UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), PROPAGADO POR INJERTO HIPOCOTILEDONAL EN SU PRIMER PERÍODO PRODUCTIVO EN EL CANTÓN CALUMA.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autoras:

Mariana de Jesús García Peña

Karina Piedad Merino Piedra

Tutor:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Caluma – Ecuador

2024

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), PROPAGADO POR INJERTO HIPOCOTILEDONAL EN SU PRIMER PERIODO PRODUCTIVO EN EL CANTÓN CALUMA.

REVISADO Y APROBADO POR:

.....

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

.....

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR

.....

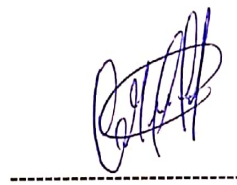
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M.Sc.

DOCENTE LECTOR

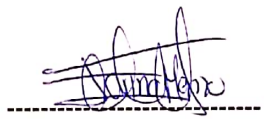
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Mariana García Peña con CI: 080524822-6, y Karina Piedad Merino Piedra con CI: 172190161-7, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

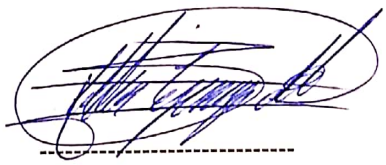
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Mariana de Jesús García Peña
Autora
CI: 080524822-6



Karina Piedad Merino Piedra
Autora
CI: 172190161-7



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
Tutor
CI:020098963-0

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N°20240201004P01081

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
KARINA PIEDAD MERINO PIEDRA Y
MARIANA DE JESUS GARCIA PEÑA

CUANTÍA: INDETERMINADA.

Di 2 COPIAS

G.C.
En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los veintiocho días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, la señorita **KARINA PIEDAD MERINO PIEDRA,** de estado civil soltera y la señorita **MARIANA DE JESUS GARCIA PEÑA**, de estado civil soltera, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambas estudiantes, domiciliadas en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho seis tres dos cinco ocho ocho cero y con correo electrónico **karriimerii@gmail.com,** hábiless en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identidad, en base a los cuales obtengo las certificaciones biométricas del Registro Civil, mismas que agrego a esta escritura como documentos habilitantes, además por petición de las comparecientes se adjuntan sus documentos personales como son cedulas de ciudadanía y certificados de votación. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotras**: KARINA PIEDAD MERINO PIEDRA,** de estado civil soltera y **MARIANA DE JESUS GARCIA PEÑA,** de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, son de nuestra absoluta autoría, titulado: **"EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), PROPAGADO POR INJERTO HIPOCOTILEDONAL EN SU PRIMER PERÍODO PRODUCTIVO EN EL CANTÓN CALUMA".** Autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía. - Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe. ----------

SRTA. KARINA PIEDAD MERINO PIEDRA.
C.C. 172190[illegible]17

SRTA. MARIANA DE JESUS GARCIA PEÑA
C.C. 0805248822-6

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION.
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Tesis Mariana de Jesús García Peña y Karina Piedad Merino Piedra

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	9%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 10%
Excluir bibliografía	Activo		

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado primeramente a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mis estudios y todos mis anhelos en mi vida. A mí por toda la constancia y perseverancia y no rendirme a pesar de todas las adversidades a lo largo de este proceso

A mi hija Nazly Valentina García Peña, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y ser un ejemplo para ella. A mis padres, Rosa Elizabeth Peña González y Jesús Raúl García Verdezoto, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de este camino académico, y a todos mis hermanos y hermanas.

Mariana

DEDICATORIA

A Dios, que nunca me dejo sola en este largo camino. A mí, por mi dedicación y esfuerzo incansable, por no rendirme ante los obstáculos y por seguir adelante con determinación.

Karina

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser nuestra fuente de fortaleza, sabiduría y guía a lo largo de este camino académico. A nuestros padres, hermanos e hijas que han sido fuente de inspiración para poder llegar a este logro académico.

A la Universidad Estatal de Bolívar por permitir formarnos en ella, y un agradecimiento profundo a nuestra querida Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, así como a todos los docentes que nos compartieron sus conocimientos en esta travesía.

Gracias infinitas a nuestro tutor del proyecto de investigación, Ing. Kleber Espinoza Mora, por brindarnos su conocimiento y experiencia en este viaje. Este logro no habría sido posible sin su guía y su compromiso con la excelencia académica. Nos sentimos verdaderamente afortunadas de haber tenido la oportunidad de trabajar bajo su supervisión y liderazgo.

A la Ing Sonia Fierro Borja y al Ing David Silva García por la ayuda brindada en este trabajo de investigación.

Queremos expresar nuestra gratitud de manera especial al Ing. Washington Donato Ortíz, por su valioso apoyo que fue fundamental para poder culminar este trabajo, valoramos inmensamente su capacidad para motivarnos y alentarnos cuando más lo necesitábamos, reflejando el impacto positivo que ha tenido en nuestro desarrollo académico y crecimiento personal.

Mariana & Karina

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO **PAG**

CAPÍTULO I..... 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2 PROBLEMA..... 3

1.3 OBJETIVOS 4

1.3.1 Objetivo General..... 4

1.3.2 Objetivos Específicos 4

1.4 HIPÓTESIS 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO..... 6

2.1. Origen..... 6

2.2. Clasificación taxonómica 6

2.3. Descripción morfológica de la planta 7

2.3.1. Sistema radical 7

2.3.2. Tallo..... 7

2.3.3. Ramas 7

2.3.4. Hojas..... 7

2.3.5. Inflorescencia 8

2.3.6. Fruto 8

2.3.7. Semilla..... 8

2.3. Características edafoclimáticas 8

2.3.1. Requerimientos edáficos 8

2.3.2. Requerimientos climáticos 9

2.3.3. Suelo..... 9

2.4. Manejo del cultivo..... 9

2.4.1. Semillero 9
2.4.2. Vivero 9
2.4.3. Preparación del terreno 9
2.4.4. Distancia de siembra de café 10
2.4.5. Cuadrado 10
2.4.6. Tres Bolillo 10
2.4.7. Curvas de nivel 10
2.4.8. Ahoyado 10
2.4.9. Manejo de la sombra 11
2.4.10. Densidad poblacional 11
2.4.11. Fertilización 11
2.5. Tipos de podas 12
2.5.1. Poda de formación 12
2.5.2. Poda de mantenimiento (sanitarias) o producción 12
2.5.3. Poda de descope o despunte 12
2.5.4. Rejuvenecimiento mediante agobio 12
2.5.5. Poda de recepa 13
2.5.6. Deschupe 13
2.5.7. Control de malezas 13
2.6. Plagas y enfermedades 13
2.6.1. Enfermedades del café 13
- Mal del talluelo o mal del tallito (*Rhizoctonia solani)* 13
- Roya del café (*Hemileia vastatriz)* 14
- Ojo de gallo (*Mycena citricolor)* 14
- Antracnosis (*Colletotrichum kahawae)* 14
- Mal de hilacha (*Pellicularia koleroga*) 14

- Mancha de fierro (*Cercospora coffeicola)* 15

2.6.2. Plagas 15

- Broca del café (*Hypothenemus hampie)*..... 15
- Minador de la hoja *(Leucoptera caffeina)*..... 15
- Taladrador de la ramilla *(Xylosandrus morigerus)* 16
- Cochinilla de la raíz..... 16

2.7. Características de los patrones 16

2.8. Variedades 17

2.8.1. Coffea liberica..... 17

2.8.2. Coffea canephora 17

2.8.3. Coffea arabica..... 17

2.9. Características de las variedades..... 18

2.9.1. Café Arábigo Acawa..... 18

2.9.2. Café Arábigo Catimor 18

2.9.3. Café Arábigo Sarchimor..... 18

2.10. Propagación del cafeto 18

2.10.1.Propagación vegetativa..... 18

- Propagación por injertos..... 19
- Propagación por esquejes..... 19

2.11. Tejidos de injertos 19

2.11.1.Injerto de púa 19

2.11.2.Injerto de yema 19

2.11.3.Injerto de corona 20

2.11.4.Injerto inglés o de lengüeta..... 20

2.11.5.Injerto de parche 20

2.11.6.Injerto de aproximación..... 20

2.11.7.Injerto de tocón de rama 21
2.11.8.Injerto hendidura simple 21
2.11.9.Injerto de astilla o injerto de chip 21
2.11.10.Injerto reina o hipocotiledonal 21
CAPÍTULO III 23
3. MARCO METODOLÓGICO 23
3.1 Ubicación y características de la investigación 23
- Localización de la investigación 23
- Situación geográfica y edafoclimática. 23
- Zona de vida 23
3.2 Metodología 24
3.2.1 Material experimental 24
3.2.2 Factor en estudio 24
3.2.3 Tratamientos 24
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico. 24
3.2.5 Manejo del experimento 25
- Limpieza del terreno 25
- Poda fitosanitaria 25
- Deschuponamiento 25
- Fertilización 25
- Control de enfermedades 25
- Cosecha café pergamino 25
- Cosecha café oro 25
- Despulpado café pergamino 25
- Secado 26
- Pilado 26

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuestas). 26
- Altura de la planta (AP) 26
- Diámetro del tallo (DT) 26
- Número de ramas (NR) 26
- Número de ramas con fruto (NRF) 26
- Número de plantas muertas (NPM) 27
- Diámetro de rama (DR) 27
- Longitud de ramas (LR) 27
- Diámetro de la copa (DC) 27
- Incidencia de plagas (IP) 27
- Incidencia de enfermedades (IE) 27
- Número de plantas con cerezas (NPC) 28
- Número de cereza por planta (NFP) 28
- Peso café cereza por planta (PCCP) 28
- Peso café pergamino (PCP) 28
- Peso de café verde (PCV) 28
- Peso café verde seco (PCVS) 28
- Pilado café oro (PCO) 29
- Rendimiento 29

3.2.7 Tipos de análisis. 29

CAPÍTULO IV 30

4.1. RESULTADOS Y DISCUCIÓN 30

4.1.1. Variables agronómicas y productivas para el factor A (Patrones 30

4.1.2. Variables agronómicas y productivas para el factor B (Variedades ... 35

4.1.3 Interacción de factores (AxB): patrones de café robusta por vari. 41

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal 48

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 49
CAPÍTULO V 50
5.1 CONCLUSIONES 50
5.2. RECOMENDACIONES 51
BIBLIOGRAFÍA 52
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor A (Patrones de café robusta) para la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas (NR), longitud de rama (LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NRC), número de plantas muertas (NPM), número de cerezas por planta (NFP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café verde (PCV), peso café verde seco (PCVS), peso café oro (PCO) y rendimiento (kg/ha).	29
2	Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor B (Variedades injertadas de café arábigo) para la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas(NR), longitud de rama(LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NRC), número de plantas muertas (NPM), número de cereza por planta (NFP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café verde (PCV), peso café verde seco (PCVS), peso café oro (PCO) y rendimiento (kg/ha).	34
3	Resultados del análisis estadístico para comparar los promedios de la interacción de FA*FB patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	40
13	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el rendimiento (variable dependiente Y).	47

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el diámetro de ramas (DR).	20
2	Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el número de ramas (NR).	31
3	Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para la incidencia de plagas (IP).	32
4	Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el peso café cereza por planta (PCCP).	33
5	Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para la longitud de rama (LR)	35
6	Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el diámetro de copa (DC).	36
7	Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el número de plantas con cereza (NPC).	37
8	Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el peso café verde (PCV).	38
9	Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el peso café oro (PCO).	39
10	Promedios para el diámetro de copa (DC) en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	41
11	Promedios para el número de plantas muertas (NPM) en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	42
12	Promedios para el número de cereza por planta en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	43

13	Promedios para el número de ramas con cerezas en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	44
14	Promedios para el peso café oro en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	45
15	Promedios para el rendimiento en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de las variables agronómicas evaluadas
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El café es uno de los productos más importantes que se comercializan a nivel mundial debido a su alta demanda y valor económico. El presente trabajo de investigación se estableció para evaluar agronómica y productivamente el cultivo de café, propagado por injerto hipocotiledonal en su primer periodo productivo. Los objetivos planteados fueron: i) Determinar en cuál de los tratamientos se obtienen las mejores características en la zona agroecológica en estudio. ii) Evaluar las características agronómicas y productivas que presentan las plantas propagadas mediante injerto hipocotiledonal. iii) Analizar las variables estadísticas de la productividad del café. Los tratamientos en estudio fueron para el FA (Patrones de café robusta), para el FB (Variedades de café arábigo). Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 3 x 3 x 3. El tipo de análisis que se realizó fue ADEVA y prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factores A, B y tratamientos, análisis de correlación y regresión lineal simple. Las variables agronómicas que se evaluó fueron: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas(NR), longitud de rama (LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NPC), número de plantas muertas (NPM), número de cereza por planta (NCP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café sobado verde (PCSV), peso café sobado seco (PFSS), café oro pilado (COP) y rendimiento (kg/ha). Los resultados estadísticos demostraron que los patrones de café robusta Etp 3756-14 presentarón una influencia en el diámetro de ramas, número de ramas, lo que refleja una estructura más fuerte y potencialmente una mayor capacidad para soportar el peso de los cereza al igual que la Etp 3753-13 demostrando reducir el impacto de plagas tales como el Minador de hoja y aumentando el peso de cereza por planta, mientras que el injerto con la variedad Catimor mostró el mejor café oro pilado y un rendimiento de 1930.3 kg/ha. La variable que contribuyó a incrementar el rendimiento en kg/ha fue: café oro pilado (COP), número de plantas con cereza, número de ramas con cereza (NRC)

Palabras claves: Productividad, Pilado, Cereza, hipocotiledonal

SUMMARY

Coffee is one of the most important products marketed worldwide due to its high demand and economic value. This research work was established to evaluate the agronomic and productive aspects of coffee cultivation propagated by hypocotyledonary grafting in its first productive period. The objectives were: i) To determine which of the treatments obtained the best characteristics in the agroecological zone under study. ii) To evaluate the agronomic and productive characteristics of the plants propagated by hypocotyledonary grafting. iii) To analyze the statistical variables of coffee productivity. The treatments under study were for FA (Robusta coffee rootstocks) and for FB (Arabica coffee varieties). A Randomized Complete Block design was used in a 3 x 3 x 3 factorial arrangement. The type of analysis performed was ADEVA and Tukey's test at 5% to compare averages of factors A, B and treatments, correlation analysis and simple linear regression. The agronomic variables evaluated were: plant height (AH), stem diameter (SD), branch diameter (BD), number of branches (NR), branch length (LR), crown diameter (CD), pest incidence (PI), disease incidence (DID), number of plants with cherries (NPC), number of dead plants (NPM), number of cherries per plant (NCP), number of branches with cherries (NRC), coffee cherry weight per plant (PCCP), parchment coffee weight (PCP), green kneaded coffee weight (PCSV), dry kneaded coffee weight (PFSS), ground gold coffee (COP) and yield (kg/ha). The statistical results showed that the robusta coffee rootstock Etp 3756-14 showed an influence on the diameter of branches, number of branches, reflecting a stronger structure and potentially a greater capacity to support the weight of the cherry as well as Etp 3753-13 demonstrating to reduce the impact of pests such as the Leaf Miner and increasing the weight of cherry per plant, while the graft with the Catimor variety showed the best ground gold coffee and a yield of 1930.3 kg/ha. The variable that contributed to increase the yield in kg/ha was: ground gold coffee (COP), number of plants with cherry, number of branches with cherry (NRC)

Key words: Productivity, Pilado, Cherry, hypocotyledonal

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el café es uno de los productos más importantes que se comercializan a nivel mundial y que con el paso del tiempo, desde sus inicios, cuando se comenzó a extender su producción en otros continentes, por aventureros de aquel entonces que vieron una oportunidad de negocio muy rentable en este producto, hoy en día el café se ha convertido en un producto relevante a cultivar para el sector primario de muchas economías, entre los principales productores de granos de café de la región latinoamericana se encuentran: Ecuador, Colombia, Perú y Brasil, este último es el mayor productor de café en el mundo (Asencio, 2019).

En el mundo se comercializan dos especies de café: el café de la variedad robusta (*Coffea canéphora*) y de la variedad arábiga (*Coffea arábica).* En el ciclo 2018/2019 el café robusta representó el 40 % de la producción mundial. Esta es una variedad con una mayor capacidad productiva, tiende a ser más resistente a las enfermedades y su rendimiento por árbol es considerablemente más alto que la arábica (produce aproximadamente un tercio más de granos por hectárea que el arábica), pero el mercado lo considera de menor calidad que la variedad tipo arábica. La producción de robusta ha crecido significativamente en la última década y Vietnam es el mayor productor a nivel mundial mientras que la variedad arábica es la más apreciada en los mercados internacionales, presenta mayor variabilidad en su producción y en el ciclo 2018-2019 representó alrededor del 60 % de la producción mundial (INDOCAFE, 2020).

Pocos productos agrícolas tienen las cualidades de crecer en las cuatro regiones del Ecuador, el cultivo del café es uno de ellos. El café está entre uno de los principales productos que se produce y comercializa en la economía ecuatoriana, y su rol es de suma importancia económica y social en la generación de empleo e ingreso de divisas. Esta entre los diez productos principales que más superficie ocupa para el cultivo y se produce en casi todas provincias del país (Agrovet, 2023).

El café, en el Ecuador, es un cultivo de gran importancia económica, ya que cuenta con 199215 ha cultivadas, el 68 % de esta área corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32 % a *Coffea canephora.* El cultivo de café está distribuido en 23 de las 24 provincias, las principales zonas productivas se concentran en Manabí, Loja, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Pastaza, El Oro, Bolívar, Chimborazo, Azuay, Cañar, Cotopaxi, Pichincha, Santo Domingo, Imbabura, Carchi, Los Ríos, Guayas Esmeraldas y Galápagos (Vanegas et all, 2018).

