axilar, endocarpio duro, semilla recubierta de parénquima delgado (nacida en pergamino) y la presencia de sutura *coffeanum*.

Morfología del café

Monroig denomina la morfología del café de la siguiente manera:

- A. Tallo.** Hay dos tipos de crecimiento en el tallo. Uno que hace que el arbusto crezca en vertical y el otro en horizontal o de lado.
- B. Ramas** Se originan a partir de yemas en las axilas del tallo central. Estas crecen de forma continua a medida que el eje central se alarga y madura. Su crecimiento y

liberación de nuevos lados en forma opuesta y estrecha da una planta en forma de cono.

- C. Raíces** Al igual que el tallo, el sistema radicular también tiene un eje central, o raíz estrecha, que crece y se desarrolla en forma de cono.
- D. Hojas** Aparecen en las ramas primarias en el mismo plano y en posición opuesta. Tiene un tallo corto, plano en la parte superior y curvado en la parte inferior.
- E. Inflorescencia** Las flores son pequeñas, blancas y fragantes. Los cinco pétalos de la hoja se conectan entre sí para formar un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 según la especie y variedad.
- F. Fruto** El fruto del café es una raíz común. Tiene forma de elipsoide ovalada o ligeramente aplanada. Por lo general, contiene dos semillas planas y convexas separadas por un tabique (surco) dentro del ovario.

2.2.4. Principales especies o tipos de café

Coffea arabica L.

Jimenez (2014) *C. arabica* es una especie autopolinizante, lo que significa que sus variedades permanecen genéticamente estables.

Coffea canephora (Coffea robusta)

Jimenez (2014) indica que es diploide y autoestéril, lo que da lugar a muchas formas y cultivares silvestres diferentes.

Coffea liberica

Jimenez (2014) detalla que es un árbol más grande, de hasta 20 metros de altura, con grandes hojas coriáceas. Se cultiva en Malasia y África occidental y sólo se vende en pequeñas cantidades.

2.2.5. Cultivares estudiados con calidad en tasa y alta producción

Marsellesa

Delgado (2021) detalla que es una planta productiva apta para altura media. En los últimos años, esta variedad se ha convertido en la elección de los productores porque es resistente a plagas y además tiene una buena calidad sensorial, según confirman sus obtentores.

Catuai

Delgado (2021) Se obtiene del cruce de Mundo Novo y Caturra. Esta variedad, a diferencia del Bourbon, es muy productiva. Debido a la forma de la planta, es relativamente fácil combatir plagas y enfermedades. Sus principales características son alto vigor y crecimiento corto. La superficie de esta variedad ha aumentado en el último año debido al potencial de producción y calidad en taza, así como a la resistencia del café a la roya amarilla.

Geisha

Delgado (2021) Se asocia a una calidad sensorial muy alta, cuando se cultiva con buenas prácticas agrícolas y a buena altitud, se caracteriza por un delicado aroma floral, a jazmín y melocotón.

H1 *Centroamericano*

Es conocida como *Coffea arabica* H1, es una hibridación entre las variedades Timor Hybrid y Caturra. Esta variedad fue desarrollada con el objetivo de combinar la resistencia a enfermedades del Timor Hybrid, especialmente contra la roya del café, con la alta calidad del grano y la adaptabilidad de la Caturra. Aquí están algunas de sus características principales:

1. **Resistencia a enfermedades:** H1 Centroamericano posee una excelente resistencia a la roya del café, una de las enfermedades más devastadoras para este cultivo. Esta

característica es heredada del Timor Hybrid, que es resistente debido a su genética híbrida con especies de café robusta.

2. **Calidad del grano:** Esta variedad mantiene la calidad superior del grano asociada con la Caturra. Los granos de H1 Centroamericano son apreciados por su perfil de sabor, que incluye notas cítricas y de frutas, así como una buena acidez, lo que los hace muy valorados en el mercado de cafés especiales.
3. **Rendimiento:** H1 Centroamericano tiene un rendimiento superior comparado con otras variedades tradicionales, debido a su vigor y la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones climáticas y altitudes, lo que la hace muy atractiva para los productores en regiones con variabilidad climática.
4. **Altitud y clima:** Esta variedad es adaptable a una amplia gama de altitudes, pero idealmente se cultiva entre 1,000 y 2,000 metros sobre el nivel del mar. Prospera en climas con una precipitación anual entre 2,000 y 4,000 mm.
5. **Maduración y cosecha:** La variedad H1 Centroamericano tiende a tener una maduración uniforme, lo que facilita la cosecha y ayuda a mejorar la calidad del café al permitir la recolección de frutos en su punto óptimo de madurez.

2.3. Definición de términos básicos

- **Arábica:** Es la especie de café más cultivada en el mundo, con el 75% del total. Su nombre científico es *Coffea arabica* L. y proviene de Etiopía. Crece en zonas altas y frescas, entre 900 y 2000 metros sobre el nivel del mar, y produce un café de calidad y aroma agradables.
- **Robusta:** Es una planta de café más resistente que el arábico, que pertenece a la especie *Coffea canephora* var. Robusta. Su origen está en las selvas tropicales del Alto Congo y se adapta a climas cálidos y bajos. Su café tiene mucha cafeína y un sabor fuerte y ácido, por lo que se usa en el café soluble.

- **Cafeto:** Es el nombre que recibe la planta del café, que tiene forma de arbusto y hojas perennes que se enfrentan entre sí. Sus hojas son brillantes y cerosas y necesita una sombra adecuada para crecer bien.
- **Variedad:** En agronomía, se llama “variedad” a una población que comparte ciertos rasgos que la distinguen de otras poblaciones.
- **Clon:** Es el individuo que se obtiene al multiplicar o propagar una “variedad” con características deseables mediante su material vegetativo.
- **Plagiotropas:** Es la forma de crecimiento de un material vegetativo, como ramas o raíces, que se extiende de manera paralela al suelo.
- **Cima:** Es un tipo de inflorescencia que se caracteriza porque la flor que está al final de un eje florece antes que las demás, que crecen lateralmente a partir de brotes florales.
- **Nematodos:** Son gusanos fitoparásitos que pertenecen al cuarto filo más grande del reino animal, formado por organismos pluricelulares. Se alimentan de la savia de la raíz de la planta y le quitan la capacidad de absorber nutrientes, lo que afecta al resto de la planta.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Al menos un cultivar de café será compatible sobre el patrón *Coffea canephora* P. en condiciones de vivero de la EEA INIA-PICHANAKI.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los cultivares de café con injerto sobre patrón *Coffea canephora* P, influyen en el crecimiento vegetativo de las plantas bajo condiciones de vivero-Pichanaki

- Los cultivares de café con injerto sobre patrón *Coffea canephora* P, influyen en el desarrollo vegetativo de las plantas bajo condiciones de vivero-Pichanaki

2.5. Identificación de variables

Variable independiente:

- Cuatro cultivares de café injertados sobre patrón *Coffea canephora* P. (Robusta)
 - Indicadores:
 - Geisha
 - Marsellesa
 - Catuai amarillo
 - H1 Centroamérica

Variable dependiente:

Crecimiento vegetativo de los cultivares de café arábico:

- Desarrollo del injerto
- Ancho de hoja
- Longitud de hoja
- Numero de ramas
- Altura del injerto
- Altura de planta
- Diámetro del tallo
- Número de guías laterales

Crecimiento vegetativo del patrón canéfora en injerto

- Altura del patrón
- Numero de hojas

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Var. Independiente	Dimensión	Indicador	Técnicas	Instrumento
Cuatro cultivares de café injertados sobre patrón <i>Coffea canephora</i> P.	Injertos de café en condiciones de vivero en la EEA INIA-PICHANAKI	<ul style="list-style-type: none"> ○ Geisha ○ Marsellesa ○ Catuai amarillo H1 ○ Centroamérica 	Se usará la técnica de observación	Formularios Tabla colección de datos
Var. dependiente	Dimensión	Indicador	Técnicas	Instrumento
Crecimiento vegetativo de los cultivares de café arabico	Agrimensura	Desarrollo del injerto Ancho de hoja Longitud de hoja Numero de ramas Altura del injerto Altura de planta Diámetro del tallo Numero de guías laterales	Se usará la técnica de observación	vernier, regla y hoja de recolección de datos se detallará los parámetros de evaluación
Crecimiento vegetativo del patrón canefora	Agrimensura	Altura de planta Numero de hojas	Se usará la técnica de observación	flexómetro

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Investigación experimental

3.2. Nivel de investigación

Investigación Aplicada

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es inductivo – deductivo

3.4. Diseño de investigación

El diseño experimental se empleó en la investigación fue diseño completamente al azar (DCA)

Modelo Matemático:

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

U: Media poblacional

T_i: Efecto aleatorio del i-esimo tratamiento

E_{ij}: Error experimental.

Se estudiaron 4 tratamientos, correspondiendo a cuatro variedades, tales como Catuai amarillo, H1 Centro americano, Geisha y Marsellesa.

Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones (cada repetición correspondió 10 plantas)

3.5. Población y muestra

La población en estudio lo conformaron 160 plántulas de café embolsados.

La muestra fueron 12 plantas por unidad experimental haciendo un total de 48 plantas por muestra del experimento, extraída de la población de plantas del cafeto en vivero.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

Se empleo la técnica de la observación y el instrumento que se empleó fueron las fichas de colección de datos.

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

Análisis de varianza (ANVA)

F. de V.	GL	SC	CM	Fca.	Ft	sig.
Tratamientos						
Error						
Total						
S=		x=			cv=	

De existir diferencias significativas en el ANVA se realizaron la prueba de Duncan, significación de Duncan ($\alpha=0.5$).

Descripción de tratamientos

Tratamiento	Descripción
1	Geisha+ robusta
2	Marsellesa+Robusta
3	Catuai amarillo + Robusta
4	H1 centroamericano+ Robusta

Dimensiones del vivero experimental

Largo	:	5,00 m.
Ancho	:	4,00 m.
Área total	:	20 m ²
Nº de camas almacigueras	:	3

Bolsas

Número de bolsas por tratamiento	:	40
Número de bolsas evaluadas por tratamiento	:	12
Número total de bolsas del experimento	:	160
Número de bolsas evaluadas del experimento	:	48

Procedimiento del trabajo experimental

A. Selección de las plantas madre de los cultivares de café arábicos:

El presente trabajo de investigación fue parte del proyecto de investigación de café de la EEA Pichanaki del INIA titulado “Ensayo de propagación asexual mediante clonación con variedades de café con buen perfil en taza, alto rendimiento y tolerancia a la roya amarilla en la Selva Central”, por lo cual fue financiado por esta institución de innovación agraria. Se hizo una selección de las plantas de café

arábico correspondientes al material genético traído por el INIA como cultivares de café con alto rendimiento en taza y resistencia a la roya.

En la preparación de las plantas madres para obtener las varas yemeras clonales, se hizo lo siguiente:

- Ubicación de las plantas madres en diferentes zonas como Villa Rica, Eneñas y Perene.
- Se realizó la técnica de agobio, la cual consiste en doblar los tallos principales formando arcos y eliminando todas las bandolas, dejando solo unas pocas hojas en la copa de las plantas para realizar sus procesos fisiológicos. Después de un lapso de 40 a 45 días, la planta empezará a emitir brotes útiles.
- Corte de ramas de la parte basal para evitar la sombra de los nuevos brotes.

B. Germinación, Preparación y embolsado de sustrato para el porta injerto

1. Etapas y Tiempos Clave

Germinación y Primer Trasplante (Vivero/Bolsas):

- o Las semillas germinan en 30-60 días.
- o Cuando aparecen las primeras hojas verdaderas (cotiledones), se trasplantan a bolsas de polietileno, un proceso llamado "repicado" o "bolsado" para fortalecer sus raíces.

2. Desarrollo en Bolsas (Almácigo):

- o Una buena mezcla de sustrato para plantas de café debe ser **bien drenada y rica en materia orgánica**, combinando elementos como tierra agrícola, compost, humus de lombriz o pulpa de café, con proporciones que varían entre 2 partes de tierra por 1 de orgánico, asegurando aireación y retención de humedad para un crecimiento saludable de las raíces, con opciones como cascarilla de arroz y arena para mejorar la estructura.

- Se utilizaron bolsa de 5x8 con 8 orificios, y se llenaron las bolsas compactando para que no queden espacios de aire.

C. Repique de plantas de café robusta o portainjerto

- Las plántulas de café robusta se repicaron en su estado de **mariposa**, Alrededor de los 60-70 días (2 a 2.5 meses), las plantas están listas para el primer trasplante (repique).
- Repique (Trasplante a bolsa): Se trasplantan las plántulas más vigorosas a bolsas de vivero, donde seguirán creciendo. Se fertilizaron con fosfato diamonico a los 20 días de este repique para ayudar al desarrollo.
- Se cuidó el riego para que las plantas desarrollasen buen diámetro de tallo para el injerto

D. Trasplante de plantas de café robusta a macetas definitivas para injertación

- Las plantas deben crecer hasta unos 15 cm de altura y desarrollar un buen sistema radicular para poder ser pasados a una maceta de 18x14 cm.
- El sustrato usado para la maceta fue de proporción 3:1 (2 partes de tierra agrícola y 1 de humus de lombriz), se añadió 1 parte extra de perlita para mejorar la porosidad.
- Se dejó desarrollar las plantas hasta los 40 cm de altura aproximadamente.

E. Cortes de varas clonales de café arábico para el injerto en patrón robusta

La obtención de varetas se basa en la recolección de hijos, chupones o brotes de crecimiento ortotrópico de las plantas de café, conocidas como plantas madre. Estas deben contar con condiciones de nutrición excelentes y estar libres de daños causados por plagas y enfermedades, es decir, deben tener características de alta calidad para un exitoso clonado vegetativo.

En la recolección del material, es crucial evitar la colecta de material lignificado. Se recomienda que los brotes a seleccionar no excedan los 10 milímetros de grosor en la parte basal del tallo, y que la forma de este sea cuadrada al tacto. Esto garantiza altos porcentajes de prendimiento. Para llevar a cabo esta práctica, se aconseja la desinfección de las herramientas utilizadas, como tijeras de podar, cubetas, hileras, etc., mediante el uso de una solución de alcohol al 70%

Se envolvieron las varetas en papel húmedo y guardadas en una nevera o hielera para mantener la humedad y evitar que se deshidraten durante el transporte o almacenamiento.

F. Desinfección y tratamiento en laboratorio de varas clonales para injerto.

Las varetas previamente recolectadas del campo o de jardines clonales deben ser cortadas para formar "esquejes" de 13 a 14 cm de longitud. En la parte inferior del esqueje, el corte debe ser recto o transversal. En cada esqueje, se debe realizar una poda de hojas, dejando entre el 30% y el 40% del área foliar. Este procedimiento fomenta la respiración y reduce el déficit hídrico, especialmente en la etapa previa a la emisión de raíces.

Para la desinfección se utilizó hipoclorito de sodio diluido en 9 partes de agua con 1 parte del desinfectante. En un tiempo de 5 segundos.

Se desinfectaron también las herramientas de injerto como navaja, con hipoclorito de sodios al 5%.

G. Injerto de varas clonales en patrón robusta.

Preparación del patrón (planta base):

- Se realizó un corte horizontal en la parte superior del patrón para eliminar hojas.

- Se hizo una incisión vertical y centrada en el tallo del patrón, de unos 5 cm de profundidad, abriendo ligeramente la corteza para formar una hendidura.

Preparación de la púa:

- Se corto la base de la púa en forma de cuña o bisel, asegurando de que ambos lados sean simétricos y la longitud sea similar a la hendidura del patrón.

Unión:

- Se introdujo la púa en la hendidura del patrón, buscando que la corteza del patrón y la púa coincidan lo más posible (el cambium) para asegurar la unión.
- Si el patrón es más grueso, asegúrate de que al menos la corteza por un lado haga contacto.

Amarre y protección:

- Se envuelve firmemente la unión con cinta de injerto (plástico flexible), de abajo hacia arriba, para sujetar bien la púa y evitar que se mueva.

H. Colocación de bolsas para desarrollo del injerto para crear el microclima de fotoperiodo

Se cubre todo el injerto con una bolsa de plástico transparente (sin apretar) para mantener la humedad y protegerlo de la deshidratación y patógenos.

Cuidado posterior:

- Después de 15-20 días, retira la bolsa. Si la púa está verde y empieza a brotar, el injerto ha prendido exitosamente.
- Si prende, corta el patrón por encima del injerto para que el brote crezca verticalmente.

I. Evaluación de parámetros de crecimiento de plantas injertadas

Se realizaron las evaluaciones de cada planta injertada, se recolectaron los datos en una ficha de registro. Los parámetros evaluados para el crecimiento

fueron: Altura de planta longitud de hojas, altura del injerto, numero de guías laterales, ancho de hoja y numero de ramas.

J. Evaluación de desarrollo de plantas injertadas

Se realizaron las evaluaciones de cada planta injertada, se recolectaron los datos en una ficha de registro. Los parámetros evaluados para el desarrollo del injerto fueron: Diámetro del tallo.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se empleó la técnica de la observación y el instrumento fueron las fichas de colección de datos.

