



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE INJERTO EN EL CULTIVO DE  
CAFÉ CON FINES DE FITOMEJORAMIENTO

MALLAGUARE CAIMINAGUA CARLO ALEJANDRO  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE INJERTO EN EL CULTIVO  
DE CAFÉ CON FINES DE FITOMEJORAMIENTO

MALLAGUARE CAIMINAGUA CARLO ALEJANDRO  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE INJERTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ CON  
FINES DE FITOMEJORAMIENTO

MALLAGUARE CAIMINAGUA CARLO ALEJANDRO  
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA  
2021

# Tesis final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

9%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

6%

---

2

[www.recimundo.com](http://www.recimundo.com)

Fuente de Internet

3%

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 3%

Excluir bibliografía

Apagado

## **CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL**

El que suscribe, MALLAGUARE CAIMINAGUA CARLO ALEJANDRO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE INJERTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ CON FINES DE FITOMEJORAMIENTO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de septiembre de 2021



**MALLAGUARE CAIMINAGUA CARLO ALEJANDRO**  
0704967405

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación a Dios que me ha dado salud, sabiduría para poder ser una persona de buenos modales y con muchos propósitos*

*A mi familia quienes han sido el pilar fundamental para poder culminar mi etapa universitaria.*

*A mi esposa quien ha estado en los momentos malos y buenos y sobre todo a mis hijos que han sido mi inspiración para nunca darme por vencido.*

*Carlo Alejandro Mallaguare Caiminagua*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al concluir una nueva etapa maravillosa y a la vez de mucho sacrificio en mi vida, quiero empezar agradeciendo a Dios que ha sido quien me ha dado fuerzas en los peores momentos para no rendirme, para continuar luchando por mis objetivos*

*A mi familia en especial a mi madre y mis abuelos, quienes estuvieron en todo momento junto a mí, fueron mi inspiración, apoyo y fortaleza en este largo camino.*

*A mí esposa e hijos, gracias a ellos he logrado ser una persona de bien que me ha servido como una fuente de motivación para que esto ahora sea posible.*

*Mi gratitud también a la Universidad Técnica de Machala por permitirme formarme como profesional, a mis docentes quienes fueron la base con sus enseñanzas y de manera especial a mi tutor de tesis Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero, por su experiencia compartida en aulas y por su guía en este trabajo de investigación.*

*Carlo Alejandro Mallaguare Caiminagua*

# **EVALUACIÓN DE DOS FORMAS DE INJERTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ CON FINES DE FITOMEJORAMIENTO**

**Autor**

Carlo Alejandro Mallaguare Caiminagua

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **RESUMEN**

Es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, más del 80 % de la producción se destina para la exportación. En Ecuador se cultiva en 23 de las 24 provincias, debido a los diferentes microclimas que presenta el país, su mayor producción se concentra en las provincias de Manabí, Loja y provincia de El Oro. Es uno de los pocos países que produce dos tipos de café: arábico y robusta. El café Geisha es uno de los más apetecidos por sus características organolépticas, razón por la cual es muy cotizado internacionalmente. Una alternativa para el control de enfermedades presentes en el suelo es realizar injertos a las plántulas ya que es una técnica considerada como menos susceptible a la influencia de nematodos. El objetivo de esta investigación fue determinar el injerto más eficiente para lograr el mejor crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en vivero. El estudio en campo se desarrolló en la Granja Experimental “Santa Inés” propiedad de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de “El Oro”, parroquia “El Cambio”, situada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje. Para ello se estableció un diseño en bloques al azar, realizando dos tratamientos de los cuales el primero es el injerto de cuña y el segundo el injerto de empalme, se emplearon 15 repeticiones para cada uno y para el buen desarrollo de esta investigación. La unidad experimental fueron las fundas especiales empleadas en vivero y estas se tomaron como parcela, las semillas se sembraron en campo en Julio de 2021. Con los resultados obtenidos tomados en campo se realizó anova de un factor utilizando el programa estadístico SPSS



donde se analizaron las variables: Porcentaje de prendimiento (%), altura del tallo (cm), diámetro del tallo (cm), largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm), número de hojas y volumen de la raíz (cm)<sup>3</sup>. Por consecuente en la variable porcentaje de prendimiento el injerto de cuña obtuvo el mayor valor con 60% por lo que el cultivar Geisha tuvo mejor aceptación a este tipo de injerto, por el contrario, el injerto de empalme 46,66% con una diferencia de 13,34% entre ambos. El injerto de cuña obtuvo mejores resultados en las variables: altura del tallo con 4,98 cm, diámetro del tallo con 0.89 cm, largo de la hoja con 1,55 cm, ancho de la hoja con 2,98 cm, número de hojas con 1,33 y volumen de la raíz con 3,64 cm<sup>3</sup>, es decir empleando este tipo de injerto se obtuvieron mejores resultados en todas las variables en estudio, por su parte el injerto de empalme no logró superar en ninguna variable. Realizar injertos en el cultivo de café, es una buena e interesante alternativa para el control de enfermedades en el suelo, sin embargo, los productores que se dedican a esta actividad ignoran totalmente las nuevas tecnologías empleadas a este cultivo, razón por la cual el sector cafetalero de la provincia de El Oro sigue desmejorándose hasta el momento.

**Palabras clave:** injerto cuña, injerto de empalme, cultivar geisha.

# **EVALUATION OF TWO FORMS OF GRAFTING IN COFFEE CULTIVATION FOR BREEDING PURPOSES**

**Author**

Carlo Alejandro Mallaguare Caiminagua

**Tutor**

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

## **ABSTRACT**

It is one of the most important crops worldwide, more than 80% of production is destined for export. In Ecuador it is cultivated in 23 of the 24 provinces, due to the different microclimates of the country, its major production is concentrated in the provinces of Manabí, Loja and the upper part of the province of El Oro. It is one of the few countries that produces two types of coffee: Arabica and Robusta. Geisha coffee is one of the most sought after coffees due to its organoleptic characteristics, which is why it is highly valued internationally. An alternative for the control of diseases present in the soil is to graft the seedlings, since this technique is considered to be less susceptible to the influence of nematodes. The objective of this research was to determine the most efficient graft to achieve the best growth and development of coffee seedlings in the nursery. The field study was carried out at the "Santa Inés" Experimental Farm, property of the Technical University of Machala, located in the province of "El Oro", parish "El Cambio", located at km 5.5 of the Machala-Pasaje road. For this purpose, a randomized block design was established, with two treatments, the first being the wedge graft and the second the splice graft. 15 replications were used for each treatment for the proper development of this research. The experimental unit were the special covers used in the nursery and these were taken as a plot, the seeds were sown in the field

in July 2021. With the results obtained in the field, a one-factor anova was performed using the SPSS statistical program where the following variables were analyzed: percentage of lodging (%), stem height (cm), stem diameter (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), number of leaves and root volume (cm)<sup>3</sup>. Consequently, the wedge graft obtained the highest value in the variable percentage of budding with 60%, so that the Geisha cultivar had better acceptance to this type of graft, on the contrary, the splice graft 46.66% with a difference of 13.34% between the two. The wedge graft obtained better results in the variables: stem height with 4.98 cm, stem diameter with 0.89 cm, leaf length with 1.55 cm, leaf width with 2.98 cm, number of leaves with 1.33 and root volume with 3.64 cm<sup>3</sup>, i.e. using this type of graft obtained better results in all the variables under study, while the splicing graft failed to overcome in any variable. Grafting coffee is a good and interesting alternative for the control of diseases in the soil, however, the producers who are dedicated to this activity are totally ignorant of the new technologies used in this crop, which is why the coffee sector in the province of El Oro continues to deteriorate until now.