En la provincia de Bolívar, en el cantón Caluma se cosecha café, sembrado a una altitud entre los 800 a 1200 msnm, con una superficie de aproximadamente 3000 ha, poseyendo una intensa acidez, muy agradable sabor y exquisito aroma (Andrade, 2018).

Una de las ventajas de las plantas injertadas es mejorar su producción, reducir la susceptibilidad a enfermedades ocasionadas por nematodos y hongos (fitopatógenos con origen en el suelo) y así aumentar el vigor de la planta. Mediante el injerto, es posible combinar las características deseables de estas variedades resistentes con las de las plantas existentes, lo que ayuda a proteger los cultivos y garantizar una producción más estable. Las variedades de café injertadas pueden adaptarse mejor a diferentes condiciones climáticas, como cambios de temperatura, humedad o altitud. Esto es importante dado que el clima puede variar considerablemente en las regiones cafetaleras, y tener plantas adaptadas puede ayudar a mitigar los riesgos climáticos para los cultivos (Aldaz, 2019).

1.2 PROBLEMA

El bajo rendimiento en la producción de café se atribuye a una combinación de factores, incluyendo la falta de adopción de tecnología adecuada y el desconocimiento de prácticas de manejo, como las técnicas de poda. Esta situación refleja una brecha significativa en el conocimiento y la aplicación de prácticas agrícolas modernas en la zona de estudio.

Entre estos desafíos también se encuentran el manejo inadecuado de plagas y enfermedades y el desconocimiento de técnicas de injertos. Abordar estos problemas es crucial para mejorar la eficiencia del cultivo, el desarrollo económico y la sustentabilidad agrícola ligada a la producción de café.

En la actualidad, el cambio climático está llevando al aumento de temperatura, por lo que los agricultores carecen de información sobre las variaciones en el entorno, pero sufren las consecuencias cuando sus cultivos se ven afectados como resultado de estos cambios.

El problema principal es la falta de información y datos específicos sobre la respuesta del injerto hipocotiledonal en plantas de café. Sin embargo, la ausencia de datos concretos sobre esta técnica en el contexto del café limita la capacidad de los investigadores, agricultores y productores para comprender su eficacia, posible efecto en la calidad del café. La identificación y comprensión de estos factores son cruciales para desarrollar estrategias efectivas de mejora en la producción.

En la zona de estudio no se han desarrollado variedades de cultivos que combinen alta productividad con resistencia tanto a plagas y enfermedades como a las condiciones adversas provocadas por el cambio climático.

La presente investigación se realizó con el propósito de probar la productividad y resistencia en las variedades de café arábigo, Acawa, Catimor y Sarchimor injertadas en patrones de café robusta.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar agronómica y productivamente el cultivo de café, propagado por injerto hipocotiledonal en su primer periodo productivo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar en cuál de los tratamientos se obtienen las mejores características en la zona agroecológica en estudio.
- Evaluar las características agronómicas y productivas que presentan las plantas propagadas mediante injerto hipocotiledonal.
- Analizar las variables estadísticas de la producción de café.

1.4 HIPÓTESIS

Ho: El desarrollo agronómico y productivo del café arábigo no está condicionado por el tipo de patrón y la variedad injertada.

H_1: El desarrollo agronómico y productivo del café arábigo está condicionado por el tipo de patrón y la variedad injertada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El café es originario de Etiopía, en la región de Kaffa, de la familia de las Rubiaceas alrededor del siglo IX según la leyenda dice que un pastor notó que sus cabras se volvían más enérgicas después de consumir bayas de café, lo que llevó a la popularización de su cultivo y consumo después de aquel día, el café se ha convertido en una de las bebidas más populares del mundo, se utilizan en diferentes beneficios tanto para la cosmética como para la cocina (Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE , 2019)

El cultivo de café se cultivó por primera vez en América de Sur, siendo actualmente unos de los principales productores a nivel mundial de este cultivo. Después a Europa en el siglo XV a través del comercio y las peregrinaciones y de allí se extendió a las colonias americanas. Gracias a los holandeses que introdujeron la planta del café en una de sus colonias, concretamente en Java, esta planta se extendió por toda Asia (Anacafè, 2019).

2.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Vegetal
Division:	Magniolophyta
Clase:	Dicotyledoneae
Subclase:	Asteridae
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Género:	Coffea
Especie:	*arabica*
Nombre científico	*Coffea arabica* L

Fuente: (Lopez, 2024)

2.3. Descripción morfológica de la planta

2.3.1. Sistema radical

Está compuesto principalmente por raíces superficiales y profundas. Entre esta compleja estructura se encuentra la raíz principal: una más larga y gruesa que va de forma vertical desde el final del tallo hasta el final de la raíz, la raíz principal puede llegar a una profundidad de 50 a 60 cm esta raíz produce dos tipos de raíces: raíces axiales que sostiene la planta y raíces laterales a partir de las cuales se producen raicillas y se absorben los nutrientes del suelo para su desarrollo (Lopez, 2024).

2.3.2. Tallo

Proporciona un soporte estructural y facilita el transporte de agua, nutrientes y carbohidratos sirve para sostener tanto las ramas como las raíces, puede dividirse en varias partes: nudos, ramas, yema terminal, yema auxiliar y entrenudos, el tallo del café es leñoso y puede ser erecto o algo inclinado dependiendo de la variedad y las condiciones de crecimiento. Es cilíndrico y puede ramificarse a medida que la planta madura. Poseen dos tipos diferentes de brotes, ortotrópicos, que crecen verticalmente e incluyen el tallo principal, los retoños y plagiotrópicos, que crecen horizontalmente e incluyen ramas primarias, secundarias y terciarias, son los que más distinguen a la región cafetera (Fernandez, 2020).

2.3.3. Ramas

Se desarrollan a lo largo del tallo principal, portan hojas, flores y frutos las ramas primarias, secundarias y terciarias crecen horizontalmente, las ramas primarias no se pueden renovar, por lo que, al perderse una rama primaria, el cafeto pierde una zona muy importante para la producción de frutos (Soliva, 2019).

2.3.4. Hojas

Son los órganos que llevan a cabo las funciones fisiológicas para el desarrollo vegetativo y reproductivo, haciendo su proceso de fotosíntesis, respiración y transpiración para la planta, son de forma elíptica, aunque pueden variar en forma ovaladas o lanceoladas, tienen puntas redondeadas o agudas, dependiendo de la

variedad el tamaño de las hojas oscilan entre 6 y 20 cm de largo y alrededor de 2 a 10 cm de ancho, las hojas jóvenes poseen un color verde claro, mientras que las hojas maduras tienen un color verde oscuro (Astudillo, 2021).

2.3.5. Inflorescencia

Surgen de los nudos a lo largo de las ramas laterales, generalmente en las axilas de las hojas la inflorescencia puede variar en forma y tamaño dependiendo de la especie y variedad, se presenta como un racimo o una panícula compuesta por múltiples flores agrupadas en una estructura ramificada. Son hermafroditas, significa que tienen órganos sexuales tanto masculinos como femeninos, facilitando la polinización cruzada, son pequeñas y blancas, con forma de estrella y un aroma suave y agradable. Cada flor consta de cinco pétalos unidos en la base, cinco estambres y un ovario en el centro (Anacafè, 2019)

2.3.6. Fruto

También conocido como cereza, es un fruto pequeño, redondo y de un color amarrillo y rojo brillante cuando alcanza la madurez, tiene un diámetro de alrededor de 1 a 2 cm dependiendo de la variedad del café, el fruto tiene varias partes como exocarpio, mesocarpio, semillas (Melendez, 2019).

2.3.7. Semilla

Usualmente, cada fruto contiene dos semillas, cada una de las cuales está envuelta en una fina cascarilla llamada pergamino, tiene aproximadamente el tamaño de un guisante pequeño, con dimensiones que varían entre 5 y 10 milímetros de longitud y alrededor de 4 a 7 milímetros de ancho (Sanchez, 2020).

2.3. Características edafoclimáticas

2.3.1. Requerimientos edáficos

El suelo apto para el cultivo de café son suelos franco arcilloso, franco arenoso o franco limoso, rico en materia orgánica. Considerando que debe mantener un pH entre 6 y 6.5 (Rea, 2021).

2.3.2. Requerimientos climáticos

Se cultiva en climas con una temperatura promedio de 17 a 23 °C y una altura de 1000 a 2000 msnm con una precipitación anual bien distribuida mayor a 1200 mm, la humedad relativa debe ser superior al 70% (Alvares, 2022).

2.3.3. Suelo

El café prefiere suelos bien drenados y fértiles con un pH entre 5.5 y 6.5. Los suelos arcillosos o franco-arcillosos son comunes en las regiones cafetaleras, aunque el café puede crecer en una variedad de tipos de suelo, siempre que sean bien drenados y tengan buena estructura (Ministerio de Agricultura, 2019).

2.4. Manejo del cultivo

2.4.1. Semillero

Se debe garantizar el uso de semillas certificadas luego de un buen manejo en semilleros y viveros, estos permitirán la adquisición de plantas sanas y robustas crear una plantación joven y productiva está directamente relacionado con que el cultivo del café sea una actividad productiva y lucrativa. Durante los próximos 15 a 20 años, con un buen manejo agronómico, esto servirá como base para cosechas rentables hasta que surja una vez más la necesidad de reemplazar plantas ya desgastadas con su productividad significativamente reducida (Piedra, 2019).

2.4.2. Vivero

Se realiza un conjunto de procedimientos conocidos como “labores culturales” con el objetivo de fomentar el crecimiento sano, vigoroso de las plántulas y asegurar material de siembra de alta calidad, el uso apropiado del control de malezas, fertilización, riego y manejo integrado de plagas, asegura que las plántulas estén sanas y vigorosas (Quiroz, 2020).

2.4.3. Preparación del terreno

Eliminar las malas hierbas del terreno dejando las plantas que producen sombra en su lugar, la aplicación de técnicas como el arado, que fractura el suelo e implica acciones como remover el suelo, asegurando una aireación adecuada. Luego se

emplea el rastrillado para romper los terrones del trabajo anterior y eliminar los restos de malezas. Con la maquinaria adecuada, las operaciones de arado se realizan en función de las características del terreno y la textura del suelo para evitar efectos negativos como la erosión, compactación y degradación del suelo (FAO, 2021).

2.4.4. Distancia de siembra de café

La densidad de siembra, o número de plantas por metro cuadrado de terreno, está influenciada por el tamaño de la variedad que se siembra (altura y ancho de copa), la distancia de siembra, la pendiente del terreno y las condiciones climáticas existentes en la plantación. Pero los sistemas de siembra pueden ser: cuadrado, tres bolillo, o por curvas de nivel (Andrade, 2018).

2.4.5. Cuadrado

Es más efectivo en terreno plano o con pendientes suaves del 10 %. La variedad, el clima, pendiente y sombra son algunos factores que afectan la forma en que las plantas y los hilos se distinguen entre sí. Al evitar problemas fitosanitarios, este método de siembra facilita la realización de las labores diarias del cultivo.

2.4.6. Tres Bolillo

Esta técnica de plantación en el que cada tres plantas forman un triángulo equilátero consiste en posicionar las plantas de manera que formen un triángulo y se utiliza en terrenos llanos y con pendientes de hasta un 45% (Alvares, 2022).

2.4.7. Curvas de nivel

Este sistema de siembra permite establecer las plantas en hileras o surcos a través de la pendiente, siguiendo las curvas de nivel de la pendiente a medida que se aleja de ellas.

2.4.8. Ahoyado

A medida que se realizan los hoyos son de 0,30 x 0,30 x 0,30 m para el cultivo principal (café) y 0,40 x 0,40 x 0,40 m para un plátano que proporcionará sombra

temporal. Se deben mantener separados los primeros 10 cm del suelo de un lado, que es tierra negra, y los 20 cm restantes del otro lado, que es tierra clara (Aparicio et al., 2019).

2.4.9. Manejo de la sombra

Existen dos tipos de sombra que son:

- **Sombra temporal:** Como en el caso del plátano, el frijol, el maíz y otros, es esa especie la que, durante los primeros años, ofrece sombra al café, protegiéndolo de la luz intensa.
- **Sombra permanente:** Es esa especie que persiste a lo largo de todo el ciclo productivo, aconsejándose a especies nativos (guabas,) (Obregon, 2021).

2.4.10. Densidad poblacional

Para el café arábica hay entre 3.000 y 3.500 plantas por hectárea porque la mayoría de las variedades de café arábica se siembran a una distancia de 1.50 metros entre plantas y 2 metros entre hileras. La densidad de plantación varía dependiendo de las variedades plantadas (Robles, 2022).

2.4.11. Fertilización

Al momento de plantar los cafetos por primera vez en campo se realiza una fertilización básica o inicial. Antes de aplicar o realizar cualquier tipo de fertilización se recomienda tomar muestra de suelo y realizar el análisis químico correspondiente (Astudillo, 2021).

Se debe agregar al hoyo cantidades de cal agrícola, ceniza o roca fosfatada y mezclar con la tierra de siembra en suelos con un pH de 5.5. Se debe añadir una porción de sulfato de calcio al plantar cafetos en suelos deficientes en azufre, como la mayoría de los suelos utilizados para el cultivo del café. En suelos con bajo contenido de materia orgánica (4%) se debe aplicar estiércol descompuesto, compost o humus de lombriz y monitorear las condiciones de N, P, K, Ca, S, Zn, Mg y B junto con el análisis químico del suelo (Olvera, 2019).

2.5. Tipos de podas

2.5.1. Poda de formación

Se utilizan para establecer una estructura de planta adecuada desde las etapas tempranas de crecimiento. Este tipo de poda se recomiendan principalmente en plantaciones de café de variedades con bajo potencial productivo, de porte alto y plantadas a un solo eje (Quezada, 2021).

2.5.2. Poda de mantenimiento (sanitarias) o producción

Se realiza durante el ciclo de vida de la planta para mantener su salud, vigor y productividad se puede realizar manualmente una vez al año para mantener los cafetos en la forma deseada, promover la producción de frutos, permitir la circulación del aire y la penetración de la luz solar, y protegerlos contra la desnutrición (Campaña, 2022).

2.5.3. Poda de descope o despunte

Consiste en eliminar parte de la altura de la planta, generalmente de las ramas superiores, con el objetivo de controlar el tamaño de la planta y mejorar su manejo, especialmente en plantaciones de café. La poda de descope puede tener varios impactos en el rendimiento del café. Por un lado, puede facilitar la cosecha manual de los frutos al reducir la altura de la planta y hacerlos más accesibles. También puede promover una mayor densidad de sombra en la plantación, lo que puede beneficiar a las variedades de café que prefieren condiciones más frescas y sombreadas (Formero, 2019).

2.5.4. Rejuvenecimiento mediante agobio

Es una técnica utilizada en el cultivo del café para revitalizar plantaciones envejecidas o de baja productividad implica la poda drástica de la planta hasta dejar solo un pequeño tocón o muñón, seguido de un período de recuperación durante el cual la planta regenera nuevos brotes vigorosos. Cabe señalar que este tipo de poda provoca un retraso de un año en la producción (Olvera, 2019).

2.5.5. Poda de recepa

La poda de recepa en el café es una técnica de renovación radical que implica cortar la planta de café a una altura baja, generalmente cerca del nivel del suelo, con el objetivo de rejuvenecerla (Aparicio et al, 2019).

2.5.6. Deschupe

Implica la eliminación selectiva de brotes laterales o chupones que crecen en la base del tronco principal de la planta estos, pueden competir con la planta principal por los recursos y la energía, lo que afecta negativamente su crecimiento y producción. Durante el deschupe, se eliminan cuidadosamente los brotes laterales indeseados que crecen en la base del tronco principal de la planta estos chupones suelen ser brotes jóvenes que surgen del sistema de raíces o de los nodos del tallo principal se pueden cortar con tijeras de podar para evitar daño a la planta (Muños, 2018).

2.5.7. Control de malezas

Las malas hierbas son "plantas que crecen en lugares indeseables, son persistentes, generalmente no tienen valor económico e interfieren con el crecimiento normal de los cultivos estas compiten con los recursos como nutrientes, luz y agua, también pueden servir como hospederas de plagas y enfermedades se pueden realizar mecánicamente o con productos químicos cuando no se realiza un control, y como consecuencias se obtiene un bajo rendimiento de producción (Quezada, 2021).

2.6. Plagas y enfermedades

2.6.1. Enfermedades del café

- **Mal del talluelo o mal del tallito** (*Rhizoctonia solani)*

La lesión, que hace que las plántulas se marchiten y se alojen o se humedezcan, aparece como una lesión de color marrón oscuro o negro en el medio del tallo, esta enfermedad está presente en el semillero y en el vivero. Utilizando microorganismos de biocontrol como *Trichoderma* sp. se aconseja para su supresión (Gómez et al, 2022).

- **Roya del café** (*Hemileia vastatriz)*

Es una de las enfermedades más devastadoras que afectan al café y puede causar pérdidas significativas en la producción, los síntomas típicos de la roya es aparición de manchas amarillas en la parte superior de las hojas, que eventualmente se convierten en pústulas anaranjadas o rojas en la parte inferior de las hojas estas pústulas contienen las esporas del hongo, las hojas pueden volverse amarillas, marchitarse y caer prematuramente también afecta los brotes jóvenes, los frutos y las ramas, causando defoliación y reducción del rendimiento (Molina, 2019).