3.9. Tratamiento estadístico

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución de la investigación, fue mediante el análisis de varianza.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente estudio se realizó aplicando la prueba de Tukey y haciendo uso de cuadros de análisis de varianza. La investigación garantiza la veracidad de los datos y de los resultados para dicho estudio planteado. Para desarrollar la investigación se cumplieron con criterios éticos ameritados por el autor al emplear las teorías y definiciones de las distintas variables, dimensiones y sus indicadores; cabe destacar que estas conceptualizaciones dan las bases al marco teórico y su elaboración.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

a. Elección del lugar de ubicación del vivero:

El presente trabajo de investigación se realizará en los Estación Experimental Agraria INIA – Pichanaqui, (10°56'32.2" S, 74°51'32.3" W, 494 msnm), de diciembre 2020 a diciembre 2021. El área experimental ocupada por las macetas de los injertos abarcó 200 m² bajo un diseño de bloques completamente al azar dentro de un vivero con una cobertura con 70% de luminosidad (malla 70 micras).

b. Materiales y equipos

- ✓ Materiales de campo
 - Tablero
 - Fichas de datos
 - Cuchillo
 - Chafle o machete
 - Cinta métrica
 - Baldes

- Cordel
- Bolsas
- Lampa
- Jarras medidoras
- ✓ Materiales de escritorio
 - Ficha de colección de datos
 - Libreta de campo
 - Lápiz
 - Reglas
 - Plumones indelebles
 - Lapiceros
 - Papel bond 75 gr.
 - Resaltador
 - USB
- ✓ Equipos
 - Computadora
 - Cámara digital
 - Vernier digital
 - Mochila asperjadora
- ✓ Vegetal
 - Semillas de café Robusta
 - Yemas de café arábico
- ✓ Insumos
 - Insecticida
 - Compost

- Tierra Agrícola

c. Descripción de tratamientos

No	Tratamiento	Cultivares de café (Yemas)	Patrón
1	T1	Geisha	Canéfora
2	T2	Marsellesa	Canéfora
3	T3	Catuaí Amarillo	Canéfora
4	T4	H1 Centroamericano	Canéfora

d. Croquis de campo

Dimensiones del vivero experimental

Largo : 5,00 m.

Ancho : 4,00 m.

Área total : 20 m²

Nº de camas almacigueras : 3

e. Bolsas

Número de bolsas por tratamiento 40

Número de bolsas evaluadas por tratamiento 12

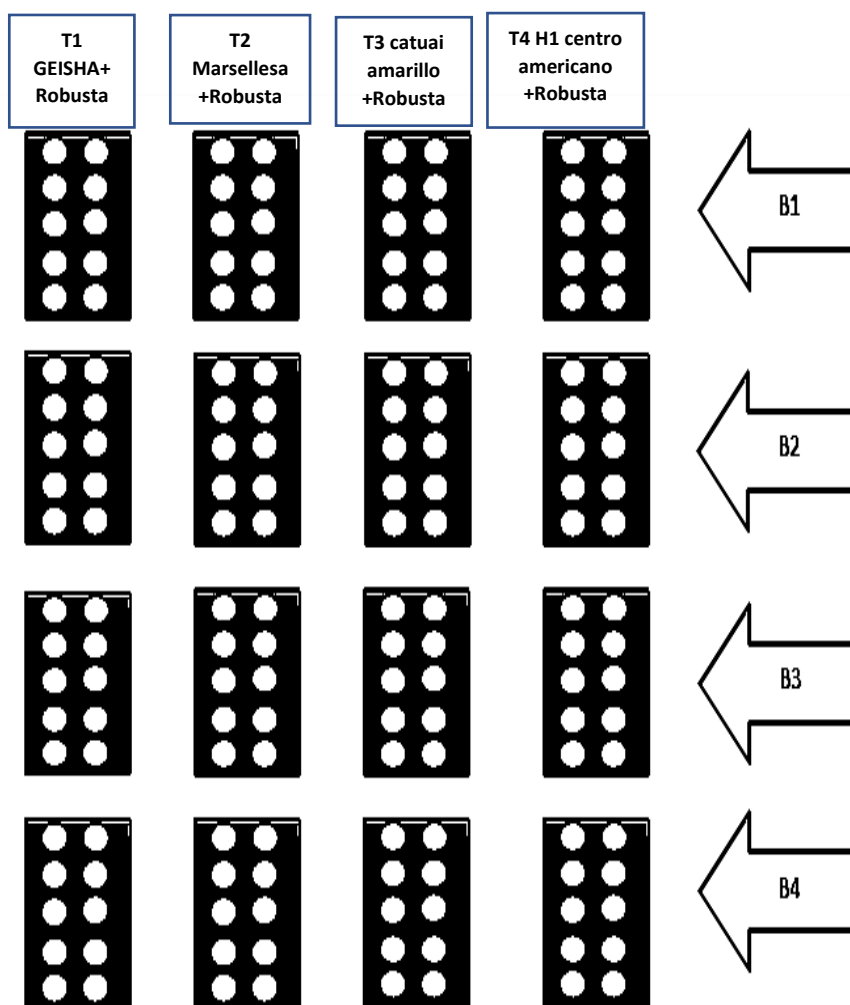
Número total de bolsas del experimento 160

Número de bolsas evaluadas del experimento 48

f. Croquis del experimento

Distribución de las unidades experimentales

Tratamiento	Descripción
T1	Geisha+Robusta
T2	Marsellesa+Robusta
T3	Catuai amarillo+Robusta
T4	H1 centro americano+Robusta



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Desarrollo del injerto

Tabla 1. Análisis de varianza para el desarrollo del injerto

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	3762.37	1254.12	33.95	2.73	4.11	**
Error	27	997.44	36.94				
Total	39	4988.34					
S = 6.078			\bar{x} = 23.31		C.V.= 26.92%		

Como se muestra en la tabla 1, en el análisis de varianza en el desarrollo de injerto de variedades arábicas sobre patrón canéfora se observa que, para la fuente de tratamientos, existe diferencia estadística altamente significativa (**).

Así mismo, la alta significación estadística (**), entre los tratamientos nos indica, que al menos uno de los injertos de variedades arábicas, es estadísticamente diferente, indicando que tiene efecto la especie canéfora como patrón en el desarrollo del injerto de la variedad arábica de café.

El coeficiente de variabilidad es de 26.92% es considerado según Calzada y Benza a un coeficiente “malo”, lo que nos indica que desarrollo del injerto es un coeficiente moderadamente alto con tendencia a ser heterogéneo.

Tabla 2. Prueba de Duncan: Desarrollo del injerto

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T1	40.00	a
2	T2	19.15	b
3	T3	18.05	b
4	T4	16.05	b

Como se muestra en la tabla 2, según la prueba de Duncan se observa que a los 152 días en el desarrollo de injerto se puede observar que el T1 (Geisha) con un promedio de 40 cm es superior y significativo ante los T2 (Marsellesa) 19.15 cm, T3

(123-152 días), T1 (Geisha) continuó mostrando un mayor desarrollo del injerto (40.00 cm) que el de los demás tratamientos.

4.2.2. Desarrollo del injerto

Tabla 3. ANVA: Transformación de numero hojas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab} 0.05	0.01	Sig	Sig
Cultivares	3	8.43	2.81	3.45	2.73	4.11	*	*
Error	27	22.02	0.82					
Total	39	34.08						
S = 0.9055385			\bar{x} =	6.74	C.V.= 13.40%			

Como se muestra en la tabla 3 de ANVA para datos transformados en n° de hojas se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

La diferencia estadística significativa (*), entre los tratamientos nos indica que, al menos uno de los tratamientos de injerto con patrón canéfora, es estadísticamente diferente, teniendo efecto sobre la transformación de numero de hojas. Cuyos resultados se debe al patrón de café canéfora y a las condiciones ambientales.

El coeficiente de variabilidad es de 13.40% es considerado según Calzada y Benza a un coeficiente “muy bueno”, lo que nos indica que los datos transformados de numero de hojas es homogéneo.

Tabla 4. Prueba de Duncan: Transformado los datos para número de hojas

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	7.25	a
2	T1	7.13	a
3	T3	6.42	a b
5	T4	6.17	b

Como se muestra en la tabla 4, prueba de significación de Duncan al 5% para Transformación de numero de hojas, se observa la presencia de 3 categorías, la

categoría “a” conformada por los tratamientos T2 (Marsellesa) con un promedio de 7.25, T1 (Geisha) con un promedio de 7.13; la categoría “ab” conformada por el T3 (Catuai amarillo) con un promedio de 6.42 y la categoría “b” conformada por el T4 (H1 centroamericano) con un promedio de 6.1.

4.2.3. Ancho de la hoja

Tabla 5. ANVA: Ancho de hoja

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab} 0.05	0.01	Sig
Cultivares	3	4.38	1.46	2.39	2.73	4.11	n.s.
Error	27	16.49	0.61				
Total	39	23.66					
S = 0.8		$\bar{x} = 6.11$		C.V.=		12.80%	

Como se muestra en la tabla 5, de análisis de varianza para ancho de hoja se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad 12.80% es considerado por Calzada y Benza como un coeficiente “muy bueno” lo que nos indica que el ancho de hoja dentro de cada tratamiento tiene tendencia a ser homogéneo con un promedio de 6.11 cm.