**Keywords:** wedge grafting, splice grafting, geisha cultivar

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos .....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>4</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Origen del Cafeto.....	4
2.2 Cultivo de Café en el mundo .....	4
2.3 Cultivo de Café en Ecuador .....	5
2.4 El Cafeto .....	6
2.5 Taxonomía .....	7
2.6 Características morfológicas del café .....	7
2.6.1 Sistema radical .....	7
2.6.2 Tallo .....	7
2.6.3 Hojas.....	8
2.6.4 Flores .....	8
2.6.5 Fruto .....	9
2.7 Características Edafoclimáticas .....	9

2.7.1	Suelo.....	9
2.7.2	Temperatura.....	10
2.7.3	Precipitación.....	10
2.7.4	Altitud.....	10
2.8	Variedades de café de mayor importancia.....	10
2.8.1	Arábica ( <i>Coffea arábica L.</i> ).....	10
2.8.2	Robusta ( <i>Coffea canéphora</i> ).....	11
2.9	Composición.....	12
2.10	Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero.....	12
2.10.1	Selección de la Semilla.....	12
2.10.2	Construcción del Germinador.....	13
2.10.3	Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa.....	13
2.10.4	Riego.....	13
2.10.5	Control de Arvenses.....	14
2.10.6	Control de plagas y enfermedades en vivero.....	14
2.10.7	Nutrición del Café en vivero.....	14
2.11	¿Qué es un injerto?.....	15
2.12	Métodos de injerto.....	15
2.12.1	Injerto tipo “Cuña”.....	15
2.12.2	Injerto tipo “Empalme”.....	16

<b>CAPITULO III .....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Localización de estudio .....	17
3.2 Clima y ecología de la zona.....	18
3.2.1 Materiales .....	18
3.2.2 Equipos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3 Metodología.....	18
3.3.1 Diseño del experimento.....	18
3.4 Material Vegetativo .....	18
3.5 Tratamientos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>23</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>32</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición química del grano de café según la especie .....	12
<b>Tabla 2.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para altura del tallo .....	23
<b>Tabla 3.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para diámetro del tallo.....	24
<b>Tabla 4.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para largo de la hoja. ....	26
<b>Tabla 5.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para ancho de la hoja .....	27
<b>Tabla 6.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para número de hojas.....	28
<b>Tabla 7.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para volumen de la raíz .....	30
<b>Tabla 8.</b> Prueba de efectos inter-sujetos para porcentaje de prendimiento .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Flor de diferentes especies de café .....	8
<b>Figura 2.</b> Fruto del café.....	9
<b>Figura 3.</b> Variedad arábica .....	11
<b>Figura 4.</b> Variedad robusta.....	11
<b>Figura 5.</b> Mapa de Ubicación del área experimental.....	17
<b>Figura 6.</b> Café Geisha.....	19
<b>Figura 7.</b> Injerto de cuña .....	19
<b>Figura 8.</b> Injerto de empalme .....	20
<b>Figura 9.</b> Altura del tallo .....	20
<b>Figura 10.</b> Largo de la hoja .....	21
<b>Figura 11.</b> Ancho de la hoja .....	21



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Principales países productores de Café verde .....	5
<b>Gráfico 2.</b> Producción/Rendimiento de Café verde en Ecuador.....	6
<b>Gráfico 3.</b> Media de altura del tallo.....	24
<b>Gráfico 4.</b> Media de diámetro del tallo.....	25
<b>Gráfico 5.</b> Media de largo de la hoja .....	26
<b>Gráfico 6.</b> Media de ancho de la hoja.....	28
<b>Gráfico 7.</b> Media de número de hojas .....	29
<b>Gráfico 8.</b> Media de volumen de la raíz .....	30
<b>Gráfico 9.</b> Media de porcentaje de prendimiento. ....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Cosecha de café variedad Geisha</i> .....	41
<b>Anexo 2.</b> <i>Sacado de la cáscara de café para el respectivo secado</i> .....	41
<b>Anexo 3.</b> <i>Secado de la semilla de café</i> .....	42
<b>Anexo 4.</b> <i>Llenado de fundas previo a la siembra</i> .....	42
<b>Anexo 5.</b> <i>Escarificación de la semilla de café</i> .....	43
<b>Anexo 6.</b> <i>Siembra de la semilla de café escarificada</i> .....	43
<b>Anexo 7.</b> <i>Riego</i> .....	44
<b>Anexo 8.</b> <i>Germinación de la semilla de café, 28 días posterior a la siembra</i> .....	44
<b>Anexo 9.</b> <i>Aparición de hojas y plantas tipo fosforito</i> .....	45
<b>Anexo 10.</b> <i>Plántulas listas para ser injertadas</i> .....	45
<b>Anexo 11.</b> <i>Realización de los injertos de dos tipos de cuña y de empalme</i> .....	46
<b>Anexo 12.</b> <i>Injertos culminados y puestos en agua destilada previo a su trasplante a las fundas</i> .....	46

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los principales rubros commodities a nivel mundial; más del 80 % de la producción se destina para la exportación (Ocampo & María, 2017). El mercado internacional de este cultivo demuestra variaciones especialmente en la oferta, debido a los nuevos productores que se enlazan en este cultivo, y en la demanda, por la existencia de algunos productos sustitutos que reemplazan el consumo de esta bebida (Argoti & Belalcazar, 2017, pág. 328).

En Ecuador se cultiva en 23 de las 24 provincias, es de importancia por generar empleo a familias productoras y vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación. Su producción se concentra en las provincias de Manabí, Loja, parte alta de la provincia de El Oro y parte de la Cordillera Occidental de los Andes (Valverde *et. al.*, 2020).

Manifiestan Vanegas *et. al.*, (2018), que la importancia del café se centra especialmente en los órdenes: económico, social y en la salud humana. En lo económico, es fuente de ingresos de divisas para el país. En lo social, la caficultura involucra mayoría de las etnias y finalmente, en la salud, al consumir esta bebida se ha demostrado menos riesgo de padecer diabetes tipo 2 y enfermedades como Parkinson (pág. 75).

Ecuador es uno de los pocos países que produce café arábico y robusta, sin embargo, la producción ha sufrido una baja muy considerable a partir de los años 90's y no se ha podido reactivar hasta la fecha actual (Valverde *et. al.*, 2020).

El café Geisha es de tipo arábico, ha sobresalido en los últimos años por poseer antecedentes con características de calidad en taza, esto ha provocado que se comercialice y venda a precios records dentro del mercado nacional e internacional, convirtiéndose en

oportunidades de diversificación del material vegetal y en la incursión de nuevos mercados (Rivera & Tamayo, 2018).

Para el manejo adecuado del cultivo de cafeto se debe empezar desde el establecimiento en el vivero. La germinación de la semilla varía dependiendo de la variedad, el cuidado que se le proporcione y las condiciones edafoclimáticas. Hay que tomar en cuenta que para el trasplante definitivo en campo se debe garantizar plantas vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Valarezo *et al.*, 2021).

La producción de plántulas de café en viveros comúnmente tradicionales se han mantenido sin variaciones significativas hasta el momento, ignorando totalmente los avances tecnológicos en el área de propagación, sin embargo, el desconocimiento sobre las raíces de estas plantas y su influencia a ser susceptibles a los nematodos (*Meloidogyne sp* y *Pratylenchus sp*) y otras plagas que afectan considerablemente el crecimiento y la productividad se ha venido afectando en gran porcentaje; es por esto que surge como una alternativa a este problema la injertación, técnica considerada como menos susceptible a la influencia de nematodos fitoparásitos (Espinoza *et. al.*, 2017).

Según Borjas *et. al.*, (2018), el uso de plantas injertadas es una técnica usada para el control de *Meloidogyne spp.* en, incluye diferentes factores que intervienen sobre el comportamiento del porta-injerto y el crecimiento y desarrollo del injerto (pág. 28).