- **Ojo de gallo** (*Mycena citricolor)*

Es una enfermedad que prevalece más en áreas de alto cultivo y se ve favorecida por lluvias constantes, alta humedad y temperaturas frescas, la diseminación de la enfermedad se forman durante la época de lluvia, lo cual afecta las hojas y frutos del café durante todo su desarrollo. Los síntomas incluyen manchas circulares de color marrón grisáceo que aparecen en las hojas, tallos jóvenes y frutos. La enfermedad puede progresar a una etapa avanzada en la que el tejido afectado puede separarse, lo que provoca perforaciones y la caída rápida y severa de hojas y frutos (Pilozo et al, 2022).

- **Antracnosis** (*Colletotrichum kahawae)*

La antracnosis puede atacar tallos, ramas, hojas, flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo del café, causando que la parte superior de las ramas se marchite o muera gradualmente. En hojas y frutos se pueden observar lesiones necróticas de varios tamaños e irregularidades, esta enfermedad aumenta en cafetales con sombra excesiva, alta humedad y ventilación inadecuada (Campaña, 2022).

- **Mal de hilacha** (*Pellicularia koleroga*)

El hongo germina en la parte inferior de las ramas y tallos jóvenes y, a medida que crece, el micelio produce hilos que perforan el tejido celular. Dependiendo del clima, el ciclo de vida del hongo puede durar entre 60 y 70 días. En los meses con más precipitaciones, suele ocurrir cuando la planta está madura. La enfermedad es

transportada por el viento y se puede controlar eliminando la sombra excesiva, realizando podas sanitarias como control cultural o usando oxicloruro de cobre como control químico después de la floración. Los primeros síntomas incluyen la aparición de hilos oscuros y ásperos que se asemejan a telas de araña en los tallos y ramas. Estos hilos se prolongan y se adhieren a las hojas, formando una película blanquecina (Cadena, 2022).

- **Mancha de Fierro** (*Cercospora coffeicola)*

Se caracteriza por la aparición de pequeñas manchas redondas de color amarillo claro en las hojas de café estas manchas pueden volverse más grandes y tomar un tono bronceado o marrón oscuro a medida que la enfermedad progresa las lesiones suelen tener un centro claro y un borde oscuro, lo que le da un aspecto característico de "mancha de hierro las hojas afectadas pueden caer prematuramente, en el caso de severidad las condiciones de alta humedad y temperaturas cálidas favorecen el desarrollo de la enfermedad (Courtel et al, 2021).

2.6.2. Plagas

- **Broca del café** (*Hypothenemus hampie)*

Es considera una de las plagas que causa el mayor daño financiero a la cosecha de café a nivel mundial provoca la pérdida del grano y, en muchos casos, caída prematura, bajando la calidad del producto terminado. El fruto del café también proporciona alimento para todas las etapas de desarrollo. Se puede ver el ataque ya que crea un camino para los microorganismos que, en las condiciones adecuadas, pueden crecer y alterar el sabor de la bebida de café (Molina, 2019).

- **Minador de la hoja** *(Leucoptera caffeina)*

Dificulta la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis provocando la defoliación de la planta retrasando su proceso vegetativo. Es posible que la fruta no madure, lo que daría como resultado una cosecha general mucho más pequeña. Los frijoles inmaduros o muertos tienen el potencial de producir un sabor amargo y astringente si se extraen por completo (Muños et al, 2022).

- **Taladrador de la ramilla** *(Xylosandrus morigerus)*

Mide alrededor de 1 punto 8 milímetros de largo y es un insecto de color marrón. Las ramas del cafeto se vuelven negras y eventualmente mueren después de que la hembra deja a sus crías en ellas. El cultivo y la floración se ven perjudicados por esta plaga (Cherres et al, 2020).

- **Cochinilla de la raíz**

Las cochinillas de las raíces del café, también conocidas como "polillas", son insectos fitófagos del orden Hemiptera, infraorden Coccomorpha, que consumen plantas tanto silvestres como domesticadas. Su importancia en el café se basa en el daño que le hacen a la planta cuando se alimentan de ella; con su aparato bucal picador-chupador, succionan la savia y como consecuencia provocan clorosis, defoliación y en algunos casos la muerte, especialmente en plantaciones de menos de dos años (Gil et al, 2021).

2.7. Características de los patrones

El tallo de la planta, el sistema de raíces y la parte de la base se conocen como patrones en el injerto lo ideal es conseguir patrones de buena variedad genético, se debe inspeccionar las plantas madres antes del trasplante para asegurarse de que cumplan con todos los estándares de calidad. Si bien se toma una selección de la cosecha, es preferible realizar dos filtros. Se puede usar un patrón en forma de mariposa o de fósforo, para el patrón de injerto se hace en estado mariposa, cuando se ha endurecido un poco más y para que su tamaño coincida con el de la yema o injerto (Courtel et al, 2021).

2.7.1. ETP - 3753-13

Se destaca por su alta resistencia a enfermedades comunes, como la roya del café y broca, lo que reduce significativamente las pérdidas y los costos asociados al control de plagas. Además, su adaptabilidad a diversas altitudes y condiciones climáticas la convierte en una alternativa versátil para distintas regiones cafetaleras. Con un rendimiento potencial superior a los 25 quintales por hectárea y un perfil de

sabor que incluye notas frutales y florales con una acidez balanceada, la Etp 3753-13 no solo garantiza una alta producción sino también una calidad de taza que satisface los exigentes estándares del mercado de cafés especiales (Molina, 2019).

2.7.2. ETP – 3756-14

Se distingue por su notable resistencia a enfermedades y su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, lo que la convierte en una opción ideal para los caficultores que buscan maximizar tanto la productividad. Desarrollada a través de programas de mejoramiento genético, combina una alta productividad con granos de calidad superior, además, su capacidad para prosperar en altitudes que van desde los 800 hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar la hace versátil y adecuada para diversas regiones cafetaleras. (Ministerio de Agricultura, 2019)

2.8. Variedades

2.8.1. Coffea liberica

Árboles de forma cónica o piramidal que pueden alcanzar una altura de 20 metros. Hojas ovaladas, coriáceas, cortas y redondas, de color verde oscuro brillante en el haz, verde amarillento en el envés (Pita, 2021).

2.8.2. Coffea canephora

Esta variedad de café específica se puede cultivar de forma más amplia, resistentes a los factores climáticos. Con un contenido de cafeína del 2 al 3 %, el grano de café tiene una concentración mucho más alta que el café arábico, lo que una vez procesada se convierte en una bebida potente. Es un arbusto de 10 metros de altitud. Su grano es de color amarillo, con textura áspera y un olor a paja seca que es menos fragante, esta se diferencia por ser fáciles de manejar, costos de producción menores y poseen resistencia al hongo causante de la roya (Porte coffe, 2020).

2.8.3. Coffea arabica

Las variantes Moka, Tipica, Bourbon y Maragogype de la variedad Arabica se ha cultivado durante siglos. Es nativo de Etiopía y Yamen. Sus pequeños granos color

cobrizo, alargados, aplanados con un surco interno en forma de s. Otras variedades importantes son: Acawa, Catimor, Sarchimor (Italian cofee, 2022).

2.9. Características de las variedades

2.9.1. Café Arábigo Acawa

Esta variedad se destaca por su alta resistencia a la sequía, excelente calidad de bebida, un ciclo de madurez lento, tolerante a los nematodos y roya, es un cultivo muy apetecido alrededor del mundo (Soledispa, 2021).

2.9.2. Café Arábigo Catimor

Esta variedad exhibe mayor nutrición, muy precoces, productivas y exigentes en términos de manejo agronómico. Su vulnerabilidad a la enfermedad del ojo de gallo es mayor. Mediante la selección de plantas que se ajustan a variedades estables y el ingreso de estas en regiones de mayor altitud, han mejorado estas características (Bruno, 2021).

2.9.3. Café Arábigo Sarchimor

Este cultivo actualmente presenta excelentes características agronómicas, productivas y excelente resistencia a la roya, es resultado de un cruce entre el híbrido Timor y la variante Villa Sarchi. Particularmente en las regiones subtropicales, el primero ha demostrado una buena adaptación. Es un hibrido de porte bajo con brotes de color marrón – bronceado, alta producción bajo índice de vanidad de frutos y resistencia a la roya (Holguin, 2019).

2.10. Propagación del cafeto

2.10.1. Propagación vegetativa

Debido a que muchos de los órganos vegetativo de estas plantas tienen la capacidad de regenerarse, es posible que se realice la propagación asexual, implica la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas. Nuevas raíces pueden crecer a partir de los fragmentos del tallo y un nuevo tallo puede

volver a crecer a partir de los fragmentos de las raíces (Parraga, 2021). La reproducción asexual por corte e injerto de las plantas que tienen características agronómicas productivas y sanitarias. Plantas madres o cabezas de clones son los términos que se utilizan para describirlas (Fernandez, 2021).

- **Propagación por injertos**

Se combinan los vástagos y portainjertos de dos árboles. La parte inferior de una planta que consiste en las raíces y una parte del tallo, se llaman patrón. Cuando una planta está completamente desarrollada, su tallo principal y sus ramas forman el vástago, que es la parte principal del tallo de la planta, el cual precisa las características de la planta (Perfect Daily Grind Ltd, 2019).

- **Propagación por esquejes**

Son un tipo de propagación asexual que consiste en cortar una porción del tallo, la raíz o la hoja de la planta madre y colocarla en condiciones que favorezcan la formación de raíces, dando como resultado el crecimiento independiente de una nueva planta que suele ser idéntica a la planta madre (Parraga, 2021).

2.11. Tejidos de injertos

2.11.1. Injerto de púa

Este tipo de injerto toma una parte de la planta de la que se va a propagar, usualmente una rama joven, y se corta parecido a una cuña. Luego se corta una parte de la planta que servirá como patrón y se coloca el injerto en la incisión del patrón. Se precisa el crecimiento de la planta después de que la unión haya sido sellada (Ilaquiche, 2022).

2.11.2. Injerto de yema

Similar al injerto de púa, se inserta la yema de la rama lateral, con un poco de la corteza adherida, en vez del trozo de la rama. Se le considera uno de los injertos más utilizados debido a su alta tasa de éxito (Huertotec, 2019).

2.11.3. Injerto de corona

Se lo aplica cuando se quiere cambiar la variedad de un cultivo adulto, se usa ramas gruesas de 20 cm de diámetro. Una vez se selecciona la vareta se realiza cortes biselados en ambos lados para que tengan forma de puntas de lanza. Luego, se corta por el centro al tallo, su base se corta transversalmente. Se coloca la vareta en el tallo hasta que ambos cambiums estén alineados y se le cubre con un plástico, realizando un tipo de amarre en la unión (Galarza, 2023).

2.11.4. Injerto inglés o de lengüeta

La probabilidad de agarre con este tipo de injerto es mayor. El patrón se corta en bisel con un tamaño del doble del diámetro del patrón. Se realiza un corte vertical lo más paralelo posible al ángulo del bisel, esto se realiza para realizar la lengüeta. Las dos lengüetas se unen entre si con contacto al cambium (Bermudez, 2023).

2.11.5. Injerto de parche

Se obtiene un parche rectangular del patrón y se extrae de la vareta otro parche del mismo que se realiza en el inicio. Este tipo de injerto es más lento y complicado de realizar a comparación del injerto de yemas, sin embargo, es ideal para especies de corteza gruesa. Se realiza un rectángulo de dimensiones entre 2,5 cm de ancho y 3 cm de largo haciendo 4 cortes. La yema que se injerta debe tener forma de parche rectangular y ser exactamente del mismo tamaño que la abertura realizada en el patrón para su mejor anclaje (Anecafé, 2021).

2.11.6. Injerto de aproximación

Se empieza con dos plantas pequeñas y delgadas, en un tallo se hace un corte longitudinal de 0.5 a 1cm hacia abajo. El mismo corte se realiza en la planta sobrante, pero el corte se lo hace hacia la parte superior, los dos cortes deben tener la misma altura en ambas plantas. Una vez cortados los tallos, se juntan y se unen a los cortes, luego se cubre con una porción de plástico (Quijije, 2021).

2.11.7. Injerto de tocón de rama

Este tipo de injerto se realiza cuando las ramas son muy gruesas para realizar el método del injerto inglés, pero no lo suficientemente gruesas para ser injertadas con otras técnicas. Los mejores portainjertos para este tipo de técnica son ramas de entre 3 y 5 cm de diámetro (Galarza, 2023).

2.11.8. Injerto hendidura simple

Este método también se lo conoce como injerto en cuña, hendidura terminal y hendidura diametral. Se puede realizar este método en cualquier época del año. La tasa de éxito es muy alta. Para evitar que se desprenda la corteza restante, se hace un corte largo de 3 a 3,5 cm (Ilaquiche, 2022).

2.11.9. Injerto de astilla o injerto de chip

Se selecciona una astilla que contenga una yema activa de la parte superficial de la planta donante. El patrón se corta superficialmente dejando la lengüeta de la corteza en la parte inferior. Se coloca la astilla en la incisión del patrón y se amarra con un pedazo de plástico (CANNA, 2019).

2.11.10. Injerto reina o hipocotiledonal

Es una técnica utilizada en el cultivo de café, especialmente en regiones donde es necesario mejorar la resistencia de las plantas a enfermedades y condiciones adversas, como la roya o nematodos, mediante la combinación de patrones resistentes y variedades de café de alta calidad (Agrovet, 2023)

- **Tipo de injerto**

Es un injerto por aproximación donde se utiliza una plántula joven de café como patrón, y otra como injerto. Este método se realiza en una etapa temprana del desarrollo de las plántulas, generalmente cuando tienen entre 30 a 60 días.

- **Proceso del injerto**
  - Se seleccionan plántulas sanas y vigorosas.

- El injerto se realiza en el área del hipocótilo, justo por encima de las raíces y por debajo de los cotiledones.
- Se realiza un corte oblicuo en ambas plántulas (patrón e injerto) y se unen de manera que las superficies de corte estén en contacto.
- Se sujeta con una cinta especial de injerto para asegurar la unión hasta que las dos plántulas se fusionen.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

Se realizó en la provincia Bolívar, cantón Caluma, Parroquia Caluma en el sector Granja el Triunfo.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud:	1478 msnm
Latitud:	12º 36´19´´S
Longitud:	79º18’22” W
Temperatura máxima:	24 º C
Temperatura mínima:	19 º C
Temperatura media anual:	22.2 º C
Precipitación media anual:	2945 mm
Heliofanía promedio anual:	720 horas/luz/año
Tipo de suelo:	Franco arcilloso
pH	6.75
Humedad relativa promedio anual:	83 %

Fuente: (PDOT Caluma, 2022).

- **Zona de vida**

La vegetación según el sistema de zonas de vida de Holdridge, corresponde al bosque húmedo Tropical, (bh-T). (Holdridge,1979).

3.2 Metodología

3.2.1 Material experimental

Plantas de café arábico rehabilitado con poda de recepa.

3.2.2 Factor en estudio

Factor A: Patrones para injerto de café robusta

A1: Etp 3753-13

A2: Etp 3756-14

A3: Etp 3752-6

Factor B: Variedades de café arábigo

B1: Acawa

B2: Catimor

B3: Sarchimor

3.2.3 Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Etp 3753-13 + Acawa
T2	A1B2	Etp 3753-13 + Catimor
T3	A1B3	Etp 3753-13 + Sarchimor
T4	A2B1	Etp 3756-14 + Acawa
T5	A2B2	Etp 3756-14 + Catimor
T6	A2B3	Etp 3756-14 + Sarchimor
T7	A3B1	Etp 3752-6 + Acawa
T8	A3B2	Etp 3752-6 + Catimor
T9	A3B3	Etp 3752-6 + Sarchimor

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 3 x 3 x 3

3.2.5 Manejo del experimento

- **Limpieza del terreno**

Se eliminó las malezas para evitar que compitan con las plantas de café por agua, luz y nutrientes, el control se realizó en forma manual con la utilización de machetes y en forma química aplicando glifosato en dosis de 1.5 l/ha, las tareas de limpieza se realizaron periódicamente.

- **Poda fitosanitaria**

Con una tijera de podar se eliminó las hojas, ramas viejas, ramas secas y mal formadas, en la fase lunar menguante, ya que en esta fase la mayor parte de la savia está en las raíces.

- **Deschuponamiento**

Esta actividad se realizó con una tijera de podar cuando las plantas presentaron brotes laterales y chupones.

- **Fertilización**

Se aplicó 15-15-15, en una dosis de 250 kg/ha + Sulphomag en una dosis de 100 kg/ha, fraccionadas en dos aplicaciones.

- **Control de enfermedades**

Para roya (*Hemileia vastatrix*), ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y mal de hilachas (*Corticium koleroga*), se aplicó fungicidas a base de cobre en dosis de 3 Kg/ha. La primera aplicación de fungicida se realizó durante los primeros 15 días de la época lluviosa y luego a intervalos de 45 días.

- **Cosecha café pergamino**

Se recolectó frutos sanos que alcanzaron su completa madurez fisiológica (cereza).

- **Cosecha café oro**

Se realizó la cosecha de café utilizando la práctica de sobado, en la cual se cosecho cerezas verdes y maduras, colocando una lona alrededor de la base del tallo.

- **Despulpado café pergamino**

Esta práctica se realizó a mano, misma que consiste en presionar la cereza para romper la cáscara y liberar los granos.

- **Secado**

Esta operación se realizó después del fermentado, tomando en cuenta que la semilla puede ser expuesta por 8 horas al sol directo, hasta tener una humedad del 12%.

- **Pilado café oro**

Después del secado se procedió a remover la cáscara con ayuda de un molino, posteriormente se ventilo los residuos hasta que quedo limpio.