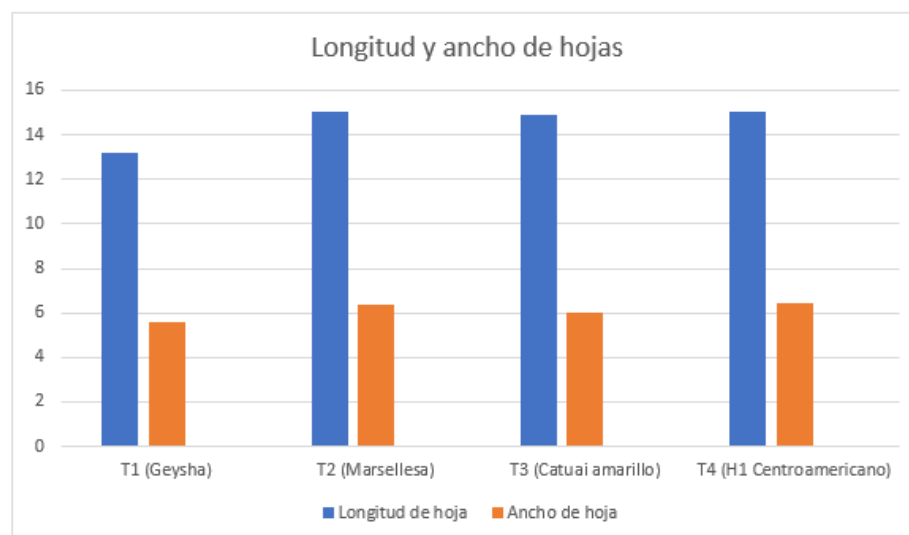
La no significación estadística indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que los injertos de café con patrón canéfora, no presentan efecto diferenciado en el ancho de hojas a los 158 días de prendimiento del injerto.

Tabla 6. Prueba de Duncan: Ancho de hoja

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T4	6.43	a
3	T2	6.37	a b
4	T3	6.02	b
5	T1	5.60	b

Como se muestra en la tabla 6, en la prueba de significación de Duncan para ancho de hoja a los 123 días después del injerto se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “A” conformado por la T4 (H1 Centro americano) con un promedio de 6.43, T2 (Marsellesa) con un promedio de 6.37; la categoría “AB” conformada por el tratamiento T3 (Catuai amarillo) con un promedio de 6.02; y la categoría “B” con un promedio de 5.60. El efecto del injerto de café arábico en el patrón de café canéfora puede verse en el T4 (H1 centroamericano) ya que presenta un promedio alto de ancho de hoja, aunque es preciso saber que esta variedad produce granos de tamaño grande por lo que el desarrollo del área foliar es superior; el T2 (Marsellesa) presenta un promedio significativo ya que es el de mayor promedio en comparación a T3 (Catuai amarillo) y T1 (Geisha) que en cultivo franco suele tener mayor desarrollo del área foliar. Sin embargo, en esta investigación pudo verse la influencia del patrón en los cultivares de café arábico con diferencias en la variable ancho de hojas.

Figura 2. Longitud y ancho de hojas



La figura 2 muestra que T4 (H1 Centroamericano) presentó mayor promedio en longitud de la hoja 15.05cm y ancho de la hoja 6.43 cm, seguido de T2 (Marsellesa) con una longitud y ancho de hoja de 15.03 y 6.37 cm, respectivamente.

4.2.4. Longitud de hoja

Tabla 7. ANVA Longitud de hoja

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	23.92	7.97	3.68	2.73	4.11	*
Error	27	58.47	2.17				
Total	39	90.78					
S = 1.4731			$\bar{x} = 14.55$			C.V.=	10.12%

Como se muestra en la tabla 7 de análisis de varianza para longitud de hojas a los 123 días después del injerto se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 10.12% es considerado según Calzada y Benza (1960) como coeficiente “muy bueno”, lo que nos indica que la longitud de hoja dentro de cada tratamiento es homogénea, con un promedio de 14.55.

La significación estadística (*) nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que el injerto de café arábico en patrón de café canéfora presenta un efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

Tabla 8. Prueba de Duncan: Longitud de hojas

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T4	15.05	a
2	T2	15.03	a
4	T3	14.89	a
5	T1	13.21	b

Como se muestra en la tabla 8 de la prueba de Duncan para longitud de hojas, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “A” conformada por los tratamientos T4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 15.05, el T2 (Marsellesa) con un promedio de 15.03 y el T3 (Catuai amarillo); la categoría “B” conformada por el T1 (Geisha) con un promedio de 13.21. A los 123 días después del injerto,

El tratamiento 4 ocupa el primer lugar seguido de los T2 y T3 los cuales presentan un promedio ligeramente diferente considerándoles homogéneos, pero el tratamiento 1 (Geisha) ocupa el último lugar por presentar un promedio diferente a los demás tratamientos.

4.2.5. Número de ramas

Tabla 9. ANVA para Número de ramas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	10.28	3.08	0.73	2.73	4.11	n.s.
Error	27	125.98	4.67				
Total	39	162.98					
S = 2.16102			\bar{x} = 8.35			C.V.= 26.92%	

Como se muestra en la tabla 9 de análisis de varianza para la variable número de ramas se observa que en la fuente de tratamientos no existe significación estadística.

El coeficiente de variabilidad de 26.92% es considerado según Calzada y venza un coeficiente “malo. Lo que nos indica que el número de ramas s los 123 días después del injerto es muy heterogéneo.

La no significación estadística nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que el injerto en café entre dos especies (canéfora y arábica), no presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injertado.

Tabla 10. Prueba de Duncan: Numero de

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	9.30	a
2	T3	8.67	a
3	T1	8.03	a b
5	T4	7.40	a b

Como se muestra en la tabla 10, prueba de significación de Duncan al 5% para número de ramas a los 123 días después del injerto, se observa la presencia de solo 2 categorías, la categoría “A” conformada por el tratamiento T2 (Marsellesa) y T3 (Catuai amarillo); la categoría “B” conformada por Los tratamientos T1 (Geisha) y T4 (H1 Centroamericano) respectivamente.

A los 123 días después del injerto el efecto del patrón canéfora del hacia los tratamientos de los 4 cultivares es estadísticamente igual, lo que nos indica que en la variable número de ramas los promedios de cada tratamiento se encuentran levemente diferenciado.

Figura 3. Número de ramas



En la figura 3 se muestra que el T2 (Marsellesa) presentó en promedio 9 ramas/injerto, seguido de T1(Geisha), T3 (Catuaí amarillo) y T4 (H1 Centroamericano), con promedios de 8, 8 y 7 ramas/injerto respectivamente, pero sin presentar diferencias significativas entre ellas.

4.2.6. Altura de injerto

Tabla 11. ANVA de altura del injerto

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	3190.5	1063.5	27.56	2.73	4.11	**
Error	27	1042	38.59				
Total	39	4475.1					
S = 6.2121			\bar{x} = 31.35				C.V.= 26.92%

Como se muestra en la tabla 11, análisis de varianza altura del injerto a los 123 días después del embolsado, se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa. El coeficiente de variabilidad de 26.92% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente, lo que nos indica que la altura del injerto a los 123 días después del prendimiento dentro de cada tratamiento tiene tendencia a ser con un promedio de altura de injerto de 31.35 cm.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que el injerto entre canéfora y arábica en 4 tratamientos, presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

Tabla 12. Prueba de Duncan: Altura del injerto/Long. de yema central del injerto

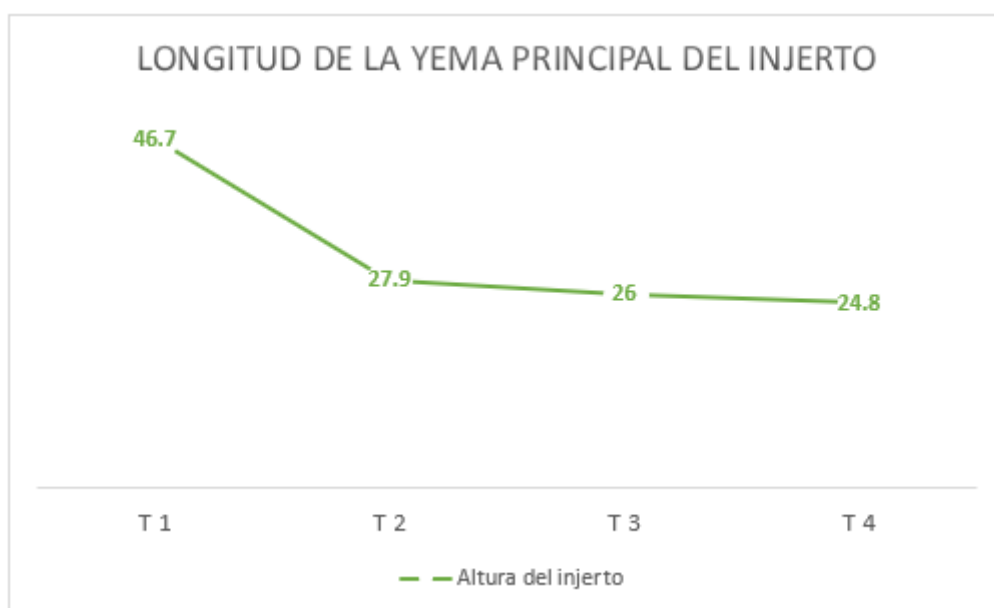
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	46.70	a
2	T3	27.90	b
3	T1	26.00	b
5	T4	24.80	b

Como se muestra en la tabla 12, prueba de significación de Duncan al 5% altura de injerto a los 123 días después del prendimiento, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformada por los tratamientos 1 (Geisha) con un promedio de 46.70; la categoría “B” conformada por los tratamientos 2 (Marsellesa)

con promedio 27.90 ,3 (Catuai amarillo) con promedio de 26 y 4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 24.80 respectivamente.