Uno de los injertos más utilizados es comunmente conocido como “Cuña” que consiste en realizar un corte longitudinal en el patrón e unir el esqueje del mismo diametro. Otro tipo de injerto llamado “Emapalme” que pese a ser un técnica reciente se ha diversificado por su fácil manejo y

se desarrolla realizando un corte pronunciado al portainjerto e uniendo el esqueje quedando perfectamente en contacto (Pardo *et al.*, 2020).

Consecuentemente, se ha justificado la compra de plántulas en viveros debido a que las semillas de café tienen un lapso de germinación y desarrollo en etapa de vivero muy extenso, sumándose al desconocimiento de la procedencia del material genético a sembrarse, pudiendo ser material no susceptible a plagas y enfermedades.

Con estos antecedentes, la presente investigación determinará la mejor técnica para la obtención de plántulas de café en el menor tiempo posible y bajo diferentes métodos de injertos, empleando procesos fáciles y accesibles para los productores que se dedican a esta actividad.

### **1.1. Objetivo General**

- Determinar el injerto más eficiente para lograr el mejor crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en vivero.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Medir las características agronómicas que presentan las plantas propagadas mediante injerto.
- Determinar el porcentaje de prendimiento para cada uno de los injertos realizados.

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Origen del Cafeto

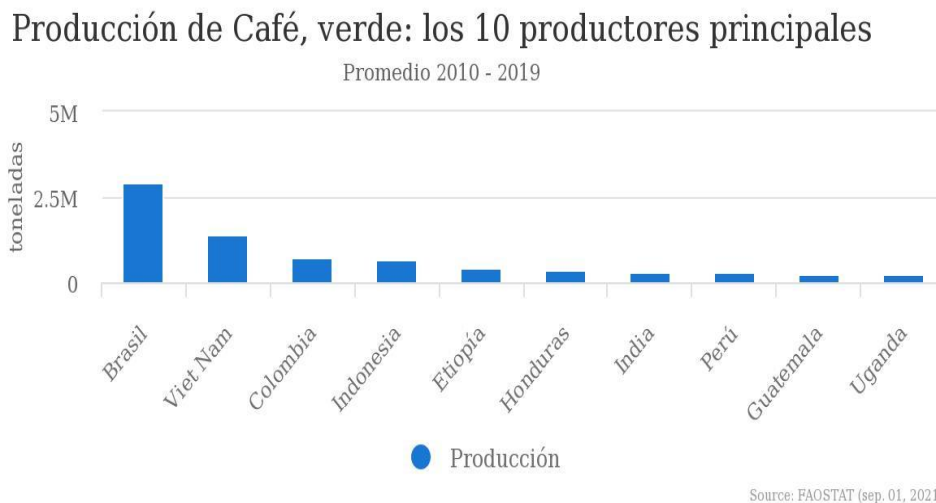
Las historias sitúan las primeras plantas de café en las montañas de Etiopía antes del siglo IX. Luego a Yemen, situado al Sur de la Península Arábrica, después fueron llevadas hasta Ceilán y la India. Fue introducido en Europa cuando varios ejemplares procedentes de Java fueron al Jardín Botánico de Amsterdam. Desde entonces este cultivo se extendió por el continente, llegando incluso a las colonias que los países europeos tenían en América. El consumo de café comenzó a generalizarse en Europa a partir del siglo XVIII y después por todo el mundo (Candelas, 2015).

#### 2.2. Cultivo de Café en el mundo

Es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, se posiciona en segundo lugar después del petróleo. A mediados 1850, se empezó a expandir gracias a los colonos europeos. El café representa una actividad económica importante en Centroamérica, representando alrededor del 10% de la producción mundial (Enriquez *et.al.*, 2020).

Este rubro es uno de los más importantes en el mundo, con gran impacto económico especialmente en países en vías de desarrollo (Villalta & Gatica, 2019). El café en verde para el año 2015/2016 creció a 88 millones de sacos de 60kg. En este mismo periodo la producción en Vietnam e Indonesia se incrementó de 6.9% y 12.2% respectivamente, comparado al periodo anterior. Sin embargo, Brasil, el mayor productor, redujo su producción en 9.0%, México y Centro América, que tienen una oferta a nivel mundial de aproximadamente el 12.0%, redujeron su producción a un 3.0% en este mismo ciclo, esto debido a la falta de tecnología en campo, principalmente en cosecha y poscosecha. Para el periodo de 2016/2017, el Departamento de

Agricultura de Estados Unidos tenía una estimación de crecimiento de la producción mundial de café de la especie arábica de un 9.0%, incrementando así la oferta mundial en 8 millones de sacos de 60kg (Tovar, 2017).

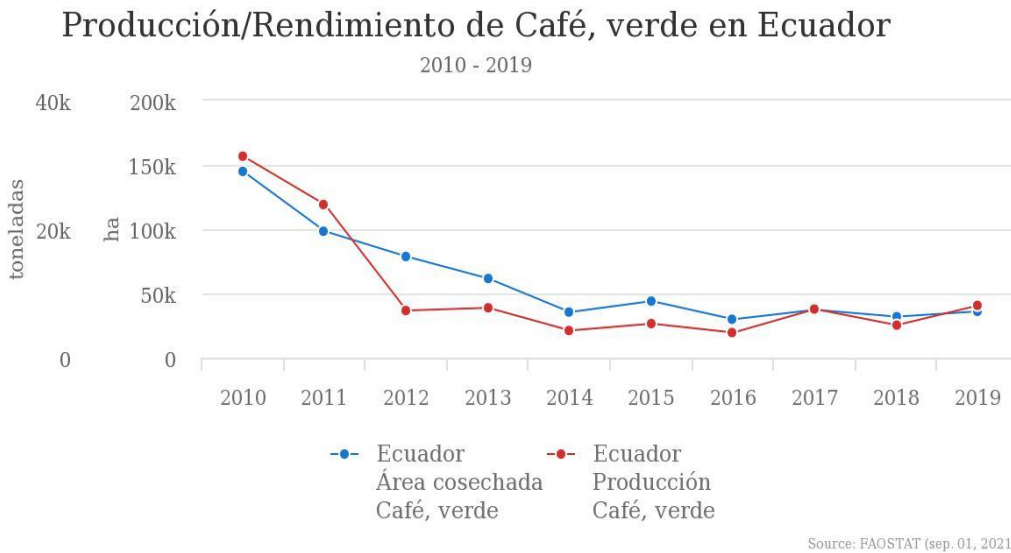


**Gráfico 1.** Principales países productores de Café verde  
**Fuente:** (FAOSTAT, 2021).

### 2.3. Cultivo de Café en Ecuador

Ecuador es el único país que exporta todos los tipos de café: arábigo y robusta, esto gracias a la posición geográfica del país que permite cosechar este producto en todas las regiones. Cuenta con 199,215 hectáreas cultivadas. El 68% de esta área corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32% a *Coffea canephora* (Robles, 2017). Genera empleo para 105,000 familias de productores; así como para 700,000 familias adicionales que son vinculadas en los procesos de la industria, comercio, transporte y exportación. La importancia de este cultivo está basada en la adaptación de los cafetales en distintos ecosistemas que poseen las cuatro regiones del país: Costa, Sierra, Amazonía y la región Insular o Galápagos (Mendoza, 2020).

La mayor caída de este cultivo fue entre 2012 y 2013 con una disminución de 57,43%, mientras que el único año de crecimiento fue en 2010-2011 (66,5%). Esta baja se debe al alto costo para industrializar su producción, la baja productividad de los cultivos y el mal manejo técnico en campo sobre todo en el proceso de cosecha y poscosecha (Lucero, 2020).