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuesta)

- **Altura de la planta (AP)**

Dato que fue evaluado a los 24 meses de la poda de recepa, con un flexómetro en cm, desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal de la planta, en 5 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Dato que fue evaluado en cm con un calibrador de Vernier, tomando como punto de referencia 5 cm desde el suelo; en 5 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 24 meses de la poda de recepa.

- **Número de ramas (NR)**

Este dato se registró, a los 24 meses de la poda de recepa, contando el número de ramas en 5 plantas de cada unidad experimental, y se expresó en ramas/planta.

- **Número de ramas con cereza (NRC)**

Este dato se registró contando el número de ramas con fruto en 5 plantas de cada unidad experimental, fue expresado en ramas con fruto/planta a los 24 meses de la poda de recepa.

- **Número de plantas muertas (NPM)**

Dato que se registró por conteo directo el número de plantas muertas por cada tratamiento a los 24 meses de la poda de recepa.

- **Diámetro de rama (DR)**

Se midió en el punto medio de la primera y segunda inserción de la rama con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm, a los 24 meses de la poda de recepa, en el cual se sumó los diámetros de dos ramas y se dividieron para dos, en 5 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- **Longitud de ramas (LR)**

Con la ayuda de un flexómetro, se midió la longitud en cm de una rama media de la planta, desde la inserción del tallo hasta la parte apical de la misma, en 5 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 24 meses de la poda de recepa.

- **Diámetro de la copa (DC)**

Dato que fue evaluado a los 24 meses de la poda de recepa, con un flexómetro en cm, se tomó como referencia la distancia entre las "goteras" de la rama bajera más larga del cafeto, en 5 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- **Incidencia de plagas (IP)**

Se evaluó mensualmente calculando el porcentaje de plantas afectadas, a los 24 meses de la poda de recepa, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas totales}} * 100$$

- **Incidencia de enfermedades (IE)**

Dato que fue tomado mensualmente, para lo cual se calculó el porcentaje de plantas afectadas, a los 24 meses de la poda de recepa, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas totales}} * 100$$

- **Número de plantas con cerezas (NPC)**

Dato que se registró a los 24 meses de la poda de recepa, contando el número de plantas con cereza por cada unidad experimental y se expresó en plantas con cereza/parcela.

- **Número de cerezas por planta (NCP)**

Dato que se registró, a los 24 meses de la poda de recepa contando el número de cerezas existentes en cada una de las 5 plantas de café seleccionadas al azar y se expresó en número de cerezas/ planta.

- **Peso café cereza por planta (PCCP)**

Dato que se registró pesando las cerezas existentes en cada una de las 5 plantas de café seleccionadas al azar con la ayuda de una balanza gramera y se expresó en g/planta.

- **Peso café pergamino (PCP)**

Luego del despulpado y secado se pesó con la ayuda de una balanza gramera, las semillas de las 5 plantas seleccionadas al azar y sus datos fueron expresados en g/ parcela.

- **Peso de café verde (PCV)**

Dato que se registró pesando la cosecha en estado verde tomando 4 plantas de café seleccionadas al azar por cada unidad experimental, con la ayuda de una balanza gramera y se expresó en g/planta.

- **Peso café verde seco (PCVS)**

Después de cosechado y secado se registró el peso del café de 4 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de una balanza gramera y los datos se expresó en g/planta.

- **Peso café oro (PCO)**

Dato que se evaluó luego de la cosecha por sobado, secado, pilado y aventado de 4 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de una balanza gramera y los datos se expresaron en gramos.

- **Rendimiento**

El rendimiento en Kg/ha en los tratamientos, se calculó a partir del peso de café pilado, ajustado por potenciales de pérdida en el proceso de cosecha y poscosecha.

$$\frac{Kg}{ha} = \frac{Peso\ café\ pilado * (0{,}40\ \ humedad\ perdida\ en\ cosecha) * 1\ constante\ poscosecha}{\text{número de plantas total del ensayo}} * 10000$$

3.2.7 Tipos de análisis

ADEVA según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	f^2 e + 9 f^2 bloque
Factor A (a-1)	2	f^2 e + 9 Θ^2 A
Factor B (b-1)	2	f^2 e + 9 Θ^2 B
A x B (a-1) (b-1)	4	f^2 e + 3 Θ^2 A x B
Error Experimental (t-1) (r-1)	16	f^2 e
TOTAL (a x b x r)-1	26	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factores A, B y tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Variables agronómicas y productivas para el factor A (Patrones de café robusta*)*

Tabla 1

Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor A (Patrones de café robusta) para la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas (NR), longitud de rama (LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NPC), número de plantas muertas (NPM), número de cerezas por planta (NCP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café verde (PCV), peso café verde seco (PCVS), peso café oro (PCO) y rendimiento (kg/ha).

Variables	A1	R	A2	R	A3	R	MG	% CV
AP (ns)	135	A	143.49	A	134.99	A	137.83	14.18
DT (ns)	1.78	A	1.83	A	1.71	A	1.77	11.26
DR (**)	0.70	AB	0.74	A	0.67	B	0.70	8.04
NR (ns)	64	A	69	A	69	A	67	19.90
LR (ns)	69.64	A	72.65	A	61.57	A	67.95	16.05
DC (ns)	139	A	147.40	A	133.89	A	140.10	17.79
IP (**)	29.11	B	30.22	AB	34.67	A	31.33	13.50
IE (ns)	56	A	49.22	A	58.44	A	54.55	18.42
NPC (ns)	5	A	5.00	A	5.00	A	5	3.88
NPM (ns)	0.22	A	0	A	0	A	0.07	9.81
NCP(ns)	1442	A	1466	A	1490	A	1466	14.37
NRC(ns)	36	A	41	A	41	A	39.14	17.37
PCCP(ns)	362.64	A	368.27	A	357.04	A	362.65	7.69
PCP (ns)	67.24	A	67.33	A	65.39	A	66.65	7.39
PCV (ns)	1904.7	A	1717.3	A	1679.7	A	1767.2	14.34
PCVS (ns)	418.78	A	410.86	A	422.22	A	417.29	15.26
PCO (ns)	323.89	A	326.33	A	309.61	A	319.94	18.63
R (ns)	1713.7	A	1726.8	A	1638.2	A	1692.9	18.63

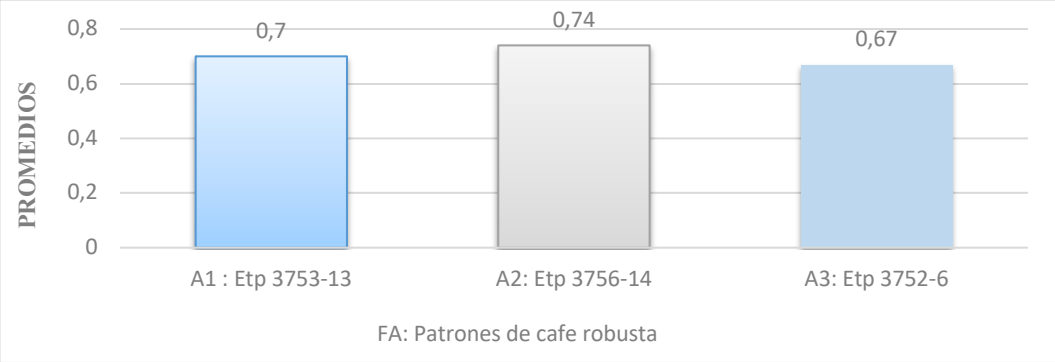
Nota: **=Altamente significativo ns =No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general R= Rango Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

Factor A (Patrones de café robusta)

En las características agronómicas y productivas del cultivo de café, propagado por injerto hipocotiledonal en patrones de café robusta en su primer periodo productivo en relación a las variables: DR y IP fueron muy diferentes (**), mientras que las variables; (AP), (DT), (NR), (LR), (DC), (IE), (NPC), (NPM), (NCP), (NRC), (PCCP), (PCP), (PCV), (PCVS), (PCO) y (R) fueron similares (ns) (Tabla 1).

Figura 1

Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el diámetro de ramas (DR).



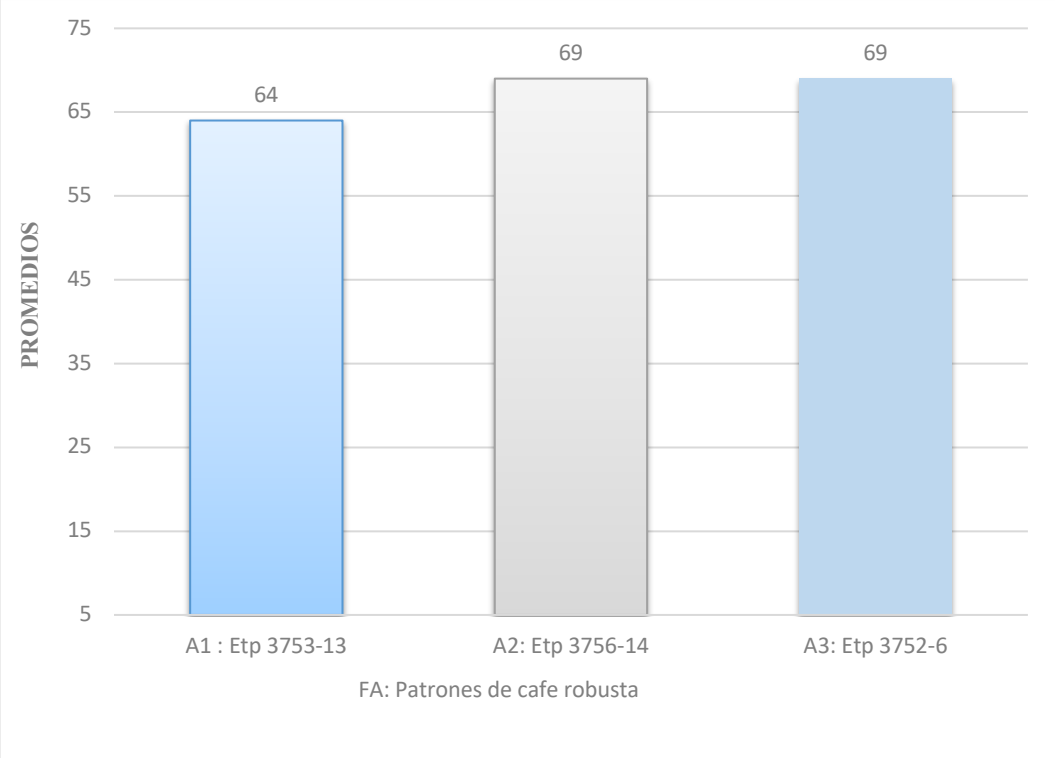
De acuerdo al análisis de varianza, en los tres tipos de patrones de café robusta en relación para el diámetro de ramas (DR), fue altamente significativo (**), registró una media general de 0.70 mm y un coeficiente de variación de 8.04 % (Tabla 1). El mayor promedio de diámetro de ramas registró el A2: Etp 3756-14 con 0.74 mm, y con el menor promedio en A3: Etp 3752-6 con 0.67 mm (Figura 1).

Se puede inferir que el uso del patrón café robusta A2: Etp 3756-14 y el manejo adecuado agronómico, influye en el diámetro de ramas lo que refleja una estructura más fuerte y potencialmente una mayor capacidad para soportar el peso de los frutos, lo cual es esencial para mantener la integridad de la planta y maximizar la productividad. En comparación con el Etp 3752-6 quien puede tener implicaciones en la capacidad de carga de frutos y mayor susceptibilidad a daños por factores ambientales.

El diámetro de ramas es una característica crucial en el cultivo de café, ya que influye directamente en la robustez estructural de la planta y su capacidad para soportar la carga de frutos (Astudillo, 2021)

Figura 2

Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el número de ramas (NR).



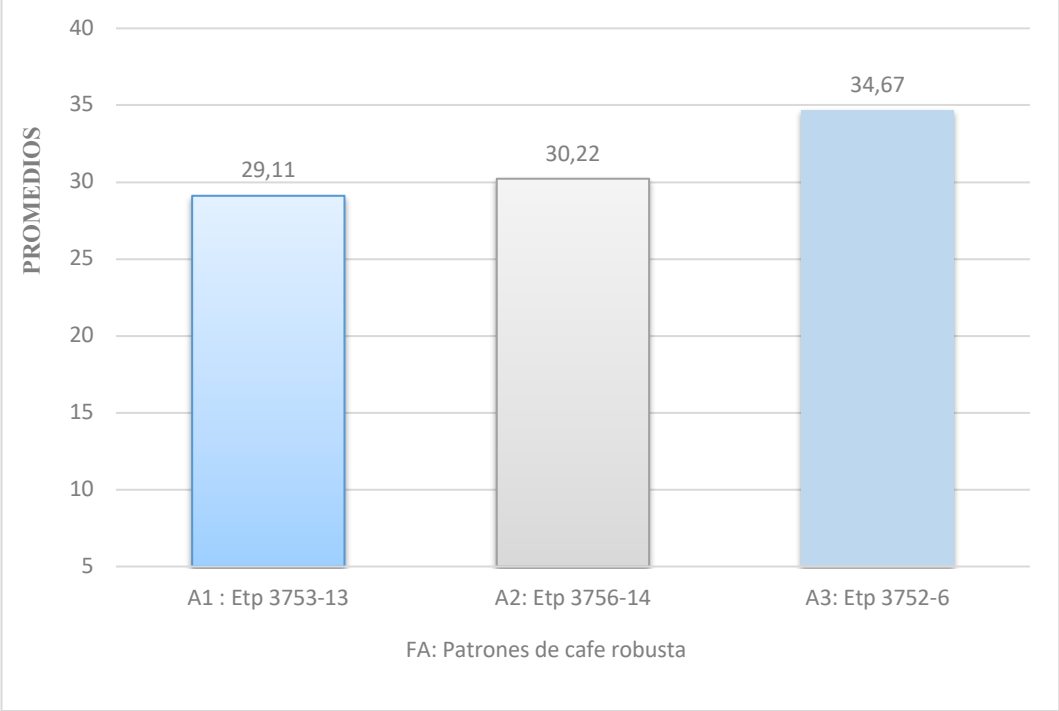
De acuerdo al análisis de varianza, para los tres tipos de patrones de café robusta en relación al número de ramas (NR), fue no significativo (ns), registró una media general de 67 ramas y un coeficiente de variación de 19.90 % (Tabla 1). El mayor promedio de número de ramas registró el A2: Etp 3756-14 y A3: Etp 3752-6 con 69 ramas, y con el menor promedio el A1: Etp 3753-13 con 64 ramas (Figura 2).

Esto sugiere que, desde la perspectiva estadística, las plantas injertadas en los patrones de café robusta tienen un número de ramas casi similar, la falta de significancia y la alta variabilidad en el número de ramas implican que factores como las condiciones ambientales y las prácticas de manejo agronómicas influyen en los resultados estadísticos.

La genética de las variedades de café puede influir significativamente en el número de ramas. Es importante considerar el papel potencial del patrón y reconocer que el número de ramas está fuertemente condicionado por las prácticas de manejo agronómico, especialmente las podas de formación y sanitarias (Aldaz, 2019).

Figura 3

Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para la incidencia de plagas (IP).



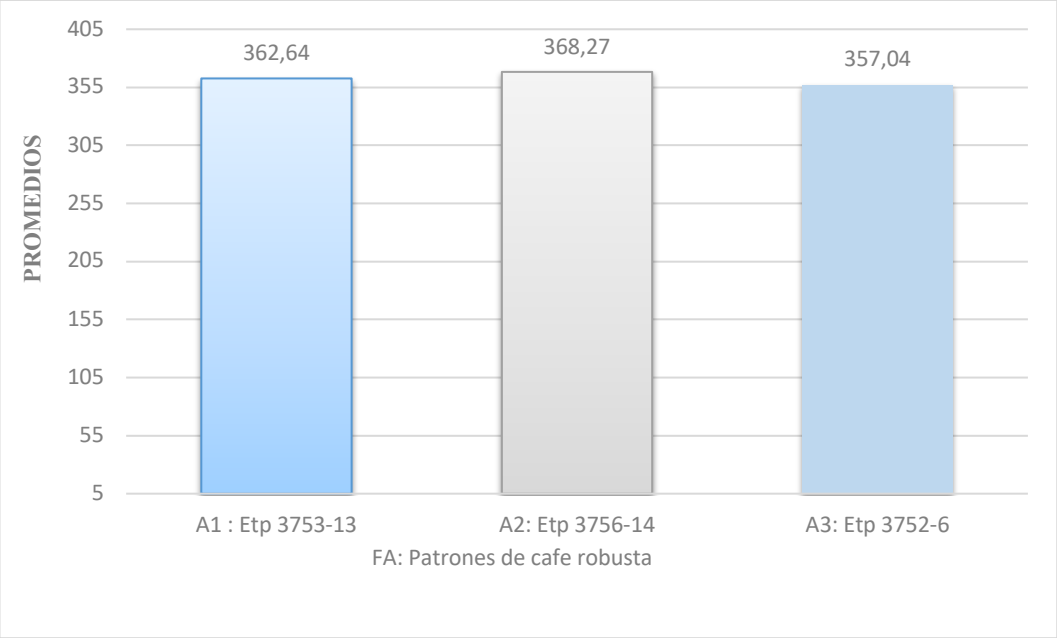
Para la incidencia de plagas (IP) fue altamente significativo (**), registró una media general de 31.33% y un coeficiente de variación de 13.50 % (Tabla 1). El menor promedio de incidencia registró el A1: Etp 3753-13 con 29.11 %, seguido por el A2: Etp 3756-14 con 30.22 %, mientras que el promedio mayor correspondió al A3: Etp 3752-6 con 34.67 % (Figura 3).