A diferencia que en la variable anterior a los 123 días después del prendimiento, el efecto del injerto entre dos especies de café (arábica y canéfora) en 4 tratamientos es estadísticamente diferente, el efecto en cada uno de los tratamientos se diferencia debido a las características propias de cada cultivar sobre al tamaño o porte de la planta que poseen. Para esta variable el tratamiento T1 (Geisha) muestra un efecto distinto estadísticamente debido a que el porte descrito del cultivar es alto, los tratamientos T2, T3 y T4 no presentan efecto diferencial entre ellos, pero se observa un orden descendente según el cultivar lo que indica comparar sus ventajas en cuanto a resistencia encontrándose que el T3 presenta más susceptibilidad ante los tratamientos T2 y T4; sin embargo, se encuentra en medio con respecto a sus promedios. Lo que hace saber que el injerto puede influir en la capacidad de adaptabilidad reflejado en la altura comparado con cultivares resistentes.

Figura 4. Longitud de la yema principal del injerto



En la figura 4 se muestra que el T1 (Geisha) mostró una longitud de yema central (46.70 cm) significativamente superior a los demás tratamientos (24.80-27.90 cm).

4.2.7. Altura de planta

Tabla 13. ANVA: Altura de planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	3888.5	1295.23	22.55	2.73	4.11	**
Error	27	1550.57	57.43				
Total	39	6305.78					
S = 7.58			$\bar{x} = 69.43$			C.V.= 10.92%	

Como se muestra en la tabla 13 de análisis de varianza variable altura de planta se observa que en la fuente de tratamientos existe alta significación estadística.

El coeficiente de variabilidad de 10.92% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente alto, lo que nos indica que la altura de la planta a los 123 días después del prendimiento dentro de cada tratamiento tiene tendencia a ser homogéneo con un promedio de altura de injerto de 69.43 cm.

La alta significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que el injerto entre canéfora y arábica en 4 tratamientos, presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

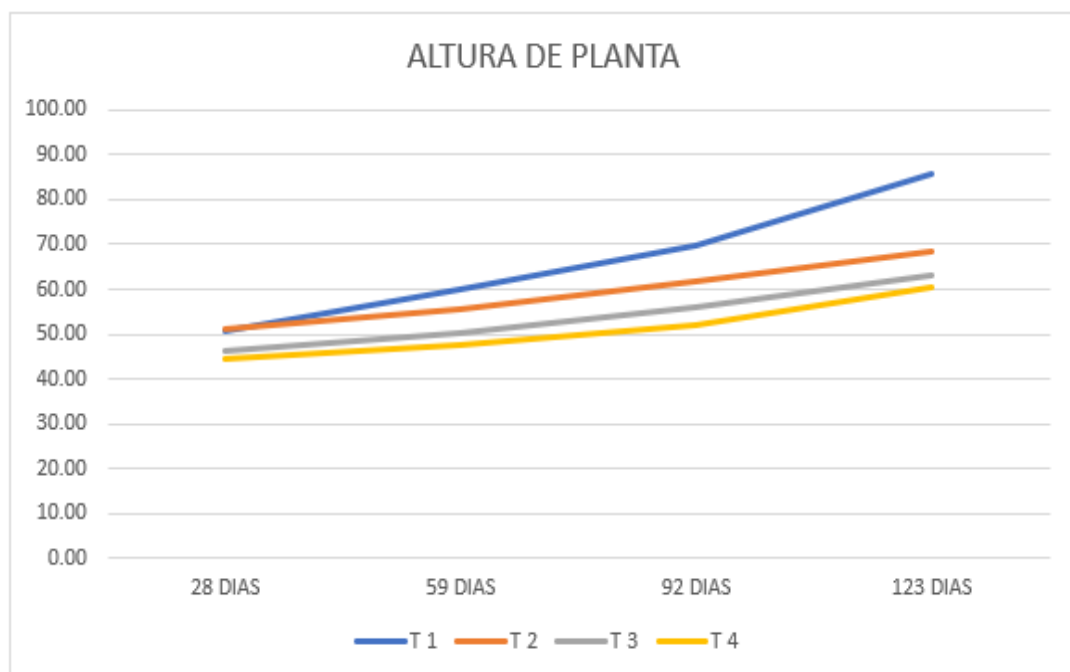
Tabla 14. Prueba de Duncan: Altura de planta

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T1	85.80	a
2	T2	68.30	b
3	T3	63.00	b c
5	T4	60.60	c

Como se muestra en la tabla 14 de prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta última evaluación a los 123 días después del repicado, se observa

la presencia de 4 categorías, la categoría “A” conformada por el T1 (Geisha) con un promedio de 85.80; la categoría “B” conformada por el T2 (Marsellesa) con un promedio de 68.30; la categoría “BC” conformada por el T3 (Catuai amarillo); la categoría “C” conformada por el T4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 60.60. Los efectos del injerto de café provenientes de 2 especies (arábica y canéfora) se ven mejor a los 123 días de su evaluación en comparación con las evaluaciones anteriores (90, 59 y 28 días) en la que la altura de planta tiene resultados menos diferenciados en cuanto a sus promedios, y en comparación a la primera evaluación a los 28 días el T2 (Marsellesa) era superior al resto. Esto se puede deber al porte de origen del cultivar Geisha que es grande y la influencia del patrón canéfora que también tiene porte alto.

Figura 5. Altura de planta



En la figura 5 se muestra que el tratamiento T1 (Geisha) tuvo una altura (85.8 cm) significativamente mayor a los demás tratamientos (60.6-68.30 cm, Tabla 2).

4.2.8. Diámetro del tallo

Tabla 15. ANVA de Diámetro del tallo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	56.38	18.79	4.06	2.73	4.11	*
Error	27	125.02	4.63				
Total	39	196.74					
S = 2.15			\bar{x} = 9.98				C.V.= 21.56%

Como se muestra en la tabla 15 de análisis de varianza para diámetro de tallo primera evaluación a los 123 días después del injerto, se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 21.56% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente “regular”, lo que nos indica que el diámetro de tallo dentro de cada tratamiento es con tendencia a ser heterogéneo, con un promedio de 9.98 mm.

La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente y que tiene efecto diferenciado sobre el tallo en la cuarta evaluación a los 123 días después del injerto.

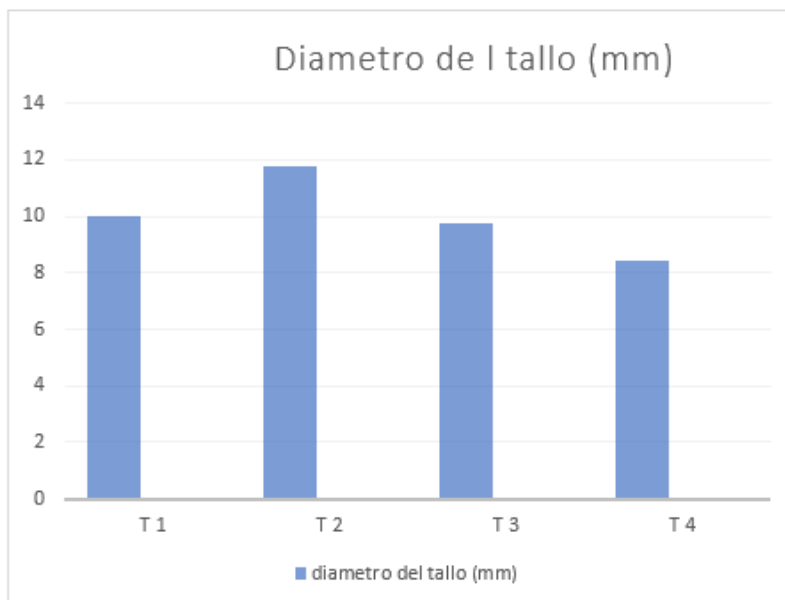
Tabla 16. ANVA de Diámetro del tallo

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	11.40	a
2	T1	9.98	a b
3	T3	9.73	a b
4	T4	8.44	b

Como se muestra en la tabla 16 de la prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de tallo cuarta evaluación a los 123 días después del injerto, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “A” conformada por el T2 (Marsellesa) con un promedio de 11.7; la categoría “AB” conformada por los tratamientos T1 (Geisha), T3 (Catuai amarillo) con promedios 9.98 y 9.73 respectivamente; y la categoría “B”

con un promedio de 8.44. El T2 (Marsellesa) es el que sobresale por encima de los demás tratamientos debido a la influencia del patrón canéfora.