**Gráfico 2.** Producción/Rendimiento de Café verde en Ecuador.  
**Fuente:** (FAOSTAT, 2021)

## 2.4. El Cafeto

Generalmente se conoce que son un tipo de arbustos que se desarrollan en la región tropical y se han obtenido buenos resultados cuando son cultivados bajo sombra. Se reconocen 500 géneros y 8.000 especies. El género Coffea lo conforman arbustos y comprende 10 especies domesticadas y 50 especies silvestres. Los granos de café comúnmente llamados cerezas, en estado de madurez se tornan un color rojizo. El fruto realizado los procesos de tostado y molido se utiliza para el consumo, una bebida muy consumida y apetecida alrededor de todo el mundo (Saldarriaga & Rendón, 2020).



## 2.5. Taxonomía

Según Integrated Taxonomic Information System (2017), clasifica la taxonomía del café:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Tracheophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Gentianales
<b>Familia:</b>	Rubiaceae
<b>Subfamilia:</b>	Ixoroideae
<b>Tribu:</b>	Coffeae
<b>Género:</b>	Coffea
<b>Especie:</b>	Coffea arabica L.

## 2.6. Características morfológicas del café

### 2.6.1. Sistema radical

La raíz del cafeto juega un papel muy importante, puesto que es el medio de anclaje al suelo y constituye en la síntesis de reguladores de crecimiento y algunos compuestos orgánicos; además, cumplen funciones como la absorción y transporte del agua y minerales presentes en el suelo. En condiciones óptimas el sistema radical necesita de una estructura bien completa y desarrollada de la raíz pivotante y las raíces laterales para que le proporcionen la obtención de nutrientes para su buen desarrollo (Rendón & Giraldo, 2019).

### 2.6.2. Tallo

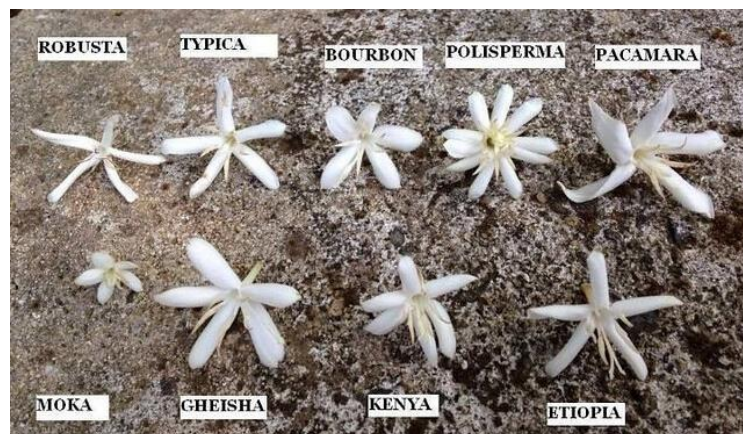
El arbusto de café está conformado de un solo tallo o eje central. Se exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente que es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos, y otro en forma horizontal o lateral (Monroig, 2018).

### 2.6.3. Hojas

Es el órgano principal de captación de la luz en el proceso de la fotosíntesis, las hojas de café tienen un rol importante en el desarrollo del cultivo, y a través de su análisis químico es posible conocer el funcionamiento de la planta; los requerimientos de nutrimentos en el caso de las hojas cambian en su ciclo de vida y están estrechamente relacionados por la etapa anual de la planta (Marin *et al.*, 2018).

### 2.6.4. Flores

Este proceso se da entre los 10 y los 18 meses posteriores a la siembra; sus flores son de color blanco con un aroma espectacular, el tamaño depende de la variedad. Es el proceso más importante para la producción del fruto, en este momento se determina cuales serán fruto y hojas, es por ellos que se debe tener cuidado con ellas para que tengan una buena fecundación. La floración permite estimar curvas de desarrollo del fruto y con éstas conocer las épocas de mayor ataque de la broca, identificar las épocas de mayor demanda de agua y de nutrientes a lo largo del año (Saldarriaga & Rendón, 2020).



**Figura 1.** Flor de diferentes especies de café  
**Fuente:** (Sabora, 2017).

### 2.6.5. Fruto

Conocer las características físicas del fruto de café (madurez) permite determinar el tiempo exacto de cosecha que produzca los mayores rendimientos de café pergamino y tomar previsiones sobre el manejo postcosecha (Juarez *et al.*, 2018).



**Figura 2.** Fruto del café.  
**Fuente:** (Juarez *et al.*, 2018).

## 2.7. Características Edafoclimáticas

Manifiestan Zapata *et al.*, (2017), que el café es originario de ambientes sombreados, por lo que se adapta a estas condiciones, sin embargo, se ha demostrado que produce mayores rendimientos sin sombra, pero con altas demandas de fertilización, especialmente de Nitrógeno. Estudios coinciden que con niveles de sombra superiores al 40%, la producción se disminuye, pues se generan competencias por agua, luz y nutrientes con otros cultivos asociados. A continuación, se detalla cada una de las características edafoclimáticas óptimas para este cultivo:

### 2.7.1. Suelo

El mejor suelo para este cultivo es de textura franco, con buena profundidad efectiva y aireación, de permeabilidad moderada. El pH ideal debe tener una acidez de 5 a 5.5, valores salidos de este rango, dificulta la nutrición de este cultivo (Cluis, 2012). Un problema frecuente es la acidez del suelo, afecta el crecimiento del café en todas las etapas del cultivo (Lopez *et al.*, 2018).

### **2.7.2. Temperatura**

El café requiere temperaturas entre 17 y 23° C para lograr un buen desarrollo (Zavaleta, 2017). La planta de café no resiste directamente la luz solar, razón por la cual se siembran árboles que ayuden a generar sombra (Alfonse *et al.*, 2018).

### **2.7.3. Precipitación**

La precipitación ideal anual oscila entre 1800 a 4000 mm/año para obtener un café de calidad, con una humedad relativa del 70 al 85% evapotranspiración diaria, el café no es tolerable a inundaciones (Alfonse *et al.*, 2018).

### **2.7.4. Altitud**

Se ha desarrollado y ha generado buenos resultados entre 900 a 2000 m.s.n.m, sin embargo, también produce en la parte baja entre 100 a 300 m.s.n.m. La altitud ideal para su buen desarrollo es entre los 1000 a 1300 metros sobre el nivel del mar, pero también se puede producir en mayores alturas (Lopez *et al.*, 2018).

Manifiesta Gil Mora (2019), la altitud donde se ubican las plantaciones de café permite diferenciar tres pisos: parte baja (1,300 a 1,500 msnm); parte media (1,500 a 1,800 msnm) y parte alta (1,800 a 2,300 m). Cada nivel altitudinal posee características agroclimáticas singulares.

## **2.8. Variedades de café de mayor importancia**

### **2.8.1. Arábica (*Coffea arábica L.*)**

Es la principal especie cultivada para la producción y exportación. Representa aproximadamente el 60% de la producción mundial y posee una concentración de cafeína de un 1,7% como máximo, con éste, se obtiene una bebida más aromática y suave al paladar, teniendo en cuenta que es más digestiva (Sabora, 2017). Morfológicamente presentan diferencias notables

especialmente en los frutos (Lopez *et al.*, 2016). Es susceptible a plagas y enfermedades, por lo cual participa frecuentemente en programas de mejora vegetal (Palomino *et al.*, 2014).

## Arábica



**Figura 3.** Variedad arábica  
**Fuente:** (Sabora, 2017).

### 2.8.2. Robusta (*Coffea canéphora*)

Es un árbol robusto con raíz profunda, en condiciones naturales puede alcanzar 8-10 metros de altura. El fruto es redondeado y tarda hasta casi 11 meses en madurar; la semilla es alargada y más pequeña comparado con las otras variedades (Rojo Jimenez, 2014). Posee aproximadamente 2,5% del porcentaje de cafeína, el doble de cafeína, o incluso más que el arábico, debido a esto en taza es más amargo ya que la cafeína aporta ese tipo de sabor. Se usa comúnmente para elaborar café instantáneo, y en mezclas de otros elaborados de baja calidad (Rodriguez, 2017).