Las variaciones observadas en los promedios, tiene una relación con las plantas injertadas en el patrón de café robusta correspondiente a A1: Etp 3753-13 demostrando reducir el impacto de plagas tales como la broca del café y los costos asociados al manejo de estas, mejorando así la sostenibilidad y productividad del cultivo de café.

La presencia de plagas no solo afecta la cantidad de café producido, sino también su calidad. Los granos de café dañados por plagas suelen tener un sabor inferior, lo que reduce su valor en el mercado. Esto afecta la reputación de los productores y su capacidad para competir en mercados, donde la calidad es un factor crucial (Cherres & Jaramillo, 2020)

Figura 4

Promedios del factor A (Patrones de café robusta) para el peso café cereza por planta (PCCP).



Para el peso café cereza por planta (PCCP) fue no significativo (ns), registró una media general de 362.65 g/planta y un coeficiente de variación de 7.69 % (Tabla 1). El mayor promedio de peso registró el A2: Etp 3756-14 con 368.27 g/planta, seguido por el A1: Etp 3753-13 con 362.64 g/planta, mientras que el promedio más bajo correspondió al A3: Etp 3752-6 con 357.04 g/planta (Figura 4).

Se puede inferir que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que sugiere que las variaciones observadas no son lo suficientemente grandes como para ser atribuidas a diferencias genéticas o de manejo específicas indicando una relativa uniformidad en los pesos de cereza entre las plantas.

El peso cereza por planta es un indicador crucial de rendimiento y calidad en la agricultura, especialmente en cultivo como el café. Este parámetro permite evaluar la productividad de la planta y el éxito de prácticas agrícolas aplicadas. Un mayor peso de cereza puede reflejar una mejor nutrición, un adecuado manejo del agua y una eficiente polinización, contribuyendo así a una cosecha más rentable y de alta calidad (Lopez, 2024).

4.1.2. Variables agronómicas y productivas para el factor B (Variedades injertadas de café arábigo)

Tabla 2

Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor B (Variedades injertadas de café arábigo) para la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas(NR), longitud de rama(LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NPC), número de plantas muertas (NPM), número de cerezas por planta (NFP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café verde (PCV), peso café verde seco (PCVS), peso café oro (PCO) y rendimiento (kg/ha).

Variables	B1	R	B2	R	B3	R	MG	% CV
AP (ns)	131.03	A	143.58	A	138.87	A	137.83	14.18
DT (ns)	1.88	A	1.72	A	1.72	A	1.77	11.26
DR (ns)	0.77	A	0.71	A	0.64	B	0.70	8.04
NR (ns)	63	A	75	A	64	A	67	19.90
LR (*)	80.32	A	64.31	B	59.22	B	67.95	16.05
DC (**)	161.32	A	135.70	AB	123.28	B	140.10	17.79
IP (ns)	29	A	33.44	A	31.56	A	31.33	13.50
IE (ns)	54.11	A	57.89	A	51.67	A	54.55	18.42
NPC (ns)	5	A	5	A	5	A	5	3.88
NPM (ns)	0	A	0.22	A	0	A	0.07	9.81
NCP(ns)	1496	A	1444	A	1459	A	1466	14.37
NRC (**)	33	B	40	AB	44	A	39	17.37
PCCP(ns)	371.13	A	353.51	A	363.31	A	362.65	7.69
PCP (ns)	64.47	A	70.42	A	65.08	A	66.65	7.39
PCV (ns)	1864.7	A	1705.2	A	1731.7	A	1767.2	14.34
PCVS (ns)	445.75	A	382.72	A	423.39	A	417.29	15.26
PCO (ns)	293.39	A	345.89	A	320.56	A	319.94	18.63
R (ns)	1552.3	A	1830.2	A	1696.2	A	1692.9	18.63

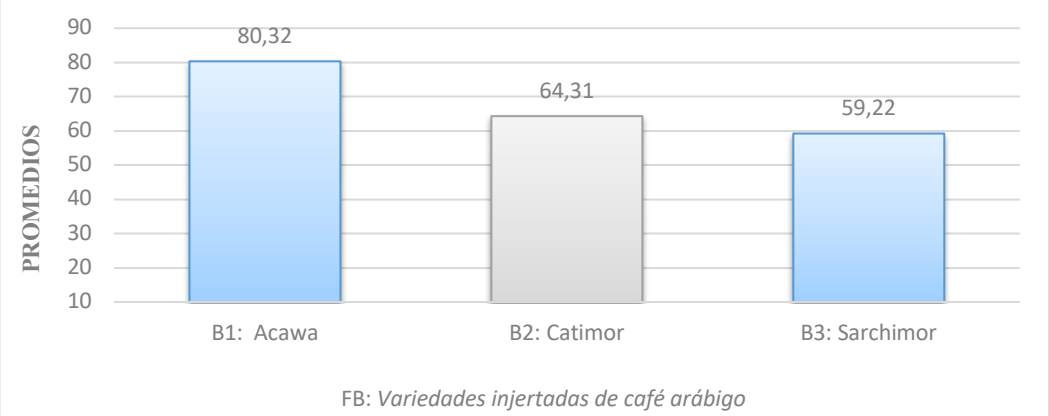
Nota: *= *Significativo* **=Altamente significativo ns=No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general R= Rango Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

Factor B (Variedades injertadas de café arábigo)

En las características agronómicas y productivas del cultivo de café, propagado por injerto hipocotiledonal en su primer periodo productivo en relación a la variable: LR fue diferente (*) mientras que DC y NPC fueron muy diferentes (**), las variables; (AP), (DT), (DR), (NR), (IE), (NPM), (NCP), (NRC), (PCCP), (PCP), (PCV), (PCVS), (PCO) y (R) fueron similares (ns) (Tabla 2).

Figura 5

Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para la longitud de rama (LR)



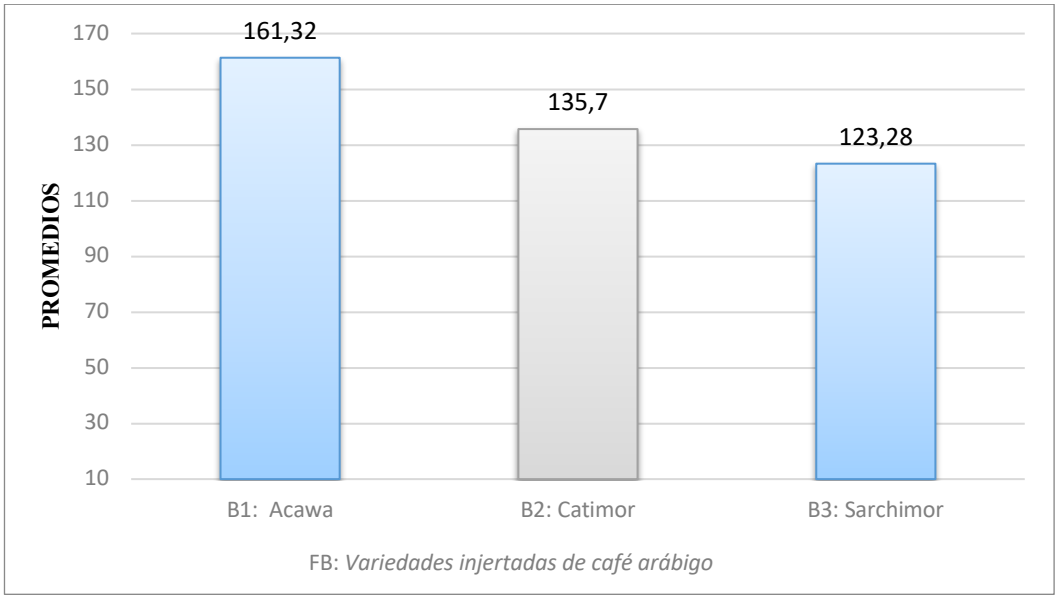
Para la longitud de rama (LR) fue estadísticamente diferente (*), registró una media general de 67.95 cm y un coeficiente de variación de 16.05 % (Tabla 2). El mayor promedio de longitud correspondió al B1: Acawa con 80.32 cm, seguido del B2: Catimor con 64.31 cm, mientras que B3: Sarchimor registró el menor promedio de 59.22 cm de longitud de rama (Figura 5).

Lo que permite deducir que el tratamiento B1, Acawa, presentó el mayor promedio de longitud de rama, puede deberse a las características de la variedad o factores como fertilizantes, con un alto contenido de nitrógeno, algunos micronutrientes, que estimulan el crecimiento de las plantas.

La longitud de la rama en las plantas depende de varios de factores, como la genética de la variedad, condiciones edafoclimáticas, y ubicación específica de la investigación (Anecafé, 2021).

Figura 6

Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el diámetro de copa (DC).



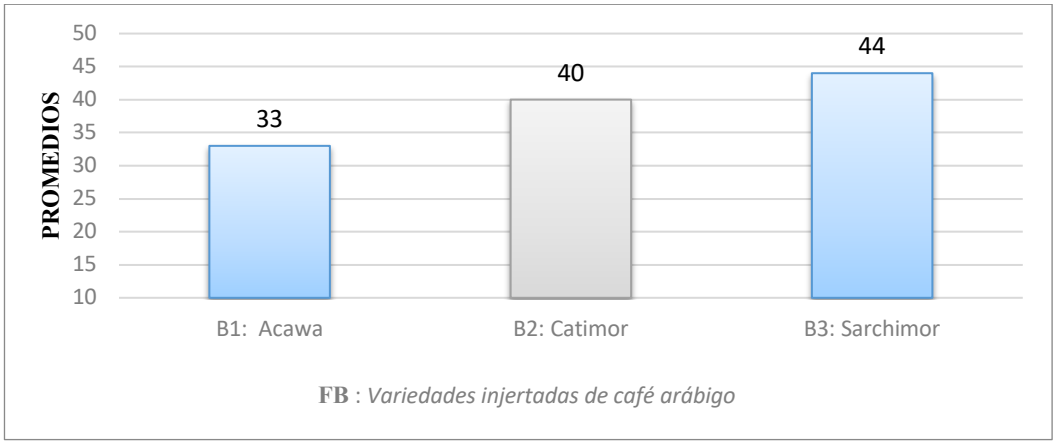
Existió diferencias altamente significativas en el diámetro de copa (DC), registró una media general de 140.10 cm y un coeficiente de variación de 17.79 % (Tabla 2). El mayor promedio de diámetro de copa correspondió al B1: Acawa con 161.32 cm, seguido del B2: Catimor con 135.7 cm, mientras que B3: Sarchimor registró el menor promedio de 123.28 cm, de diámetro de copa (Figura 6).

La variedad Acawa registró el mayor promedio de diámetro de copa lo que sugiere que tiene un crecimiento vegetativo más vigoroso en comparación con las otras variedades de café, lo que podría balancear eficientemente el uso de recursos y la productividad.

El diámetro de la copa de la planta varía con el tiempo debido a su crecimiento continuo lo que puede tener implicaciones en la competencia por recursos como luz, agua y nutrientes, afectando potencialmente la fotosíntesis y, por ende, la productividad. La variedad Acawa tiene la capacidad de sobrevivir y mantener su desarrollo incluso en condiciones de escasez de agua. Las plantas de esta variedad pueden mostrar una notable capacidad para mantener una estructura saludable y producir ramas más largas (Muños, 2018)

Figura 7

Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el número de ramas con cereza (NRC).



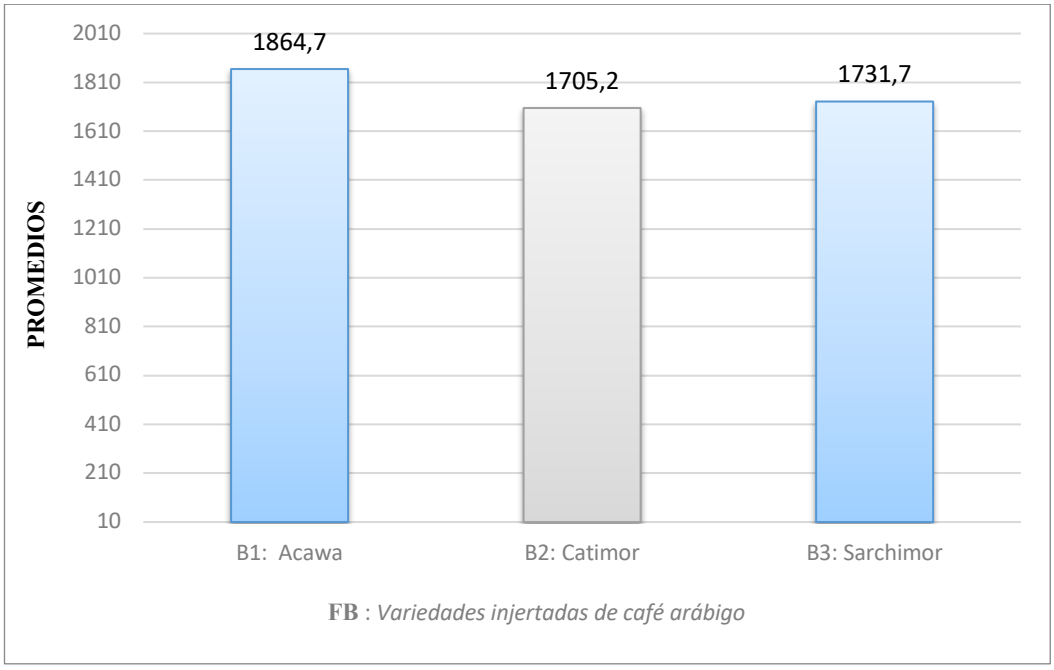
De acuerdo al análisis de varianza, en relación al número de ramas con cereza (NPC), fue altamente significativo (**), registró una media general de 39 ramas con cereza y un coeficiente de variación de 19.37 % (Tabla 2). El mayor promedio de número de ramas con cereza correspondió al B3: Sarchimor con 44 ramas, seguido del B2: Catimor con 40 ramas, mientras que B1: Acawa registró el menor promedio con 33 ramas con cereza (Figura 7).

La variedad Sarchimor registró el mayor promedio de ramas con cereza. Este resultado sugiere que tiene una alta capacidad productiva en términos de la cantidad de ramas que alcanzan el estado de cereza. Este rendimiento superior podría estar relacionado con factores genéticos que favorecen la fructificación a diferencia de los demás tratamientos que muestra un buen desempeño, aunque no tan destacado como Sarchimor, indicando que también es una opción viable para productores que buscan un rendimiento confiable.

El número de ramas con cereza es un indicador crucial en el cultivo de café. Permite a los agricultores monitorear la productividad, diagnosticar problemas, optimizar el uso de recursos y mejorar continuamente las prácticas de manejo. Al evaluar este componente productivo los productores de café pueden incrementar significativamente la eficiencia y rentabilidad de sus plantaciones, asegurando una producción sostenible y de alta calidad (Porte coffe, 2020).

Figura 8

Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el peso café verde (PCV).



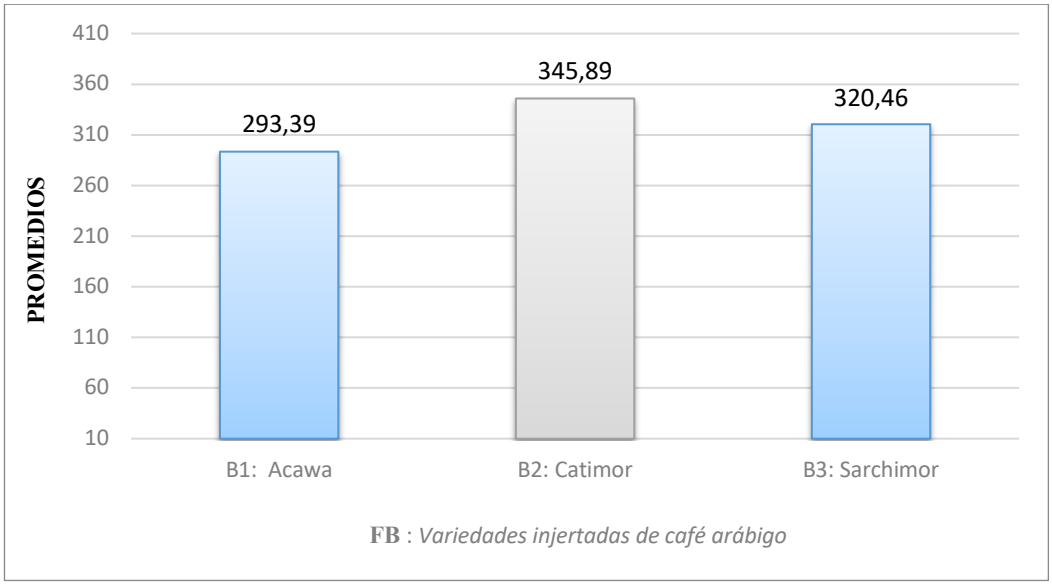
De acuerdo al análisis de varianza, en relación al peso café verde (PCV), fue estadísticamente similar (Ns), registró una media general de 1767.2 gramo/planta y un coeficiente de variación de 14.34 % (Tabla 2). El mayor promedio de peso café verde correspondió al B1: Acawa con 1864.7 g/planta, seguido del B3: Sarchimor con 1731.7 g/planta, mientras que el B2: Catimor registró el menor promedio de 1705.2 gramos por planta del peso café verde (Figura 8).

Deduciendo que la variedad Acawa tuvo una mejor adaptación que las otras variedades en estudio, debido a las características genéticas con un valor de peso cereza verde que supera a los demás.

El peso café verde es una medida esencial en la gestión de cultivos de café, proporcionando información valiosa sobre la calidad del producto, el rendimiento del cultivo y efectividad de las prácticas agrícolas. Al medir y optimizar este indicador, los agricultores pueden mejorar la calidad del café, aumentar la productividad y eficiencia de sus operaciones, y asegurar una mejor comercialización y rentabilidad en el mercado del café (Robles, 2022).