Figura 6. Diámetro del tallo (mm)



En la figura 6 se muestra que el T2 (Marsellesa) mostró un diámetro de tallo (11.77 mm) significativamente superior al resto de tratamientos T4 y T1 (8.44-9.98 mm) respectivamente. Siendo el T3 (9.73) el valor intermedio entre todos.

4.2.9. Número de guías laterales

Tabla 17. ANVA: Número de guías laterales

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	57.88	19.29	3.42	2.73	4.11	*
Error	27	152.38	5.64				
Total	39	284.78					
S = 2.38				$\chi^2 = 7.68$	C.V.= 30.95%		

Como se muestra en la tabla 17 de análisis de varianza para el número de guías laterales a los 123 días después del injerto se puede observar que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 30.95% es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente “malo”, lo que nos indica que el número de guías laterales en la cuarta evaluación a los 123 días después del injerto dentro de cada tratamiento es heterogéneo, con un promedio de 7,68.

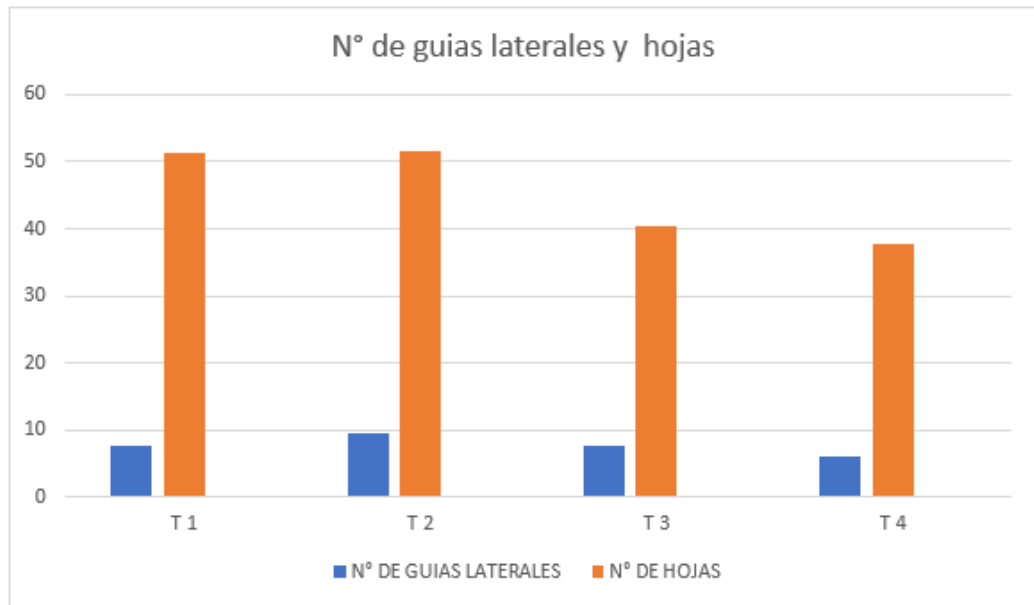
La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente y que tiene efecto diferenciado sobre el número de guías laterales en la cuarta evaluación a los 123 días después del injerto.

Tabla 18. Prueba de Duncan: Numero de guía lateral

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T1	9.40	a
2	T2	7.70	a b
3	T3	7.60	a b
5	T4	6.00	b

Como se muestra en la tabla 18 de prueba de significación de Duncan al 5% para número de guía lateral segunda evaluación a los 123 días después del injerto, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T1 (Geisha) con un promedio de 9.40; la categoría “AB” conformada por los tratamientos T2(Marsellesa) con un promedio de 7.70, y el T3 (Catuai amarillo) con un promedio de 7.60; la categoría “C” conformada por el tratamiento 4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 6.00.

Figura 7. Número de guías laterales y hojas



En la figura 7 se muestra que T2 (Marsellesa) presentó un mayor incremento en el número de hojas con 52 hojas y 9 guías laterales, seguido de T1 (Geisha) con 8 guías laterales y 51 hojas/injerto, en comparación a T3 (Catuaí amarillo) con 8 guías laterales y 41 hojas/injerto, y T4 (H1 Centroamericano) con 6 guías laterales y 38 hojas/injerto.

4.2.10. Guías laterales

Tabla 19. ANVA: Transformado de guías laterales

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}	0.05	0.01	Sig
Cultivares	3	2.30	0.77	3.35	2.73	4.11	*	
Error	27	6.18	0.23					
Total	39	11.19						
S = 0.48		$\bar{x} = 2.9$		C.V.= 16.51%				

En la tabla 19 de análisis de varianza de la transformación de número de guías laterales se observa que en la fuente de tratamientos existe una diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 16.51% es considerado por Calzada y Benza (1970) como coeficiente “regular”, lo que nos indica que la transformación de numero

de guías laterales dentro de cada tratamiento es heterogéneo, con un promedio de 2.9

La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los injertos en 4 cultivares de café entre arábico y canéfora, presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

Tabla 20. Prueba de Duncan: Transformación de guías laterales

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	3.21	a
2	T3	2.93	a b
3	T1	2.93	a b
5	T4	2.53	b

Como se muestra en la tabla 20 de la de significación de Duncan al 5% para la transformación de numero de guías laterales en la cuarta evaluación a los 123 días después del prendimiento del injerto, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “A” conformada por el tratamiento T2 (Marsellesa) con un promedio de 3.21; la categoría “AB” conformada por los tratamientos T3 (Catuai amarillo) y T1 (Geisha) con promedios iguales de 2.93; la categoría “B” conformada por el T4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 2.53.

4.2.11. Altura del patrón

Tabla 21. ANVA: Altura del patrón

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	103.17	34.39	3.54	2.73	4.11	*
Error	27	262.02	9.70				
Total	39	503.99					
S = 3.12			$\bar{x} = 36.36$			C.V.=	8.57%

Como se muestra en la tabla 21 de análisis de varianza para altura de patrón a los 123 días después del injerto, se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 8.57% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente excelente lo que nos indica que la altura del patrón a los 123 días después del injerto dentro de cada tratamiento es homogéneo con un promedio de 36.36.

La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente. Asimismo, nos indica que el injerto en café entre dos especies (arábica y canéfora, presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

Tabla 22. Prueba de Duncan: Altura de patrón

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T3	38.30	a
2	T2	37.05	a
3	T4	36.20	a b
4	T1	33.90	b

Como se muestra en la tabla 22 de la prueba de significación de Duncan al 5% para altura de patrón a los 123 días después del injerto, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “A” conformada por el T3 (Catuai amarillo) con un promedio de 38.30, el tratamiento T2 (Marsellesa) con un promedio de 37.05; la categoría “AB” conformada por el T4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 36.20; la categoría “B” conformada por el T1 (Geisha) con un promedio de 33.90.

4.2.12. Número de hojas

Tabla 23. ANVA: Número de hojas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Cultivares	3	1565.68	521.89	3.54	2.73	4.11	*
Error	27	4369.08	161.82				
Total	39	6821.98					
S = 12.72			$\bar{x} = 45.28$		C.V.= 28.10%		

Como se muestra en la tabla 23 de análisis de varianza para el número de hojas a los 123 días después del injerto, se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 28.10% es considerado según Calzada Benza (1960) como coeficiente “malo” lo que nos indica que la altura del patrón a los 123 días después del injerto dentro de cada tratamiento es muy heterogéneo, con un promedio de 45.28.

La significación estadística nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente. Asimismo, nos indica que el injerto en café entre dos especies (arábica y canéfora, presentan efecto diferenciado a los 123 días después del injerto.

Tabla 24. Prueba de Duncan: Numero de hojas

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T2	51.70	a
2	T1	51.20	a
3	T3	40.50	a b
4	T4	37.70	b

Como se muestra en la tabla 24 de la prueba de significación de Duncan al 5% para número de hojas a los 123 días después del injerto, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “A” conformada por el T2 (Marsellesa) con un promedio de

51.70, el tratamiento T1 (Geisha) con un promedio de 51.20; la categoría “AB” conformada por el T3 (Catuai amarillo) con un promedio de 40.50; la categoría “B” conformada por el T4 (H1 Centroamericano) con un promedio de 37.70.

Estos resultados a los 123 días del injerto muestran una ligera diferencia estadística significativa en cuanto a la primera evaluación a los 28 días después del injerto, donde el T2 (Marsellesa) es el que sobresale ligeramente.