## Robusta



**Figura 4.** Variedad robusta  
**Fuente:** (Sabora, 2017).

## 2.9. Composición

Los granos del café están constituidos principalmente por minerales y por sustancias orgánicas que vendrían siendo los carbohidratos, proteínas, lípidos, alcaloides, como la cafeína, así como por ácidos carboxílicos y fenólicos, y por compuestos volátiles. Ciertos procesos en la elaboración de esta bebida influyen en la composición química y en la calidad del sabor, acidez, amargo, dulzor y aroma (Cenicafe, 2011).

**Tabla 1.** Composición química del grano de café según la especie

Componente químico	Arábica (%)	Robusta (%)
Polisacáridos	50,8	56,40
Sacarosa	8,00	4,00
Azúcares reductores	0,10	0,40
Proteínas	9,80	9,50
Aminoácidos	0,50	0,80
Cafeína	1,20	2,20
Trigonelina	1,00	0,70
Lípidos	16,20	10,00
Ácidos alifáticos	1,10	1,20
Ácidos clorogénicos	6,90	10,40
Minerales	4,20	4,40
Compuestos aromáticos	trazas	trazas

**Fuente:** (Cenicafe, 2011).

## 2.10. Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero

### 2.10.1. Selección de la Semilla

La semilla se debe seleccionar de sitios de confianza como: institutos agropecuarios, donde debe estar debidamente empacada e identificada, fecha de vencimiento, número de semillas, nombre de la variedad, porcentaje de pureza. En el caso de producir la semilla directamente en una unidad de producción propia u finca se debe hacer una selección minuciosa de las plantas elite

previamente identificadas por años anteriores, ya que es de donde se van a tomar las semillas, las cuales deben estar libres de problemas fitosanitarios y nutricionales (Lagos *et al.*, 2019).

### **2.10.2. Construcción del Germinador**

Es el lugar donde se colocan las semillas para su germinación y crecimiento hasta que estén listas para ser trasplantadas a fundas de polietileno. Según sea la variedad, en una libra de semilla se obtienen aproximadamente 1,200 a 1,800 semillas viables (IICA, 2019).

Las construcciones de las camas se hacen preferiblemente altas para evitar daños por lluvia, contaminación con aguas de escorrentía o de desagües y evitar daños por animales (Lagos *et al.*, 2019). La desinfección del sustrato es muy importante para obtener plántulas libres de enfermedades, principalmente Mal del Talluelo (*Rhizoctonia solani*), enfermedad muy común en esta etapa. Se debe utilizar agua muy caliente, o productos químicos recomendados para realizar este proceso (IICA, 2019).

### **2.10.3. Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa**

Una vez las chapolas hayan alcanzado su tamaño adecuado, aproximadamente de 60 a 70 días, es decir, cuando sus hojas cotiledonales estén completamente abiertas, se deben seleccionar aquellas que cuenten con las mejores características. No se debe trasplantar plántulas en estado de fósforo, debido a que no se puede hacer una buena selección (Lagos *et al.*, 2019).

### **2.10.4. Riego**

Para que las plantas dispongan de un buen crecimiento, es muy importante mantener siempre una humedad adecuada, por eso es recomendable regar todos los días especialmente por la mañana antes que salga el sol. El riego no debe ser a chorro para evitar daño a las plantitas

especialmente en estado de fosforito u evitar la pérdida de suelo en la bolsa. Este tipo de riego sirve para café y demás cultivos, especialmente forestales (Zayas *et al.*, 2015).

#### **2.10.5. Control de Arvenses**

Los primeros meses se considera crítico esta actividad de manejo de las malezas ya que se requiere de un control más frecuente de éstas. Esto ayuda a controlar la erosión disminuyendo la escorrentía y a retener la humedad del suelo. Estas sirven como materia orgánica y evita el daño del impacto directo en el suelo causado por las gotas de lluvia, compactando la misma, lo que se traduce en una menor infiltración de agua a las capas Subterráneas o mantos acuíferos (Vignola *et al.*, 2018).

#### **2.10.6. Control de plagas y enfermedades en vivero**

Los cambios de temperaturas elevadas favorecen la proliferación de plagas y enfermedades y su diseminación. Entre las principales enfermedades en café, se tiene: la antracnosis (*Collectotrichum coffeanum*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y la roya (*Hemileia vastatrix*), que producen caídas de hojas y dañan el tejido leñoso de las plantas (Lugo *et al.*, 2018).

Los nemátodos del género *Meloidogyne* se considera uno de los principales problemas sanitarios en el suelo (Alvarado *et al.*, 2019).

#### **2.10.7. Nutrición del Café en vivero**

La materia orgánica juega un rol muy importante en la preparación de sustratos para viveros y se requiere de grandes volúmenes según la cantidad de plántulas a reproducir (Díaz *et al.*, 2021).

En la fase de producción de plantas se pueden utilizar biofertilizantes en sustitución de productos químicos. Están constituidos por microorganismos vivos que, al aplicarse, colonizan el



interior de la planta y promueven el crecimiento al incrementar la disponibilidad de nutrientes primarios; además, no contaminan los productos vegetales, ni el suelo (María de Lourdes *et al.*, 2011).

### **2.11. ¿Qué es un injerto?**

El injerto se utiliza comercialmente para incrementar los rendimientos de los cultivos y reducir tiempo a la cosecha de los cultivos. Se han desarrollado investigaciones para identificar agentes resistentes a enfermedades del suelo y nematodos al aplicar esta técnica. La tendencia es reducir químicos sintetizados y el tamaño de las áreas dedicadas a la agricultura. La importancia del injerto ha sido reconocida en todos los ámbitos agrícolas, puesto que es una técnica eficaz, limpia y cuyo uso reduce el impacto ambiental (González *et al.*, 2018).

### **2.12. Métodos de injerto**

Una de las formas de manejo de estos fitopatógenos es mediante el uso de injertos ya que se genera resistencia a nematodos (Borjas *et al.*, 2018).

#### **2.12.1. Injerto tipo “Cuña”**

Para este tipo de injerto se realiza un corte longitudinal radial de 1-2 cm en el patrón; luego, se escoge el esqueje que vendría siendo el injerto buscando que sea del mismo diámetro con el patrón y con dos o tres yemas; con ayuda de la cuchilla se realiza cortes por ambos lados del esqueje, hasta conseguir una forma triangular, a fin de que encaje perfectamente en el patrón; finalmente se hace un amarre uniforme con cinta adecuada para injertar, quedando unidas ambas partes (Sernaque *et al.*, 2020).

### **2.12.2. Injerto tipo “Empalme”**

El injerto de empalme conocido también como injerto de corte oblicuo, injerto superior japonés o injerto de tubo, su uso se ha prolongado debido a que tiene un alto índice de éxito, es sencillo de realizar e incluso se puede automatizar. Pese a ser una técnica reciente, se ha desarrollado de forma exponencial y ha sido ampliamente descrito y definido en gran parte de la literatura. Para realizar este proceso, primero el portainjerto se corta recto o en bisel, por debajo o por encima de los cotiledones. Un ángulo de corte pronunciado crea más superficie que un corte plano, permitiendo más células en las superficies de corte del patrón y la púa. de las superficies cortadas del portainjerto y de la púa estén en contacto y, por tanto, se fusionen mejor (Pardo *et al.*, 2020).