Figura 9

Promedios del factor B (variedades injertadas de café arábigo) para el peso café oro (PCO).



En cuanto al peso café oro (PCO), fue estadísticamente similar (Ns), registrando una media general de 319.94 gramos y un coeficiente de variación de 18.63% (Tabla 2). El mayor promedio de peso café oro correspondió al B2: Catimor con 345.89 gramos seguido del B3: Sarchimor con 320.46 gramos, mientras que B1: Acawa registró el menor promedio de 293.39 gramos de café pilado (Figura 9).

Catimor es la variedad que registró el mayor promedio de peso café oro, este valor sugiere una ligera ventaja en términos de rendimiento de café oro, lo que tienen un impacto económico considerable, a diferencia de las demás variedades.

El café oro es un indicador crucial en la industria del café, utilizado para medir la producción, controlar la calidad, determinar precios, y cumplir con estándares regulatorios. Es una herramienta esencial tanto para los productores como para los compradores, asegurando transacciones comerciales eficientes y transparentes en el mercado del café. Optimizar y mantener la precisión en la medición del peso de café pilado es fundamental para el éxito y sostenibilidad de la industria cafetalera (Soliva, 2019).

4.1.3 Interacción de factores (AxB): patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.

*Resultados del análisis estadístico para comparar los promedios de la interacción de FA*FB para la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), diámetro de ramas (DR), número de ramas(NR), longitud de rama(LR), diámetro de copa (DC), incidencia de plagas (IP), incidencia de enfermedades (IE), número de plantas con cereza (NPC), número de plantas muertas (NPM), número de cereza por planta (NFP), número de ramas con cereza (NRC), peso café cereza por planta (PCCP), peso café pergamino (PCP), peso café verde (PCV), peso café verde seco (PCVS), peso café oro (PCO) y rendimiento (kg/ha).*

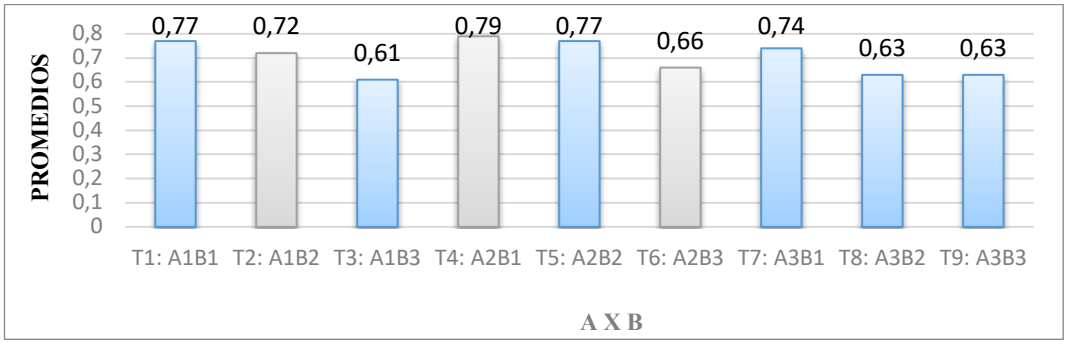
Variables	T1 A1B1	T2 A1B2	T3 A1B3	T4 A2B1	T5 A2B2	T6 A2B3	T7 A3B1	T8 A3B2	T9 A3B3
AP (ns)	128.47	153	123.53	128.50	145	156.97	136.13	132.73	136.10
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT (ns)	1.86	1.71	1.78	1.85	1.86	1.77	1.93	1.58	1.62
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DR (**)	0.77	0.72	0.61	0.79	0.77	0.66	0.74	0.63	0.63
Rango	AB	AB	B	A	AB	AB	AB	AB	AB
NR (ns)	57	77	58	64	72	71	68	75	65
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
LR (ns)	81.73	72.63	54.55	81.71	66.61	69.63	77.51	53.71	53.48
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DC (ns)	159.92	148.77	108.33	167.05	137.80	137.37	157	120.53	124.13
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
IP (ns)	26.33	28.67	32.33	27.33	34.67	28.67	33.33	37.00	33.67
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
IE (ns)	55	61.33	51.67	46	48.67	53	61.33	63.67	50.33
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NPC(ns)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NPM (*)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Rango	B	A	B	B	B	B	B	B	B
NCP (ns)	1470	1493	1364	1492	1483	1424	1526	1355	1590
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NRC (**)	29	37	41	31	42	50	41	39	42
Rango	B	AB	AB	AB	AB	A	AB	AB	AB
PCCP(ns)	383.67	355.20	349.07	361	361.87	381.93	368.73	343.47	358.93
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
PCP (**)	71.20	66.47	64.07	64.33	73	64.67	57.87	71.80	66.47
Rango	AB	AB	AB	AB	A	AB	B	AB	AB
PCV (ns)	2101.5	1778.8	1833.7	1785.7	1706.7	1659.5	1706.8	1630.1	1702
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
PCVS (*)	424	358	474.33	420.75	392.67	419.17	492.50	397.50	376.67
Rango	A	B	A	A	A	A	A	A	A
PCO (ns)	301.33	311.17	359.17	282.83	361.67	334.50	296	364.83	268
Rango	A	A	A	A	A	A	A	A	A
R (*)	1594.4	1646.4	1900	1496.5	1913.9	1769.8	1566.1	1930.3	1418
Rango	B	A	A	B	A	A	A	A	B

*Nota: *= Significativo* **=Altamente significativo NS=No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

En las características agronómicas y productivas para la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo, en relación a la variable; DR, NRC y PCP fue muy diferentes (**). Mientras que para las variables: NPM, PCVS y R fue diferente (*). Es decir que el cultivo de café propagado por injerto hipocotiledonal en su primer periodo productivo dependió de los patrones de café robusta y las variedades de café arábigo. Sin embargo, para las variables agronómicas y productivas; (AP), (DT), (NR),(DC), (LR), (IP), (IE), (NPC), (NCP), (NRC), (PCCP), (PCV) y (PCO) fueron similares (NS), infiriendo que fueron factores independientes (Tabla 3).

Figura 10

Promedios para el diámetro de rama (DR) en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



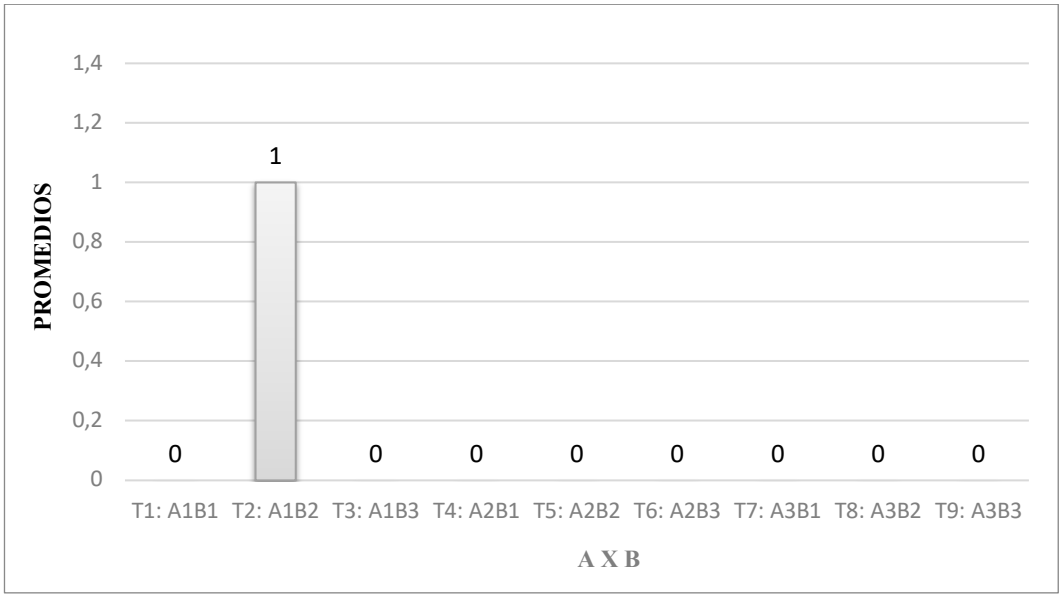
Para el diámetro de rama (DR), fue muy diferente (**). El tratamiento que registró el mayor promedio de diámetro de rama fue: A2B1 (Etp 3756-14 + Acawa) con 0.79 mm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A1B3 (Etp 3753-13 + Sarchimor) con 0.61 mm (Figura 10).

Estos resultados permitieron inferir que la diferencia registrada se debe principalmente a las características genéticas de las variedades en estudio y de los patrones de café robustos.

La variable diámetro de rama depende de la genética y manejo agronómico, además esta relacionado con el sistema radicular las características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad y sistema de siembra, temperatura, humedad luz solar, nutrición y sanidad de las plantas.

Figura 11

Promedios para el número de plantas muertas en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



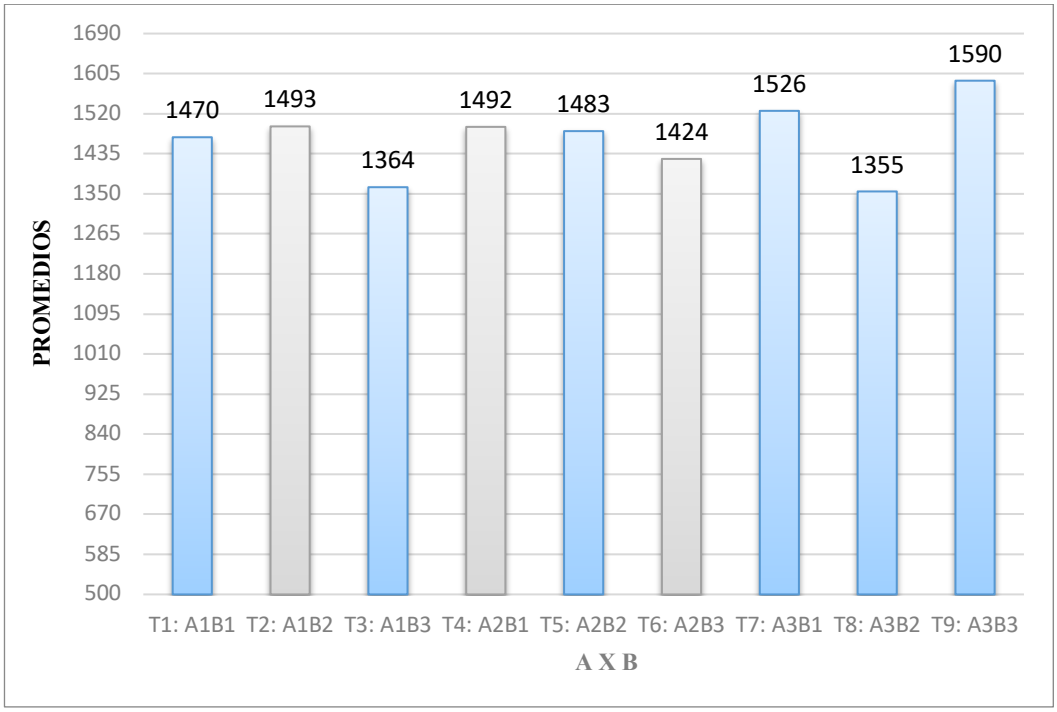
Para el número de plantas muertas (NPM), fue diferente (*) y un coeficiente de variación de 9.81 % (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio de plantas muertas A1B2 (Etp 3753-13 + Catimor) con una planta, mientras que los demás tratamientos no presentaron plantas muertas (Figura 11).

El tratamiento A1B2 (Etp 3753-13 + Catimor) fue el único que registró mortalidad de plantas. La presencia de plantas muertas sugiere que este tratamiento podría tener alguna vulnerabilidad específica que no se observa en los otros tratamientos. Esta vulnerabilidad podría estar relacionada con factores genéticos, condiciones específicas del suelo, manejo agronómico o una mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas.

El NPM un indicador crítico en el cultivo de café que proporciona información valiosa sobre la salud del cultivo, eficiencia el uso de recursos, productividad y sostenibilidad a largo plazo. Monitorear y gestionar este indicador permite a los agricultores identificar problemas rápidamente, optimizar las prácticas agrícolas, y asegurar la viabilidad y rentabilidad de sus plantaciones de café (Molina, 2019).

Figura 12

Promedios para el número de cerezas por planta en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



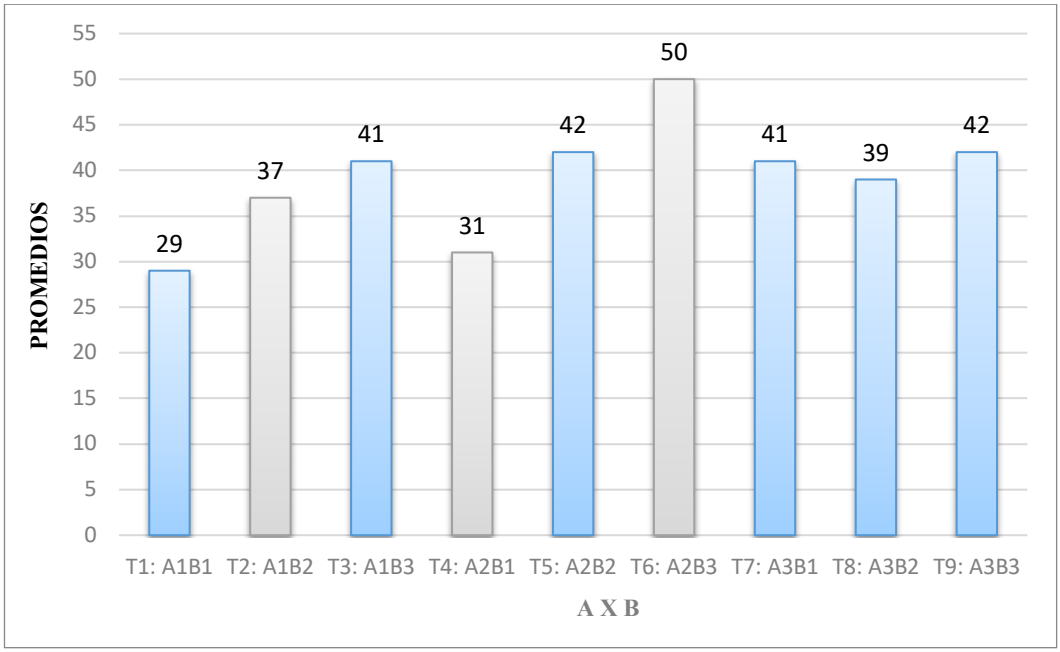
Para el número de cerezas por planta (NFP), fue similar (Ns), registrando una media general de 1466 cerezas y un coeficiente de variación de 14.37% (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio de número de cerezas por planta fue: A3B3 (Etp 3752-6 + Sarchimor) con 1590 cerezas, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A3B2 (Etp 3752-6 + Catimor) con 1355 cerezas/planta (Figura 12).

El tratamiento A3B3, que incluye el patrón robusta Etp 3752-6 y la variedad Sarchimor, registró un promedio notable alto de 1590 cerezas por planta. Este resultado sugiere que una combinación adecuada con condiciones propicias para el desarrollo y formación de cerezas aumenta el número de cereza en cada planta de cafeto.

Es importante señalar que el patrón robusta Etp 3752-6, al ser patrón de excelentes características genéticas, de anclaje al suelo y otros factores podría estar desempeñando un papel clave en la producción de cereza por planta.

Figura 13

Promedios para el número de ramas con cerezas en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



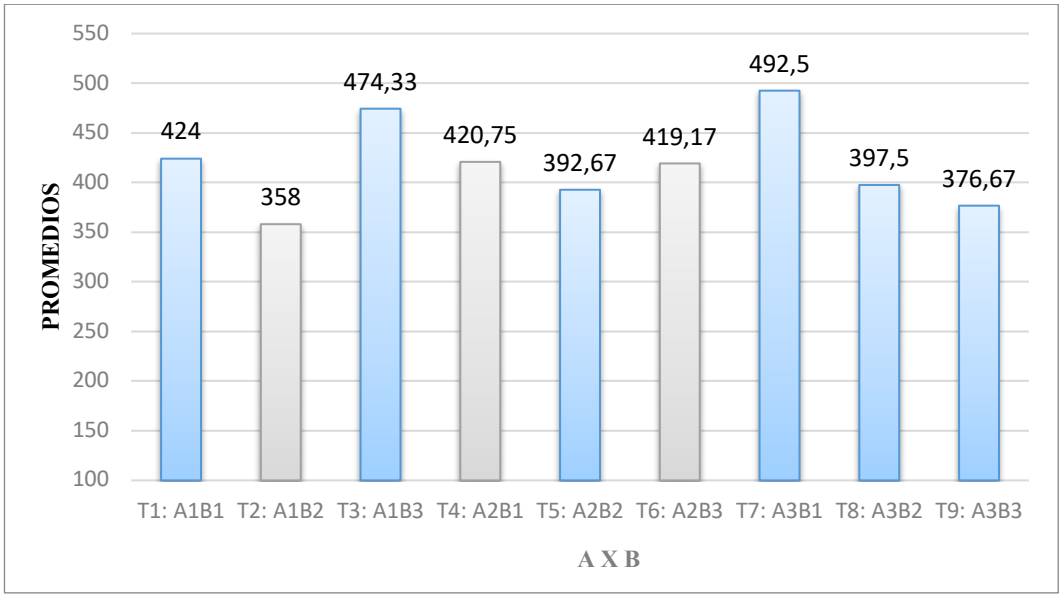
Para el número de ramas con cereza (NRC), fue muy diferente (**). El tratamiento que registró el mayor promedio de número de ramas con cereza fue: A2B3 (Etp 3756-14 + Sarchimor) con 50 ramas, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A1B1 (Etp 3753-13 + Acawa) con 29 ramas con cerezas (Figura 13).