4.3. Prueba de hipótesis

Se plantea la hipótesis estadística, así tenemos:

HO: Todas las medias de los tratamientos son iguales

HA: Al menos una media de un tratamiento es diferente

Regla de decisión

Si $f \leq$ valor de tabla, se acepta la Ho, y se rechaza la Ha

Si $f >$ valor de tabla, se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

N°	Parámetros evaluados	F. V	F cal	F tab	Resultado
1	Desarrollo del injerto	Tratamiento	33.95	2.73	Se acepta la Ha
2	Ancho de hoja	Tratamiento	2.39	2.73	Se rechaza la Ha
3	Longitud de hoja	Tratamiento	3.68	2.73	Se acepta la Ha
4	Numero de ramas	Tratamiento	0.73	2.73	Se rechaza la Ha
5	Altura del injerto	Tratamiento	27.56	2.73	Se acepta la Ha
6	Altura de planta	Tratamiento	22.55	2.73	Se acepta la Ha
7	Diámetro del tallo	Tratamiento	4.06	2.73	Se acepta la Ha
8	Numero de guías laterales	Tratamiento	3.42	2.73	Se acepta la Ha
9	Altura del patrón	Tratamiento	3.54	2.73	Se acepta la Ha
10	Numero de hojas	Tratamiento	3.23	2.73	Se acepta la Ha

4.4. **Discusión de resultados**

La superioridad del injerto de T1 (Geisha) concuerda con lo informado por Bertrand et al. (2011), quienes mencionan que la variedad Geisha muestra alta compatibilidad en injertos debido a su vigor y resistencia, especialmente cuando se combina con patrones de robusta. Además, Almeida et al. (2020) observaron que la combinación de café arábico y robusta mejora el desarrollo vegetativo inicial, lo cual es consistente con los resultados de este estudio. Sin embargo, los altos coeficientes de variación (C.V.) observados en este trabajo también han sido reportados como una limitación en estudios similares debido a la heterogeneidad ambiental y técnica (Ferreira et al., 2017). Por otra parte, Piaguaje et al. (2023), indicaron las posibilidades del injerto en la rehabilitación del café robusta. Examinaron la supervivencia (%), longitud del injerto (cm), vigor de la planta y estado sanitario de la planta. Al evaluar la variable longitud del injerto, se apreció que no hubo un aumento significativo en la longitud del injerto en las evaluaciones de los días 30 y 60. Sin embargo, los resultados a los 3 meses mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre punta del brote y espinas laterales, las cuales registraron valores mayores a 17 cm respecto a los injertos en corteza. Finalmente, al trasplantar cafetos maduros y robustos en procesos de regeneración, la técnica demostró ser aplicable a brotes tipo espiga porque mostraron mejores condiciones de crecimiento, vigor y estado de salud.

La superioridad de T2 (Marsellesa) y T1 (Geisha) en el número de hojas coincide con los hallazgos de Carvalho et al. (2016), quienes mencionan que los injertos en patrones robusta pueden aumentar la eficiencia en la formación foliar inicial, contribuyendo al desarrollo vegetativo. Por otro lado, la ausencia de significancia en el ancho de las hojas refleja lo señalado por Rocha et al. (2018), quienes concluyeron que

esta variable tiende a ser menos influenciada por el patrón en etapas tempranas del injerto.

El rendimiento sobresaliente de T1 (Geisha) en altura coincide con estudios como el de Oliveira et al. (2015), que demuestran que esta variedad tiene un mayor porte debido a sus características genéticas y su interacción positiva con patrones vigorosos como el robusta. Sin embargo, Andrade et al. (2019) encontraron que esta ventaja puede disminuir en etapas reproductivas si no se manejan adecuadamente las condiciones nutricionales y ambientales.

El mayor diámetro de tallo en T2 (Marsellesa) puede estar asociado a una mayor eficiencia de transporte de agua y nutrientes desde el patrón, como lo describe Silva et al. (2021). Este fenómeno se ha relacionado con la mayor adaptabilidad de ciertas variedades a patrones específicos y condiciones agroecológicas.

El mayor número de guías laterales en T1 (Geisha) concuerda con lo observado por Santos et al. (2014), quienes encontraron que esta variedad, cuando injertada, tiende a desarrollar una arquitectura más densa, lo que podría beneficiar la productividad en plantaciones densas. Sin embargo, los altos C.V. observados reflejan las limitaciones en la estandarización de las condiciones de injerto, como también lo señalaron Carvalho et al. (2016).

El patrón robusto influyó de manera significativa la altura en T3 (Catuaí amarillo), lo que coincide con los resultados de Cardoso et al. (2013), quienes destacaron que los patrones de robusta pueden transmitir vigor a los injertos, mejorando variables como la altura del patrón y su influencia en el injerto.

CONCLUSIONES

- ✓ Los cultivares de café arábico (*Geisha*, *Marsellesa*, *Catuái Amarillo* y *HI Centroamericano*) utilizados como injerto sobre el patrón *Coffea canephora P.* fueron compatibles, y lográndose establecer exitosamente en condiciones de vivero. Destacando los cultivares *Geisha* y *Marsellesa* en el crecimiento aéreo bajo condiciones de vivero-Pichanaki.
- ✓ El injerto en patrones de *Coffea canephora P.* demostró ser una técnica eficaz para mejorar el desarrollo vegetativo inicial de las variedades de café arábico en vivero. *Geisha* y *Marsellesa* mostraron un desempeño sobresaliente, siendo ideales para optimizar el vigor y la compatibilidad del injerto. Sin embargo, las variaciones en algunas variables sugieren la necesidad de continuar investigando y ajustando las prácticas de injerto para maximizar la uniformidad

RECOMENDACIONES

Según los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación, se recomienda:

- ✓ Realizar estudios en condiciones de campo para evaluar el impacto del injerto en variables productivas como rendimiento, calidad de grano, y tolerancia a estrés abiótico (sequía, altas temperaturas) y biótico (plagas y enfermedades).
- ✓ Incluir más variedades de café arábico y explorar patrones alternativos a *Coffea canephora* para determinar si existen combinaciones más eficientes y adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas.
- ✓ Evaluar el desarrollo del sistema radicular en etapas iniciales y avanzadas, y su relación con el vigor de las plantas injertadas, especialmente en condiciones de suelos marginales o con restricciones hídricas.
- ✓ Investigar el intercambio de señales hormonales entre el patrón y el injerto, así como la influencia en la fotosíntesis y el transporte de nutrientes, para comprender mejor los factores que afectan la compatibilidad y el vigor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. S., Ferreira, L. F., & Rocha, R. B. (2020). Effect of *Coffea canephora* as rootstock on the vegetative development of *Coffea arabica* varieties. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44(3), 1-11.
- Andrade, H. T., Oliveira, F. S., & Santos, A. L. (2019). Grafting effects on the growth and productivity of *Coffea arabica* under different environmental conditions. *Coffee Science*, 14(2), 85-93.
- Bertrand, B., Etienne, H., & Montagnon, C. (2011). Breeding for coffee quality: Arabica vs. Robusta. *Plant Breeding Reviews*, 34(1), 93-124.
- Cardoso, M. G., Ribeiro, S. M., & Silva, A. F. (2013). Rootstock effects on the growth and productivity of Arabica coffee. *Journal of Crop Science*, 5(1), 12-18.
- Cantos Cevallos, G., Pinargote Choéz, J., & Palma Ponce, R. (2018). Influencia de la fitohormona kinetina en el crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. injertadas sobre patrón robusta en vivero. *Revista cubana de ciencias forestales*, 6(2), 134-145.
- Castro Cepero, V., Alvarado Huaman, L., Borjas Ventura, R., Julca Otiniano, A., & Tejada Soraluz, J. L. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de "café" *Coffea arabica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Arnaldoa*, 26(3), 977-990.
- Carvalho, C. H., Santos, J. R., & Silva, M. J. (2016). Influence of rootstocks on *Coffea arabica* leaf traits and productivity. *Scientia Agricola*, 73(1), 43-50.
- De La Cruz, C., & Carlos, R. (2022). *Caracterización morfo-agronómica de cinco variedades de café (Coffea arabica L.)*, Distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco.
- Ferreira, D. M., Rocha, R. B., & Santos, J. A. (2017). Variability in grafting success and its implications for coffee production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(2), 121-132.
- Guerra Mena, L. M. (2023) *Aprovechamiento de subproductos del café para la elaboración de abono orgánico en el municipio de El Tambo*. Departamento de Nariño.

- Galarza Noboa, A. J. (2023). *Evaluación de dos genotipos de café arábica (Coffea arabica L.) injertados en patrón Robusta (Coffea canephora) a la aplicación de bioestimulantes orgánicos, cultivado en sitio definitivo* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).
- Gaspar Soto, W. (2023). El cultivo de café (Coffea arábica) como eje de desarrollo agrícola en el municipio Quinchía–Risaralda.
- Jiménez-Torres, A., & Massa-Sánchez, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, 40(40), 117-137.
- Julca-Otiniano, A., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V., León Rojas, F., Valderrama Palacios, D., & Bello Amez, S. (2023). Variedades de café (Coffea arabica), una revisión y algunas experiencias en el Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(2), 134-155.
- Julca-Otiniano, A., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V., León Rojas, F., Valderrama Palacios, D., & Bello Amez, S. (2023). Variedades de café (Coffea arabica), una revisión y algunas experiencias en el Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(2), 134-155.
- Lorenzo Quispe, J. M. (2023). *Identificación de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de café (Coffea arábica L.) en el Centro Poblado de Chipaco*. Monzón-Huánuco 2023.
- Marín Ludeña, J. F. (2023). *Producción y calidad del café (Coffea arabica L.) variedad Geisha-en la Selva Central*. Junín.
- Martínez Brito, S. J., & Guambuguete Corregidor, M. J. (2023). *Determinación del desarrollo agronómico de brotes de café arábico (Coffea arabica L.) propagados por injerto hipocotiledonal con 3 tipos de patrones y tres variedades, bajo poda de recepa en el cantón Caluma* (Bachelor's thesis, Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Carrera de Ingeniería Agronómica).