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

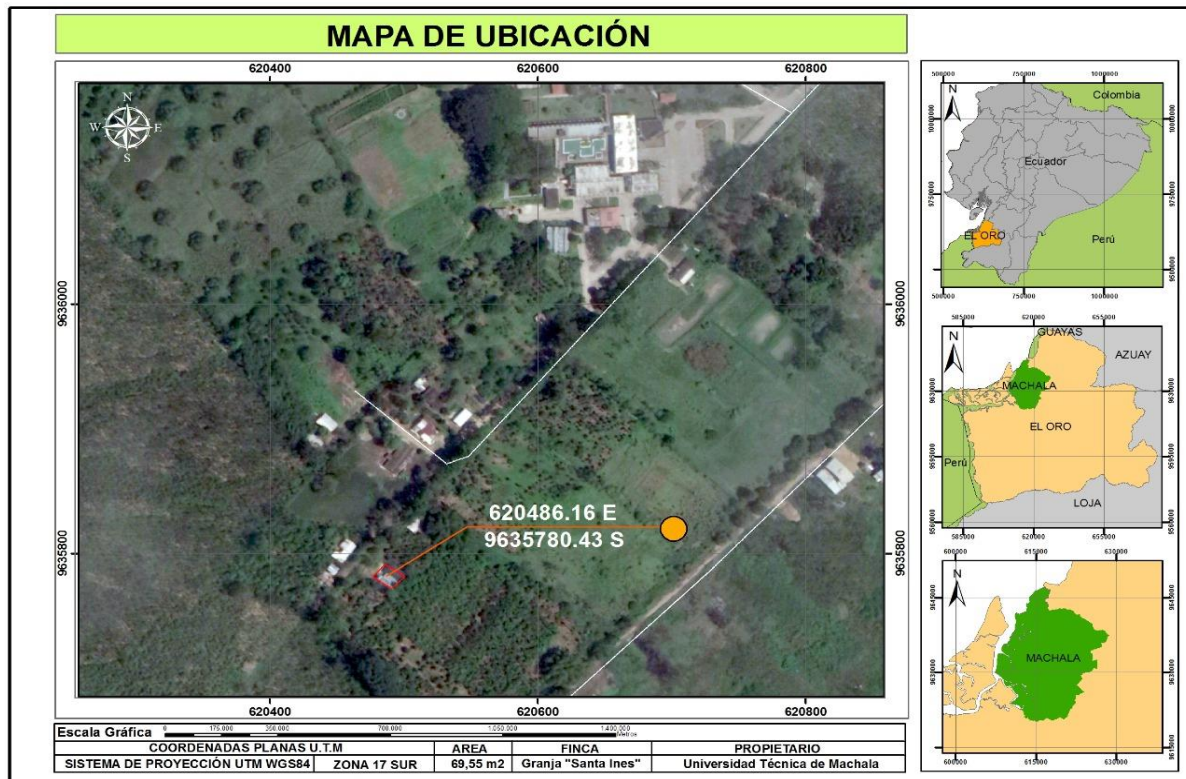
#### 3.1. Localización de estudio

El estudio en campo se desarrolló en la Granja Experimental “Santa Inés” propiedad de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la provincia de “El Oro”, parroquia “El Cambio”, situada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje. El sitio de estudio presenta las siguientes coordenadas:

Longitud:  $79^{\circ}54'05''$  W

Latitud:  $03^{\circ}17'16''$  S

Altitud: 5 msnm



**Figura 5.** Mapa de Ubicación del área experimental

**Fuente:** (Valarezo Rivera *et al.*, 2021).

### **3.2. Clima y ecología de la zona**

El suelo de la Granja “Santa Inés” es de orden Inceptisol, es una zona tropical, con una precipitación media anual de 600 mm, temperatura media anual de 25 ° C y 84% de humedad relativa (Villaseñor *et al.*, 2015).

#### **3.2.1. Materiales y Equipos**

- Semillas de café Geisha
- Bisturí
- Cinta parafilm
- Fundas Para Semilleros
- Tubos Para Muestras
- Agua Destilada
- Alcohol

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Diseño del experimento**

Se realizó DCA (diseño completamente al azar), realizando dos tipos de injertos con 15 repeticiones cada uno, para el buen desarrollo de la investigación se utilizaron fundas de polietileno con medidas de 21 x 12 cm y el suelo utilizado para llenar las mismas fue previamente desinfectado con agua hirviendo. La unidad experimental fue las fundas por lo que se tomaron como parcela, se sembró una semilla por funda en Julio de 2021.

#### **3.4. Material Vegetativo**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó semillas del cultivar Geisha, material genético cosechado en las parcelas demostrativas de la misma Facultad.

### 3.4.1. Café Geisha

Es una de las variedades más exclusivas en el mundo, debido a sus características organolépticas específicamente el aroma y sabor. Es muy apetecido al poseer un delicado sabor con toques florales y especialmente de frutas tropicales.



**Figura 6.** Café Geisha

### 3.5. Tipo de injertos Empleados

#### 3.5.1. Injerto de cuña

Para realizar este tipo de injerto se escogió injerto y patrón del cultivar geisha, se procedió a cortar la parte de la raíz de la plántula en estado de fosforito, posteriormente se le realizó un corte tipo cuña, después al patrón se le cortó la parte aérea y se realizó un corte en el centro para luego encajar el injerto en estado de fosforito, con la cinta parafilm se envolvió para asegurar el injerto, quedando ambos completamente unidos (Figura 7).



**Figura 7.** Injerto de cuña

### 3.5.2. Injerto de empalme

Para este tipo de injerto de igual manera se tomó injerto y patrón del cultivar geisha, se procedió a tomar la plántula en estado de fosforito y se realizó un corte longitudinal, posteriormente se tomó el patrón procurando que tengan el mismo diámetro del tallo y se le realizó el mismo corte, luego se unió ambos y se envolvió con el parafilm procurando que queden perfectamente unidos (Figura 8)



**Figura 8.** Injerto de empalme

## 3.6. Variables consideradas objeto de estudio

### 3.6.1. Altura del tallo

Para esta variable tomaron datos con una regla, estos fueron tomados una vez que estaba realizado el injerto, se tomó la altura del injerto a partir que todas las plántulas estaban en estado de chapolas.



**Figura 9.** Altura del tallo

### 3.6.2. Largo de la hoja

Se tomaron datos a las plantas que fueron injertadas utilizando una regla en centímetros.



**Figura 10.** Largo de la hoja

### 3.6.3. Ancho de la hoja

Igual que la variable anterior, se tomaron datos a las plantas utilizadas como injerto con ayuda de una regla medida en centímetros.



**Figura 11.** Ancho de la hoja

### 3.6.4. Número de hojas

Para esta variable se contabilizaron las hojas de todas las plántulas que fueron consideradas como injertos.

### **3.6.5. Volumen de la raíz**

Para esta variable, se sacrificaron una planta por cada repetición y tipo de injerto, de midió largo y ancho de la raíz para proceder a realizar los cálculos para obtener el volumen de la raíz.

### **3.6.6. Porcentaje de prendimiento**

Una vez realizados los injertos se procedió a tomar datos de todos los que prendieron con el patrón, esta variable fue tomada aproximadamente dos semanas después de realizado el procedimiento de injerto.