Este resultado demuestran que la combinación del patrón café robusta Etp 3756-14 con la variedad Sarchimor es particularmente eficaz en promover la fructificación, posiblemente debido a una sinergia genética que favorece la producción de ramas productivas a diferencias con el A1B1 (Etp 3753-13 + Acawa) que presentó el menor NRC. Este rendimiento inferior puede estar relacionado con una menor compatibilidad entre el patrón y la variedad o con factores que limitan el desarrollo y la fructificación.

El número de ramas con cerezas es un indicador directo de la capacidad productiva de cada planta de café. Un mayor número de ramas con cerezas sugiere una planta más productiva, lo cual es crucial para maximizar el rendimiento total del cultivo (Robles, 2022).

Figura 14

Promedios para el peso café verde seco en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



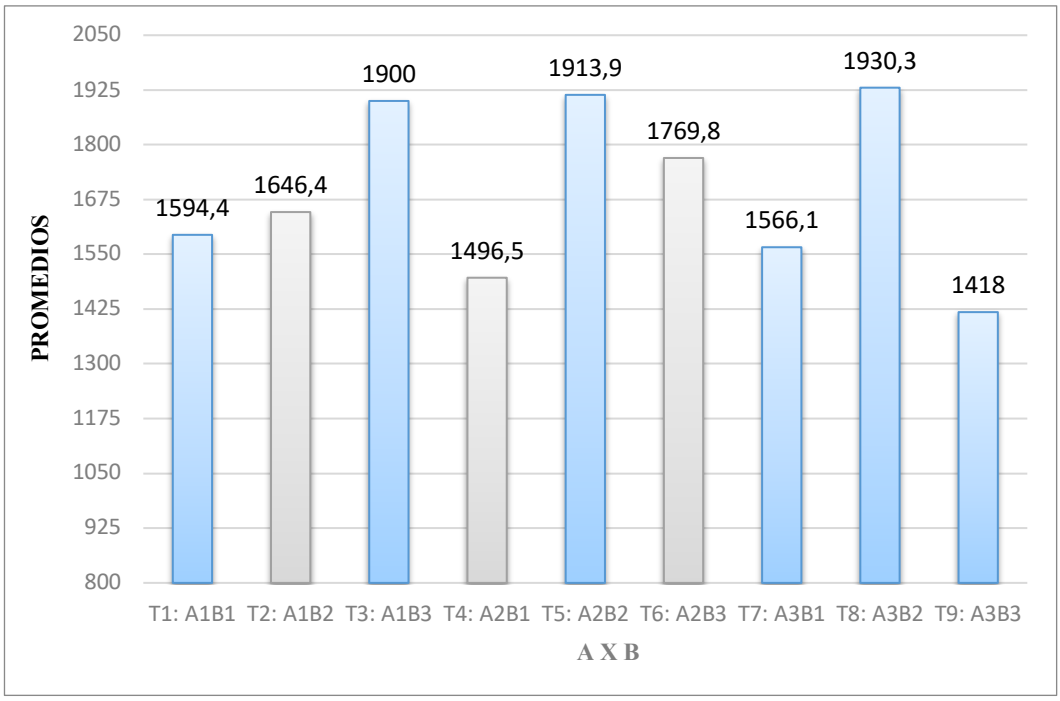
Para el peso café verde seco (PCVS), fue diferente (*), registrando una media general de 417.29 g/planta y un coeficiente de variación de 15.26% (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio de peso café sobado seco fue: A3B1 (Etp 3752-6 + Acawa) con 492.5 g/planta, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A1B2 (Etp 3753-13 + Catimor) con 358 g/planta de peso sobado seco (Figura 14).

Este resultado sugiere que la combinación del patron café robusta Etp 3752-6 con la variedad Acawa es particularmente eficaz para producir cerezas con mayor peso seco, lo cual puede estar relacionado con factores genéticos que favorecen el desarrollo de la cereza y su densidad, a diferencia de la combinación Etp 3753-13 + Catimor que indican menor eficiencia en el peso sobado seco.

El peso café verde seco es un indicador esencial en el cultivo de café, proporcionando información valiosa sobre la calidad, productividad y eficiencia. Al monitorear y optimizar este indicador, los agricultores pueden mejorar la calidad del café producido, aumentar el rendimiento de sus cultivos y asegurar una comercialización eficiente y rentable (Soliva, 2019).

Figura 15

Promedios para el rendimiento kg/ha en la interacción de factores (AxB) patrones de café robusta por variedades injertadas de café arábigo.



Para el rendimiento en kg/ha, fue diferente (*), registrando una media general de 1692.9 kg/ha y un coeficiente de variación de 18.63% (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio de rendimiento fue: A3B2 (Etp 3752-6 + Catimor) con 1930.3 kg/ha, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A3B3 (Etp 3752-6 + Sarchimor) con 1418 kg/ha de rendimiento (Figura 14).

El alto rendimiento sugiere que la combinación de patrón café robusta Etp 3752-6 con la variedad Catimor es muy eficiente en términos de producción. Esta combinación podría estar beneficiada por factores genéticos y de manejo que favorecen un desarrollo óptimo a diferencia de la combinación de Etp 3752-6 y Sarchimor quienes indican un menor rendimiento.

El rendimiento es un indicador crítico en el cultivo de café que proporciona una medida clara de la productividad y eficiencia de una plantación. Al enfocarse en mejorar el rendimiento en kg/ha, los productores pueden asegurar la viabilidad y rentabilidad a largo plazo de sus plantaciones de café (Soliva, 2019).

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 4

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al rendimiento (variable dependiente Y).

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2 %)
PCO	0.99 **	0.18	98.01 %
NPC	0.32 *	0.13	10.24
NRC	0.75 **	0.64	56.25

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación las variables independientes que tuvieron una correlación y/o estreches positiva, significativa y altamente significativa con el rendimiento en kg/ha fue; Peso café oro (PCO), número de plantas con cereza (NPC) número de ramas con cereza (NRC) (Tabla 4).

Coeficiente de regresión (b)

La regresión permite analizar cómo varía la variable dependiente cuando realizamos un cambio único en las variables independientes, ya sea aumentándolas o disminuyéndolas.

La variable que contribuyó a incrementar el rendimiento en kg/ha fue: Peso café oro (PCO), número de plantas con cereza (NPC) número de ramas con cereza (NRC) (Tabla 4).

Coeficiente de determinación (%)

En este trabajo de investigación el mayor incremento en el rendimiento es del 98.01% que corresponde al peso café oro, es decir que los valores de esta variable tuvieron gran influencia en el rendimiento kg/ha.

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Dado que los resultados estadísticos muestran diferencias significativas y altamente significativas entre los factores en estudio, esto respalda la hipótesis alterna que afirma que el desarrollo agronómico y productivo del café arábigo está condicionado por el tipo de patrón y la variedad injertada.

Por lo tanto, en base a los resultados presentados y a las diferencias mostradas en esta investigación, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPÍTULO V

5.1CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos para el factor A (patrones de café robusta) A2: Etp 3756-14 presentó influencia positiva en el diámetro de ramas, número de ramas lo que refleja una estructura más fuerte y potencialmente una mayor capacidad para soportar el peso de las cerezas, lo cual es esencial para mantener la integridad de la planta y maximizar la productividad.

- En este ensayo, en el FA las variaciones observadas en los promedios, tiene una relación con las plantas injertadas en el patrón de café robusta correspondiente a A1: Etp 3753-13 demostrando reducir el impacto de plagas tales como la broca del café y aumentando el peso de cerezas por planta.

- Para el Factor B (Variedades de café arábiga) se registró que el tratamiento B1, Acawa, presentó el mayor promedio de longitud de rama, diámetro de copa lo que sugiere que tiene un crecimiento vegetativo más vigoroso además mostró un valor de peso café verde seco que supera a los demás.

- Se observó que en el FB la variedad Sarchimor registró el mayor promedio de plantas con cereza al igual que la Catimor en peso café oro lo que sugiere una ligera ventaja en términos de rendimiento de café.

- Para la interacción de factores (AxB) la combinación de patron café robusta Etp 3752-6 con la variedad Catimor es muy eficiente en términos de producción. Esta combinación podría estar beneficiada por factores genéticos y de manejo que favorecen un desarrollo óptimo alcanzando un rendimiento de 1930.3 kg/ha.

- La variable que contribuyó a incrementar el rendimiento en kg/ha fue: peso café oro (PCO), número de plantas con cereza, número de ramas con cereza (NRC).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar como injerto la variedad Acawa debido a su mayor promedio de longitud de rama y diámetro de copa, indicando un crecimiento vegetativo vigoroso. Esta variedad también mostró un mayor peso de cereza sobado, lo cual es beneficioso para la calidad del café.

- Se sugiere el uso de patrones de café robusta, especialmente el patrón Etp 3756-14. Este patrón ha demostrado influir positivamente en el diámetro y número de ramas, lo que indica una estructura más fuerte y una mayor capacidad para soportar el peso de las cerezas. Esta robustez es esencial para mantener la integridad de la planta y maximizar la productividad a largo plazo.

- Realizar las técnicas de injerto hipocotiledonal, utilizando la combinación del patrón café robusta Etp 3752-6 con la variedad Catimor, para aumentar el rendimiento por hectáreas, además de proceder en cafetales de edad avanzada la poda recepa es una tecnología fundamental para mantener la productividad del cafetal; consiste en cortar las plantas a una altura de 20-30 cm del suelo durante la época de baja producción, Esta técnica elimina ramas viejas y enfermas para luego aumentar la producción.

BIBLIOGRAFÍA

Agrovet. (2023). Guía rápida sobre los tipos de injertos de arboles frutales. Obtenido de Agrovet: https://agrovet77.com/2021/04/15/guia-rápida-sobre-los-tipos-de-injertos-de-arboles-frutales/

Aldaz, A. (2019). Cómo hacer injertos en las plantas de café. Obtenido de perfectdailygrind:https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/30/como-hacer-injertos-en-las-plantas-de-cafe/#:~:text=El%20objetivo%20principal%20de%20injertar,las%20enfermedades%20de%20la%20otra.

Alvares, M. F. (2022). Efecto de estrategias de nutrición durante la etapa reproductiva y en el rendimiento de dos variedades de café (*Coffea arábica*), en Malacatos, cantón Loja. Loja: Universidad .L.

Anacafè. (2019). Entorno global del cultivo de café orgánico. Obtenido de anacabe: https://www.anacafe.org/uploads/file/0b54f759cc014975ad2621c8a865c9e5/El-Cafetal-04.pdf

Andrade, J. (2018). Denominaciones de origen en productos primarios: caso café. Quito-Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.

Anecafé. (2021). Manual técnico para la producción de café robusta. Guatemala: Alambique.

Aparicio, J, Mendoza, R, Márquez, P, & Pajsi, J. (2019). Rentabilidad económica en los diferentes daños de podas y edades A. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.

Asencio, D. (2019). Análisis del sector cafetalero y su aporte a la economía ecuatoriana, periodo 2012 - 2016. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil.

Astudillo, B. N. (2021). Obtenido de unesum: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3211/1/bruno%20astudillo-tesis-%20revisi%c3%b3n%20dra.%20moran.pdf

Astudillo, B. N. (2021). Identificacion morfológico del cultivo del cafè. Obtenido de unesum: unesum.edu.ec/bitstream/53000/3211/1/bruno%20astudillo-tesis-%20revisión%

Bermudez, J. (2023). Injertos en las plantas de café: ¿Cómo Se Hacen? Obtenido de compra mi cafetera : https://www.comprarmicafetera.com/como-hacer-injertos-en-plantas-de-cafe/

Cadena, G. E. (2022). Diagnóstico situacional de las plantaciones de café en la localidad “La Montufar” del cantón Santo Domingo. Santo Domingo: ESPE.

Campaña, V. N. (2022). Comportamiento sanitario en seis variedades de café arábigo en la comunidad de Santa Rosa del Cantón Morona. Quito: Universidad Central del Ecuador.

CANNA. (2019). Propagación vegetativa: Injerto de púa, de yema y de aproximación. Canna, 21.

Cherres, G, & Jaramillo, G. E. (2020). Exportación de café soluble al mercado alemán y su incidencia en el ingreso de divisas. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Courtel , P., Dardaine, E, Menocal, M, & Vilchez, H. (2021). La guía de Buenas practicas en producción en el manejo de vivero de café. Peru: Second edition, copyright World Coffee Research.

ESPE . (2019). Comportamiento agronómico de cinco variedades de café (*Coffea arábiga* L.) sometidos a diferentes aplicaciones foliares de biol. Obtenido de Espe: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11296/1/T-ESPE-002795.pdf

FAO. (2021). Manejo operativo del cultivo de cafè en el Ecuador (*Coffea arabica*). Obtenido de Ecobusiness:https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustai nability_Academy/Rescursos/Guia_para_el_cultivo_de_cafe_y_cacao.pdf

Fernandez, A. M. (2021). Evaluación del comportamiento de cinco clones de genotipos genótipos de coffea canephora pierre con propagación vegetativa en manglaralto-santa elena. Obtenido de repositorio.upse: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6372/1/upse-tia-2021-0097.pdf

Fernandez, C, J. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. Scielo, 15.

Formero, L. (2019). Manejo de buenas prácticas agronómicas en el cultivo de café . Obtenido de perfectdailygrind: https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/04/guia-del-productor-como-podar-y-zoquear-los-cafetos/

Galarza, A. J. (2023). Evaluación de dos genotipos de café arábiga (*Coffea arabica* L.) injertados en patrón Robusta (*Coffea canephora*) a la aplicación de bioestimulantes orgánicos, cultivado en sitio definitivo. Obtenido de repositorio.unesum: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstr eam/53000/5287/1/Galarza%20Noboa%20Angie%20Juliana.pdf

Gil, Z. N., Ramos, R, Arcila , A, & Benavides, P. (2021). Diagnóstico de las cochinillas de las raíces del café en ocho departamentos de Colombia. Colombia: Programa de Investigación Científica.

Gómez, Y, Pedraza, A, Gómez , D, Villagrán , E, Numa, S., Santos, A, Gómez, K. (2022). Aspectos generales del cultivo de café en Cundin amarca. Cundinamarca: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - agrosavia.

Holguin, G. K. (2019). Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica* L.) sarchimor 4260 en etapa. Obtenido de repositorio.unesum: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1999/1/unesum-ecu-ing.agrope-2019-12.pdf

Holguín, G. K. (2019). Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica* L.) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Huertotec. (2019). Injerto inglés o de legüeta. Obtenido de huertotec: https://huertotec.com/blog/injerto-ingles-o-de-legueta/

Holdridge, L. (1979). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA.

Ilaquiche, B. M. (2022). Determinación del mejor método para injertar patrones de pinus radiata, procedentes de una plantación de la empresa aglomerados cotopaxi s.a. Obtenido de Dspace.espoch: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/18217/1/33T00419.pdf

INDOCAFE. (2020). Fortalecimiento de la cadena de valor de cafe en la Republica Dominicana en respuest al cambio climático. República Dominicana: CEPAL.

Italian cofee. (2022). ¿Cuántas variedades de café hay? Obtenido de Italian cofee: https://www.italiancoffee.cl/blogs/news/cuantas-variedades-de-cafe-hay#:~:text=Caf%C3%A9%20Arabica&text=Se%20cultiva%20desde%20hace%20siglos,en%20forma%20de%20%22s%22.

Lino Quiroz, H. J. (2020). Determinación del comportamiento agronómico de cinco cultivares de café en etapa de vivero, con el uso de bioestimulantes. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabi .

Lopez, A. (2024). Taxonomía y morfología del cafè partes y características. Obtenido de cafemalist: https://cafemalist.com/morfologia-del-cafe/

Melendez , F. (2019). Estudio del sistema de producción (*Coffea arabica* L.). Scielo

Ministerio de Agricultura. (2019). Condiciones agroclimáticas del cultivo del cafeto. Obtenido de ana: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones_agroclimaticas_cafe_0.pdf#:~:text=El%20pH%20debe%20estar%20entre%204.5%20-%205.5.,para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20caf%C3%A9%20de%20excelente%20calidad.

Miranda, C, S. (2020). Caracterización morfológica y molecular de café (*Coffea arabica* L) variedad catrenic proveniente de las fincas CENECOOP Fedecaruna y el Rosal de Nicaragua, Laboratorio de biotecnología, UNAN-

Managua, 2018-2020. Obtenido de unan: https://repositorio. una n.edu.ni/14575/1/14575.pdf

Molina , A. K. (2019). Guía de plagas y enfermedades comunes del café. Obtenido de perfectdailygrind: https://perfectdailygrind.com/es/2 019/01/25/guia-de-plagas-y-enfermedades-comunes-del-cafe/

Montañez, A. G, Arias, J, Ayala, W, Carrera, R, Dávila, J, Campos, J, Altamirano, M. (2022). Manual en ell cultivo de café en el vraem . Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

Muños , V. S., & Muyulema, Y. G. (2022). Respuesta agronómica de la variedades de café Geisha, Sarchimor con fertilización orgánica e inorgánica . La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi .

Muños, D. (2018). Evaluación de poda severa de recepa de café robusta (*Coffea canephora Pierre*) para mejorar la renovacion de tejido veetal en la zona de Ventanas, provincia de Los Ríos. Ventanas. Universidad Técnica de Babahoyo.

Obregon, A. V. (2021). Producción de café (*Coffea arabica* L.) experiencias en el centro poblado San Juan Ubiriki Cancamayo_ Perene. Lima: Universidad Agraria Molina.