- Oliveira, S. M., Almeida, L. S., & Rocha, R. B. (2015). Effect of grafting on the vegetative and productive performance of Arabica coffee cultivars. *Agroforestry Systems*, 91(1), 117-129.
- Piaguaje, P., & Yulisa, D. (2023). *Injertación en plantas adultas de café robusta (Coffea canephora) como práctica de rehabilitación de cafetales, provincia de Sucumbíos* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Schuler Gavino, K. C. (2023). *Cultivares de Café (Coffea arabica L.): crecimiento y desarrollo en el distrito de Villa Rica*. Pasco.
- Santos, J. A., Silva, M. J., & Cardoso, M. G. (2014). Architecture and productivity of Arabica coffee grafted on Robusta rootstock. *Coffea Journal*, 8(4), 152-159.
- Silva, F. T., Santos, J. A., & Oliveira, S. M. (2021). Effect of Coffea canephora rootstocks on Arabica coffee growth and yield. *Revista Agropecuária Brasileira*, 56(1), 34-49.
- Torres, N. A. M. (2022). Análisis de la producción de café en la Huasteca potosina en el contexto nacional, 1989-2019. *Revista De El Colegio De San Luis*, 12(23), 1-30.
- Villanueva Mancilla, F. F. (2023). *Calidad sensorial, fenoles totales, capacidad antioxidante y caracterización morfológica-térmica en café (Coffea arabica) caturra y geisha liofilizados*. Universidad Agraria de la Selva.

ANEXOS:

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ensayos de propagación asexual mediante clonación con variedades de café con buen perfil en tasa

CAFÉ - EEA-PICHANAKI

ENSAYOS DE PROPAGACION ASEXUAL MEDIANTE CLONACION CON VARIEDADES DE CAFÉ CON BUEN PERFIL ENTASA.

ING. ITNAN OSCCO MEDINA

22/07/2021

Cultivares	Repetición	Trat.	Fechas	% Prendimiento	Diámetro de tallo	Altura total(cm)	N° de Guías		Altura de patrón (cm)	N° de hojas	Tamaño de hoja(cm)		N° de Ramas	Tamaño de injerto	Desarrollo de injerto (Cm)
			evaluación				Apical	Lateral			Ancho	Largo			
Geysa	1	1	22/07/2021	1.00	0.58	50.40	1.00	4.00	33.00	18.40	5.25	12.72	4.00	18.65	9.86
Geysa	2	1	22/07/2021	1.00	0.68	51.50	1.00	2.50	32.80	11.40	5.68	11.55	2.50	18.80	12.55
Geysa	3	1	22/07/2021	1.00	0.66	50.00	1.00	2.20	34.70	11.60	4.55	11.05	2.20	14.50	9.65
Marsellesa	1	2	22/07/2021	1.00	0.71	50.20	1.00	3.60	37.50	14.40	5.90	13.92	3.60	12.70	4.60
Marsellesa	2	2	22/07/2021	1.00	0.70	50.70	1.00	3.60	38.90	13.50	6.07	13.97	3.60	11.80	3.67
Marsellesa	3	2	22/07/2021	1.00	0.78	52.10	1.00	3.30	38.50	13.80	6.27	13.37	3.30	13.00	4.90
Catuai amarillo	1	3	22/07/2021	1.00	0.68	45.30	1.00	2.40	36.20	7.40	1.83	4.47	2.40	8.80	1.40
Catuai amarillo	2	3	22/07/2021	1.00	0.67	45.50	1.00	2.60	36.60	7.30	1.87	4.20	2.60	8.90	1.05
Catuai amarillo	3	3	22/07/2021	1.00	0.66	47.40	1.00	2.50	37.80	7.40	2.06	4.81	2.50	9.20	1.55
H1 Centroamericano	1	4	22/07/2021	1.00	0.66	45.00	1.00	2.20	35.40	6.20	1.81	3.70	2.20	9.30	1.10
H1 Centroamericano	2	4	22/07/2021	1.00	0.68	44.40	1.00	1.40	35.70	4.80	1.40	3.00	1.40	8.20	0.95
H1 Centroamericano	3	4	22/07/2021	1.00	0.71	43.60	1.00	0.50	31.90	2.60	1.35	3.10	0.50	7.70	0.73

Procedimiento de validación y confiabilidad

La validación del instrumento de colección de datos y de la selección de las variables que nos permitieron obtener los datos de campo que dieron respuesta al efecto de los tratamientos en el trabajo de investigación, se realizó a través de la revisión bibliográfica en temas relacionados al presente estudio; y se validó dentro de las escalas propuestas del Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA- En la Estación Experimental Agraria Pichanaqui con el Programa Nacional de Café y Cacao y dentro del marco del proyecto de Investigación “Ensayos de propagación asexual mediante clonación con variedades de café, con buen perfil en taza, alto rendimiento y tolerancia a la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) en la selva central”, con el asesoramiento del Ing. Itnan Oscco Medina especialista en café del INIA y la Msc. Karina Marmolejo Gutarra, se recolectaron los datos en fichas de evaluación en 4 etapas en las variables altura de planta y desarrollo del injerto, en la demás variables se hizo una sola evaluación.



Figura 1. Selección de semilla de la variedad Robusta utilizada como porta injerto. Para realizar la germinación, repique y desarrollo en macetas y la posterior injertación.

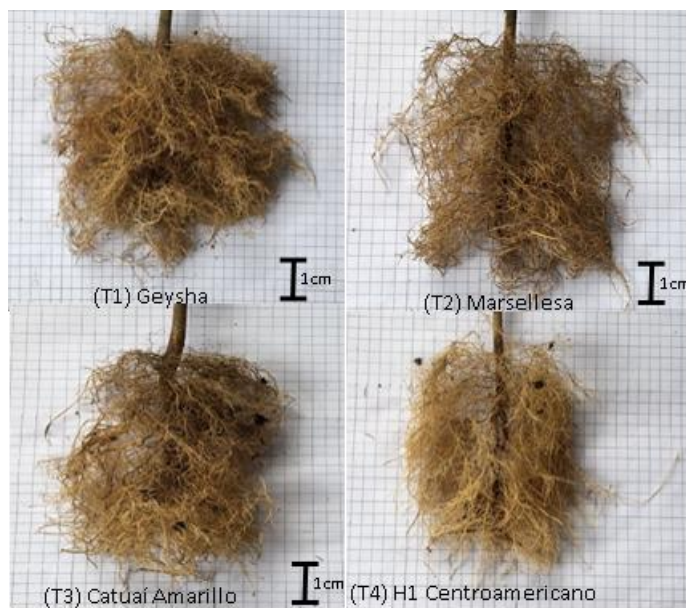


Figura 2. Evaluación de longitud de raíz



Figura 3. Preparación y embolsado de sustrato para repique de portainjerto de variedad Robusta



Figura 4. Repique de chapolas de variedad Robusta para su crecimiento y desarrollo, posteriormente el injerto.



Figura 5. Crecimiento en vivero de plantas portainjerto de variedad Robusta



Figura 6. Trasplante de plantas de variedad Robusta en maceta definitiva para su posterior injertación con variedades Arábicas



Figura 7. Selección de yemas para injerto de variedad arábica para su posterior injertación en plántones de café Robusta



Figura 8. Preparación de varas yemeras de café variedad Geyscha para injerto en plantas de café Robusta



Figura 9. Injerto de varas yemeras de café variedades arábicas en plantas de variedad Robusta



Figura 10. Colocación de rotulados para cada bloque de experimento de injerto de cafés arábicos en variedad Robusta



Figura 11. Evaluación de prendimiento de injerto de café variedad Geysa en patrón de variedad Robusta



Figura 12. Evaluación de crecimiento de injerto de café variedad Geysa en patrón de variedad Robusta



Figura 13. Evaluación de desarrollo de injerto de café variedad Geyscha en patrón de variedad Robusta



Figura 14. Desarrollo final de injerto de café variedad Marsellesa en patrón Robusta



Figura 15. Desarrollo final de injerto de café variedad H1 centroamericano en patrón Robusta



Figura 16. Desarrollo final de injerto de café variedad Catuai amarillo en patrón Robusta



Figura 17. Desarrollo final de injerto de café variedad Geysa en patrón Robusta