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Altura del tallo (cm)

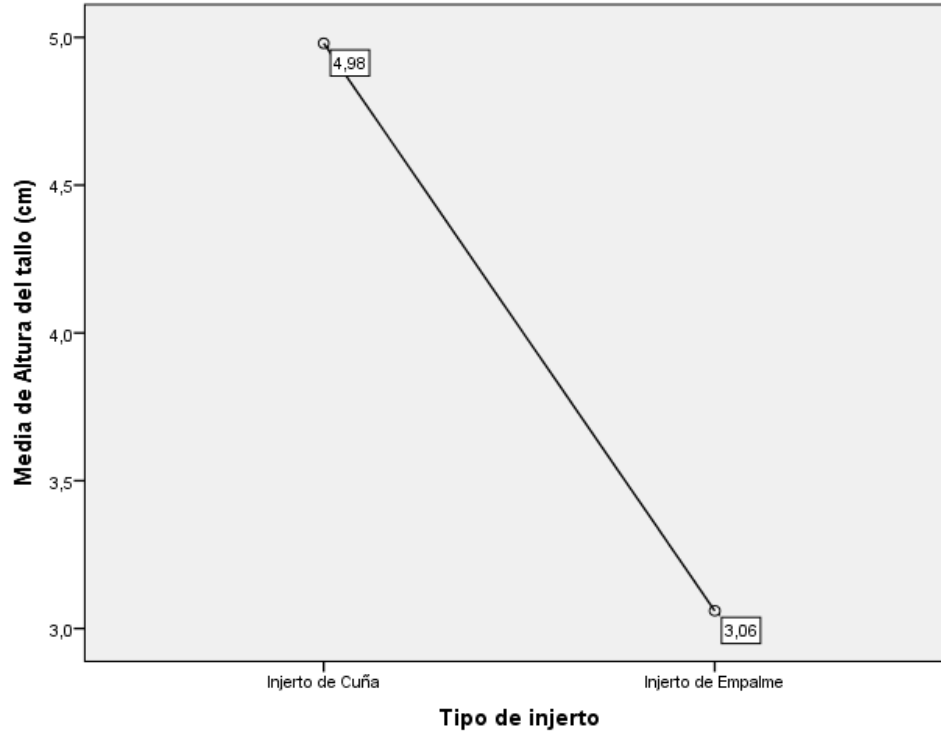
La prueba de efectos inter-sujetos en la variable altura del tallo demuestra un p-valor mayor a 0,05 por lo que no existe diferencias significativas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Prueba de efectos inter-sujetos para altura del tallo

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	27.648	1	27.648	2.229	.147
<b>Dentro de grupos</b>	347.240	28	12.401		
<b>Total</b>	374.888	29			

En el gráfico 3 se observa que la altura del tallo de las plántulas que fueron realizadas el injerto tipo cuña obtuvieron un mayor valor con 4,98 cm, con una diferencia de 1,92 cm del injerto de empalme por lo que, si existen diferencia, siendo el injerto cuña el mejor para el crecimiento y desarrollo del tallo de la planta.

Según Sernaque *et al* (2020), el injerto de cuña es muy fácil de realizar y en su investigación demuestra buenos resultados en la longitud del tallo aplicando este tipo de injerto



**Gráfico 3.** Media de altura del tallo.

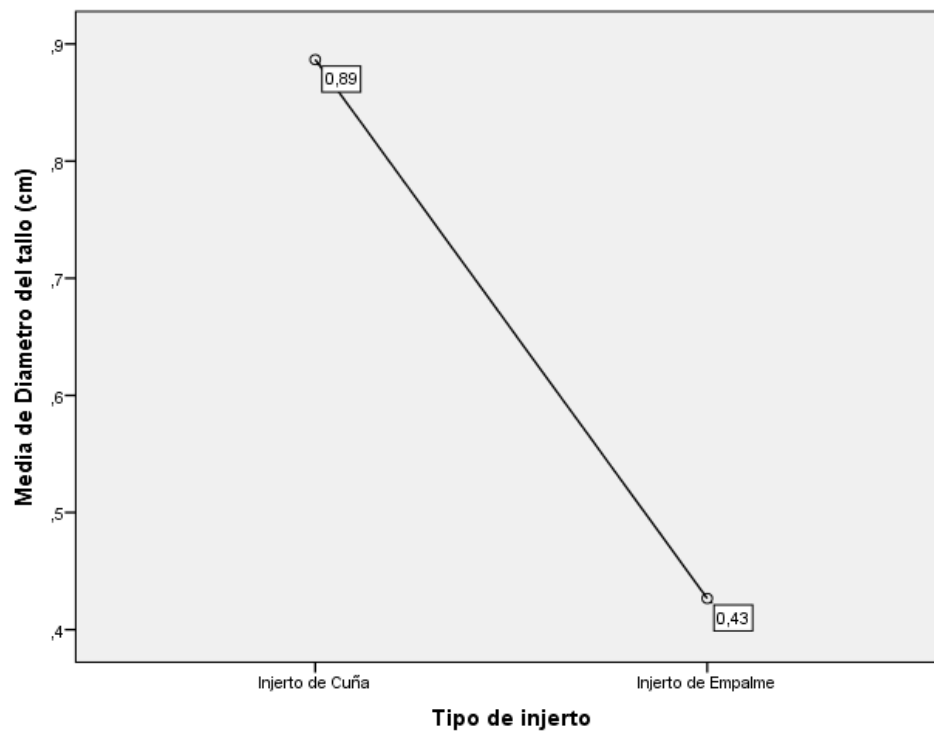
#### 4.2. Diámetro del tallo (cm)

En la tabla 3 se puede apreciar que en la prueba de efectos inter-sujetos en la variable diámetro del tallo un p-valor menor a 0,05 por lo que sí existe diferencias significativas.

**Tabla 3.** Prueba de efectos inter-sujetos para diámetro del tallo.

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	1.587	1	1.587	4.795	.037
<b>Dentro de grupos</b>	9.267	28	.331		
<b>Total</b>	10.854	29			

Al realizar el injerto de cuña el diámetro del tallo es mayor con una media de 0,89 cm en comparación con el injerto de empalme que se observa un valor mucho menor de 0,43 cm con una diferencia de 0,46 cm es decir un poco más del doble entre ambos, por lo tanto, si existen diferencias significativas para esta variable (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Media de diámetro del tallo.

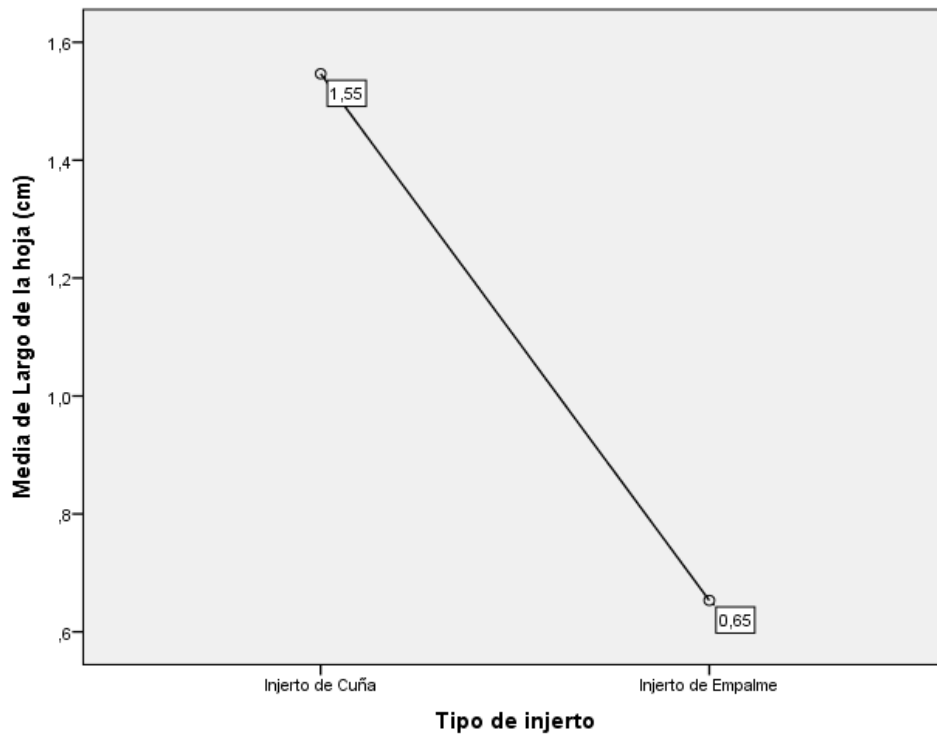
#### 4.3. Largo de la hoja (cm)

Al realizar la prueba de efectos inter-sujetos en la variable largo de la hoja se observa un p-valor es de 0.016, el cual es menor a 0,05 por lo tanto si existen diferencias al realizar los diferentes tipos de injertos empleados en esta investigación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Prueba de efectos inter-sujetos para largo de la hoja.