Olvera, H. A. (2019). Caracterización agronómica de 12 cultivares de café robusta (*Coffea canephora*) en la época lluviosa, en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Quevedo: Universidad Estatal de Quevedo .

Parraga, M. (2021). Estudio de la viabilidad de enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta (C*offea canephora pierre*) mediante la división longitudinal del esqueje. Obtenido de repositorio.espam: https://rep ositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1447/1/tta18d.pdf

Perfect Daily Grind Ltd. (2019). Cómo hacer injertos en las plantas de café. Obtenido de perfectdailygrind: https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/3 0/como-hacer-injertos-en-las-plantas-de-cafe/

Piedra Abad, A. A. (2019). Efecto de sustratos en semillero y en vivero para variedades de café de altura, Noroccidente-Pichincha. Quito: Universidad del Ecuador.

Pilozo , W., Indacochea, B, Castro, A, Vera , M, & Ortea Julio. (2022). P rincipales enfermedades causantes de la pérdida de rendimiento de los cultivo de café arabico (*Coffea arabica* L.). unesum-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria, 122 - 123.

Pita, D. A. (2021). Evaluación morfológica de siete genotipos de café arábiga (*Coffea arábica*) injertados en café robusta (*Coffea canephora*), en etapa de vivero. Obtenido de Repositorio.unesum: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3374/1/tesis%20final%20pita%20guaranda..pdf

Porte coffe. (2020). Café Geeks: La guía completa de las variedades de café. Obtenido de Porte coffe: https://www.porte.coffee/post/variedades-de-cafe

Quezada, L. (2021). Los tipos de poda en el cultivo de cafè y su relación con en el Ecuador. Machala : UTMACH.

Quijije, J. J. (2021). “Evaluación agronómica de 7 genotipos de café arábiga (*Coffea arabica*). Obtenido de Unesum: http://repositorio.unes um.edu.ec/bitstream/53000/3213/1/john%20jairo%20quijije%20quiroz-tesis.p df

Rea, M. (2021). Características de la planta de cafè tipos y variedades. Obtenido de botanical: https://www.botanical-online.com/botanica/cafe-caracteristicas

Robles, A. D. (2022). Propuesta de un modelo de procesos para mejorar la producción de café en el Ecuador. Quito: Universidad Católica de Ecuador.

Sanchez, J. C. (2020). Evaluación del rendimiento productivo de cinco clones de Café Robusta (*Coffea canephora*) en el centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), Arosemena Tola. Obtenido de Repositorio uea: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/733/1/t.agrop.b.uea.1158.pdf

Soledispa, C. A. (2021). Comportamiento productivo de 20 cultivares de café (*Coffea arabigo* L.)” de 5 años de edad. Obtenido de Repositorio Unesum :

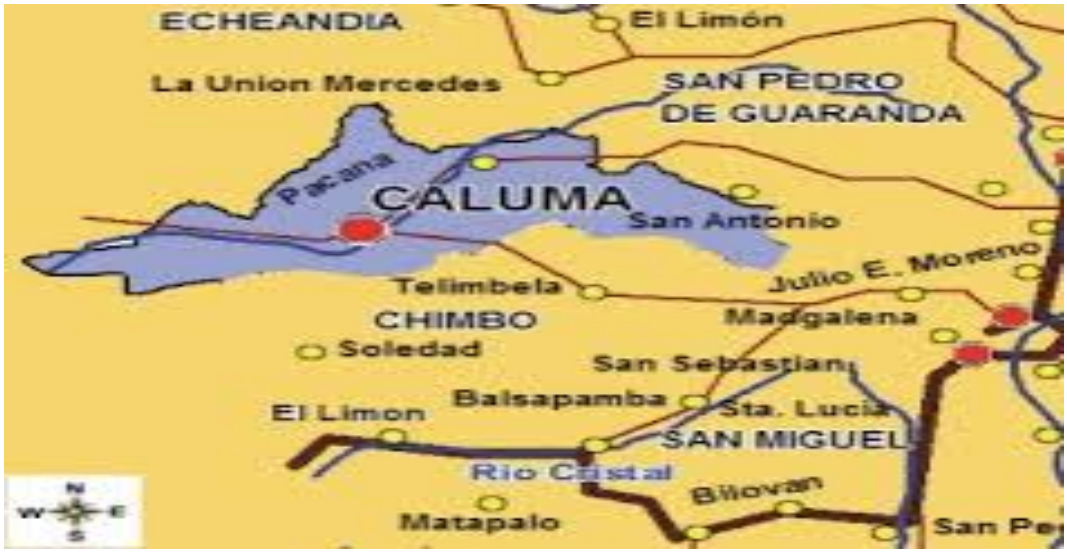
http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3672/1/Tesis%20Cristian%20Soledispa%20Silva.pdf

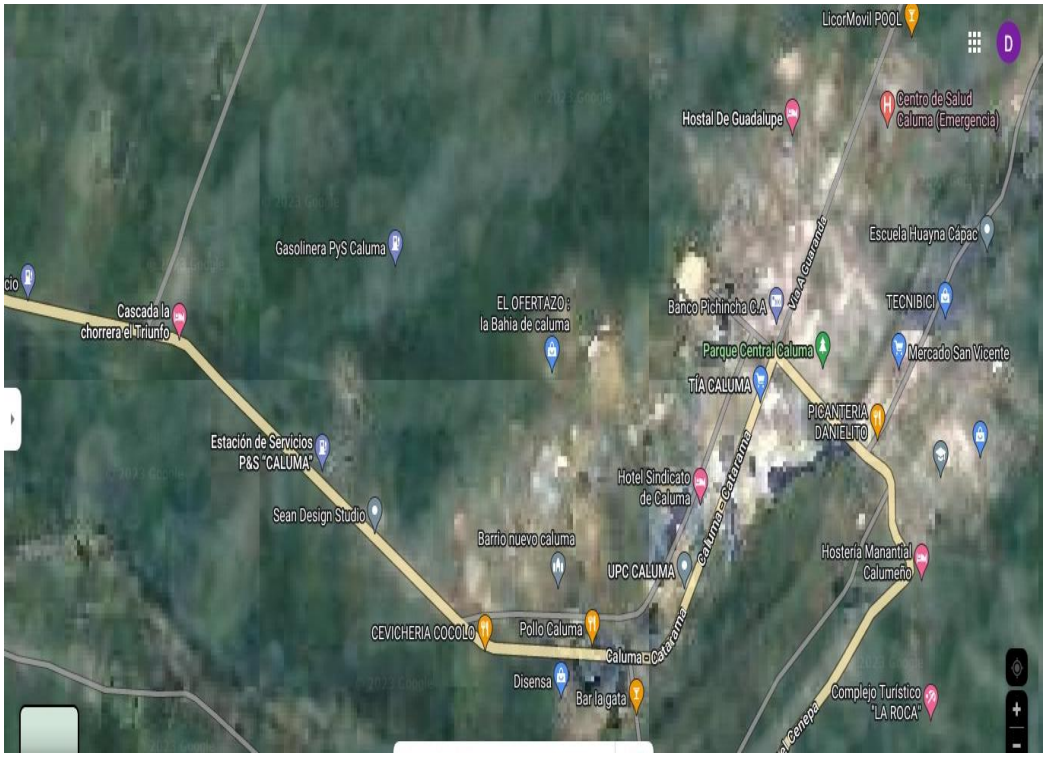
Soliva, T. (2019). Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. Scielo, 18.

Vanegas, S., Orellana, D, & Perez, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café revista científica de investigación actualización del mundo de las Ciencias, 72.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la investigación.





Anexo 2. Croquis del ensayo.

R III	R II	R I
T6 R3 ETP:3756 – 14 Sarchimor	T9 R2 ETP:3752 – 14 Sarchimor	T2 R1 ETP:3753 – 13 Catimor
T4 R3 ETP:3756 – 14 Acawa	T5 R2 ETP:3756 – 14 Catimor	T8 R1 ETP:3752 – 6 Catimor
T8 R3 ETP:3752 – 6	T7 R2 ETP:3752 – 6	T1 R1 ETP:3753 – 13
T2 R3 ETP:3753 – 13	T6 R2 ETP:3756 – 14	T5 R1 ETP:3756 – 14
T9 R3 ETP:3752 – 6	T3 R2 ETP:3753 – 13	T6 R1 ETP:3756 – 14
T5 R3 ETP:3756 – 14	T1 R2 ETP:3753 – 13	T4 R1 ETP:3756 – 14
T3 R3 ETP:3753 – 13	T8 R2 ETP:3752 – 6	T7 R1 ETP:3752 – 6
T1 R3 ETP:3753 – 13	T4 R2 ETP:3756 – 14	T9 R1 ETP:3752 – 6
T7 R3 ETP:3752 – 6	T2 R2 ETP:3753 – 13	T3 R1 ETP:3753 – 13

Anexo 3. Base de datos de las variables respuestas

TRA	REP	FA	FB	AP (cm)	DT (cm)	DR (cm)	NR	LR (cm)	DC (cm)	IP (%)	IE (%)	NP C	NP M	NFP	NR F	PFPEC (g/planta)	PSP (g/planta)	PFSV (g/planta)	PSS (g/planta)	PP (gramos)	R (kg/ha)
1	1	1	1	137.3	1.64	0.72	62	84.36	156.5	29	53	5	0	1693	25	364	63.4	1186.75	501	160	846.56
2	1	1	2	149.6	1.76	0.78	69	92	174.8	32	71	4	1	1723	31	298.2	61.6	1162	506	157,5	833.33
3	1	1	3	116.8	2.24	0.62	44	59.8	114	36	53	5	0	1698	31	358	59	1237.5	516.5	344	1820.11
4	1	2	1	117	2	0.72	62	88.06	171.2	32	45	5	0	1723	31	361	61.2	1382	544	157,5	833.33
5	1	2	2	130.6	1.92	0.68	64	56.44	101.3	36	35	5	0	1703	37	346.4	72.4	1234	572.5	301,5	1595.24
6	1	2	3	146.4	1.86	0.66	62	83.1	114.2	29	46	5	0	1523	31	385.4	68	1425	515	328	1735.45
7	1	3	1	141.6	2.18	0.74	71	75.22	152.6	29	46	5	0	1734	30	394.6	57	1402	569.5	232	1227.51
8	1	3	2	139.8	1.56	0.63	71	59.2	131.28	36	53	5	0	1587	33	364.6	65.6	1253	444.5	232,5	1230.16
9	1	3	3	137	1.85	0.7	66	57.7	134	36	45	5	0	1623	40	363.8	57.2	1525	513.5	227,5	1203.70
1	2	1	1	122.6	1.96	0.8	49	88.44	162.16	29	45	5	0	1423	30	424.6	72	2775.5	355	457	2417.99
2	2	1	2	141.8	1.78	0.7	63	64.56	124.9	29	64	5	1	1325	36	405.6	65	2749.5	304.5	458	2423.28
3	2	1	3	137	1.54	0.62	71	61.26	122.98	36	35	5	0	1335	39	362.8	65.4	2738.5	355	415,5	2198.41
4	2	2	1	105.2	1.86	0.86	55	77.28	146.94	36	35	5	0	1423	31	331.2	60	2453	326	404	2137.57
5	2	2	2	144.4	1.7	0.88	69	85.7	176.5	32	53	5	0	1324	40	379.8	65	2434	220.5	408	2158.73
6	2	2	3	162.3	1.76	0.68	83	64.42	144.1	32	46	5	0	1325	52	377.4	64.4	2129.5	328	344	1820.11
7	2	3	1	129.8	1.76	0.78	56	81.36	158.6	39	67	5	0	1823	52	355.8	55.8	2435	423	424	2243.39
8	2	3	2	85.18	1.34	0.58	50	38.06	79.2	39	67	5	0	1324	45	335.6	78.2	2555.4	376	434	2296.30
9	2	3	3	147.4	1.58	0.6	74	62.68	138.8	36	53	5	0	1234	47	361	66.8	2338	368.5	344,5	1822.75
1	3	1	1	125.5	1.98	0.8	60	72.4	161.1	21	67	5	0	1293	31	362.4	78.2	2342.2	416	287	1518.52
2	3	1	2	167.6	1.58	0.68	100	61.32	146.6	25	49	5	0	1432	45	361.8	72.8	1425	263.5	318	1682.54
3	3	1	3	116.8	1.56	0.6	58	42.6	88	25	67	5	0	1059	52	326.4	67.8	1525	551.5	318	1682.54
4	3	2	1	163.3	1.7	0.78	75	79.78	183	14	58	5	0	1329	31	390.8	71.8	1522	392.25	287	1518.52
5	3	2	2	160	1.96	0.76	83	57.68	135.6	36	58	5	0	1422	50	359.4	81.6	1452	385	375,7	1987.83
6	3	2	3	162.2	1.68	0.64	67	61.38	153.8	25	67	5	0	1424	67	383	61.6	1424	414.5	331,5	1753.97
7	3	3	1	137	1.84	0.7	77	75.96	159.8	32	71	5	0	1020	40	355.8	60.8	1283.5	485	232	1227.51
8	3	3	2	173.2	1.84	0.68	103	63.86	151.1	36	71	5	0	1155	40	330.2	71.6	1082	372	428	2264.55
9	3	3	3	123.9	1.44	0.6	55	40.06	99.6	29	53	5	0	1913	40	352	75.4	1243	248	232	1227.51

Anexo 4. Fotografías

MANEJO DEL EXPERIMENTO

Limpieza del terreno





Deschuponamiento





Fertilización





Control de plagas



Control de enfermedades

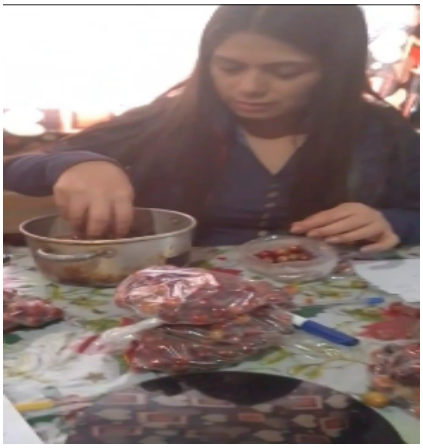


Cosecha





Despulpado





Secado





Pilado





TOMA DE DATOS VARIABLES RESPUESTAS

Altura de la planta (AP)





Diámetro del tallo (DT)





Número de ramas (NR)

Número de ramas con fruto (NRF)





Diámetro de rama (DR)

Longitud de ramas (LR)





Diámetro de la copa (DC



Incidencia de plagas (IP)



Incidencia de enfermedades (IE)



Número de frutos por planta (NFP)



VISITA DE CAMPO



Peso café en pergamino (PCP)



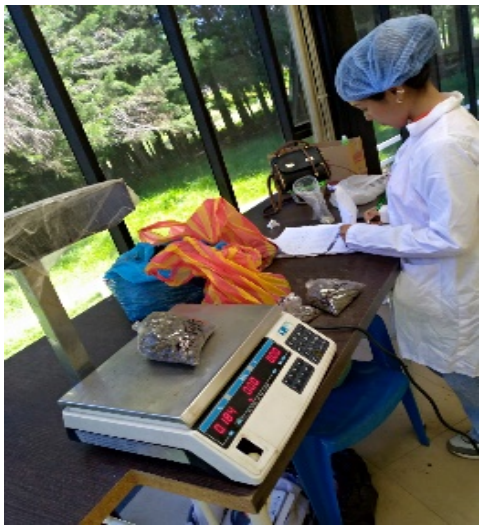
Número de plantas muertas (NPM)



Peso café verde (PCV)



Peso café oro (PCO)



Peso café pilado (PCP)





Anexos 5. Glosario de términos técnicos

Agalla: Hinchamiento o crecimiento excesivo que aparece en las plantas como resultado de la infección por ciertos patógenos.

Agroquímicos: Sustancias como defensivos agrícolas y fertilizantes, usadas en agricultura, especialmente como compuestos sintéticos.

Amarillamiento: Síntoma pre necrótico, caracterizado por la desorganización de la clorofila de la planta con el aclaramiento del limbo hasta que adquiere el color amarillo.

Café Oro o verde: El grano verde el en corazón de la drupa de la cereza del café, que se ensaca para su posterior venta para luego ser tostado y molido para preparar el café. El café oro es bastante estable y puede almacenarse bien, pero es importante almacenarlo en contenedores que transpiren como sacos de fibra.

Desinfectante: Agente físico o químico que impide la infección de una planta, órgano o tejido.

Fermentación: Oxidación de determinadas sustancias orgánicas en ausencia de oxígeno molecular

Fertilización: La unión de dos células reproductivas, gametos o gametangios se fusionan por plasmogamia y cariogamia. Se trata de anisogamia, espermatización, gametangiogamia, isogamia, oogamia o somatogamia.

Hipocotiledonal: Es un tipo de injerto común en viveros de café donde se busca incrementar la calidad y resistencia de las plantas destinadas a la producción.

Mucílago: Sustancia viscosa, espesa que queda al rededor del grano después de despulpar. Se separa de la semilla durante la fermentación del beneficio húmedo.

Pergamino: Una piel plateada al rededor del grano que es removida en el proceso del beneficio. Es el endocarpio de la semilla. Café pergamino es el nombre del grano con el endocarpio seco e intacto. Se remueve y el café se denomina café oro.

Pústula: Pequeña elevación de la epidermis en forma de ampolla creada cuando las esporas se forman debajo y empujan hacia afuera.

Signo: Manifestación visible del patógeno (agente causante de una enfermedad)

Susceptible: Carece de la capacidad inherente para resistir enfermedades o el ataque de un patógeno determinado; no inmune.