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	5.985	1	5.985	6.599	.016
<b>Dentro de grupos</b>	25.395	28	.907		
<b>Total</b>	31.380	29			

El mayor largo de la hoja lo obtuvieron las plantas que fueron realizado el injerto de cuña con 1,55 cm con una diferencia de 0,90 cm con el largo de las plántulas que fueron injertadas con el tipo empalme, por lo tanto, el injerto de cuña presentó mejor desarrollo y crecimiento de las hojas (Gráfico 5).



**Gráfico 5.** Media de largo de la hoja

#### 4.4. Ancho de la hoja (cm).

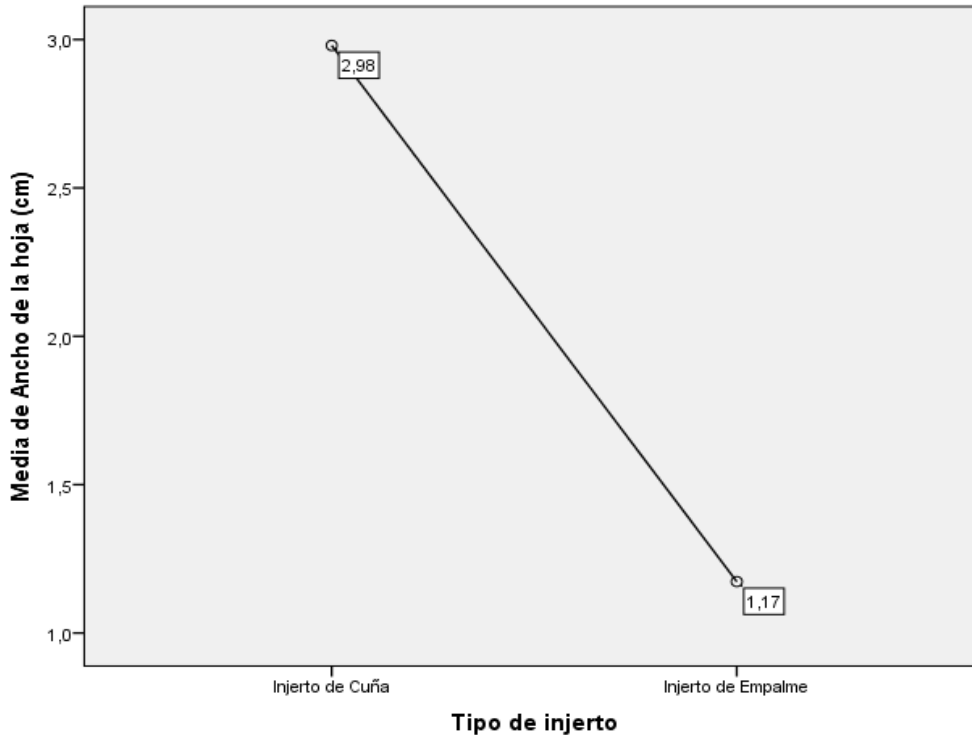
En la tabla 5 se analizan la interacción que tienen los tipos de injertos realizados a las plántulas de café, donde, se muestra un p-valor menor a 0,05 por lo que sí existe diferencias para el ancho de la hoja.

**Tabla 5.** Prueba de efectos inter-sujetos para ancho de la hoja

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	24.480	1	24.480	6.679	.015
<b>Dentro de grupos</b>	102.633	28			
<b>Total</b>	127.114	29			

En el gráfico 6 se observa la media del ancho de la hoja, donde las plántulas que fueron injertadas con tipo cuña tiene un mayor ancho con 2.98 cm y las de tipo empalme 1.17 cm, valores totalmente diferentes, el injerto cuña es el mejor para el desarrollo de las hojas tanto ancho como largo, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre ambos injertos para esta variable.

Manifiesta Quijije (2021) que, al realizar injertos de tipo cuña se obtiene una mayor desarrollo de la planta en condiciones de vivero y principalmente en el crecimiento de las hojas a partir de las verdaderas.



**Gráfico 6.** Media de ancho de la hoja

#### 4.5. Número de hojas

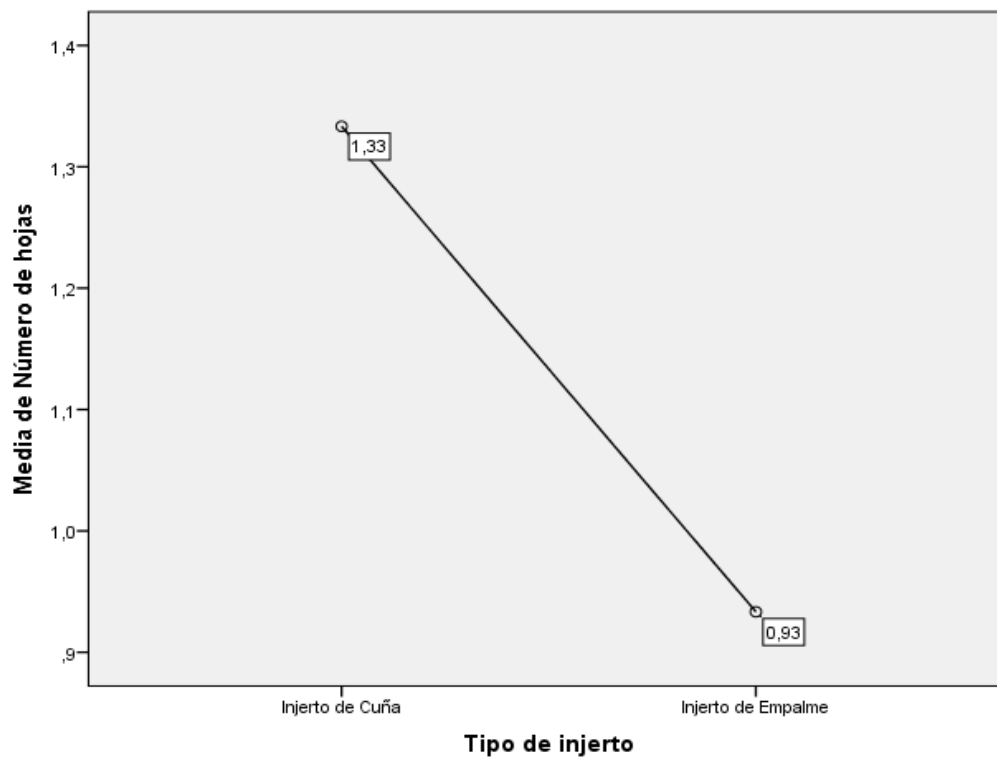
El número de hojas del cafeto se pronuncia por pares de hojas, en la prueba de efectos inter-sujetos en la variable número de hojas, se observa una significancia de 0.285 valor superior al p-valor de 0,05 donde no existen diferencias estadísticas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Prueba de efectos inter-sujetos para número de hojas

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	1.200	1	1.200	1.189	.285
<b>Dentro de grupos</b>	28.267	28	1.010		
<b>Total</b>	29.467	29			

La media del número de hojas se presenta en el gráfico 7, donde se puede constatar que al realizar el injerto de cuña este incrementa su masa vegetal obteniendo el mayor número con 1,33 a diferencia de las plantas que se les realizó el injerto de empalme que presentaron un valor menor con 0,93 hojas, donde se pone en evidencia que el tipo de injerto que se realice en las plántulas de café si influyen en el desarrollo y crecimiento de la aparición de hojas.

Según Otiniano *et al.*, (2018) en su investigación las plantas injertadas presentaron mayor número de hojas y su desarrollo fue excelente aplicado a plántulas de café arábico.



**Gráfico 7.** Media de número de hojas

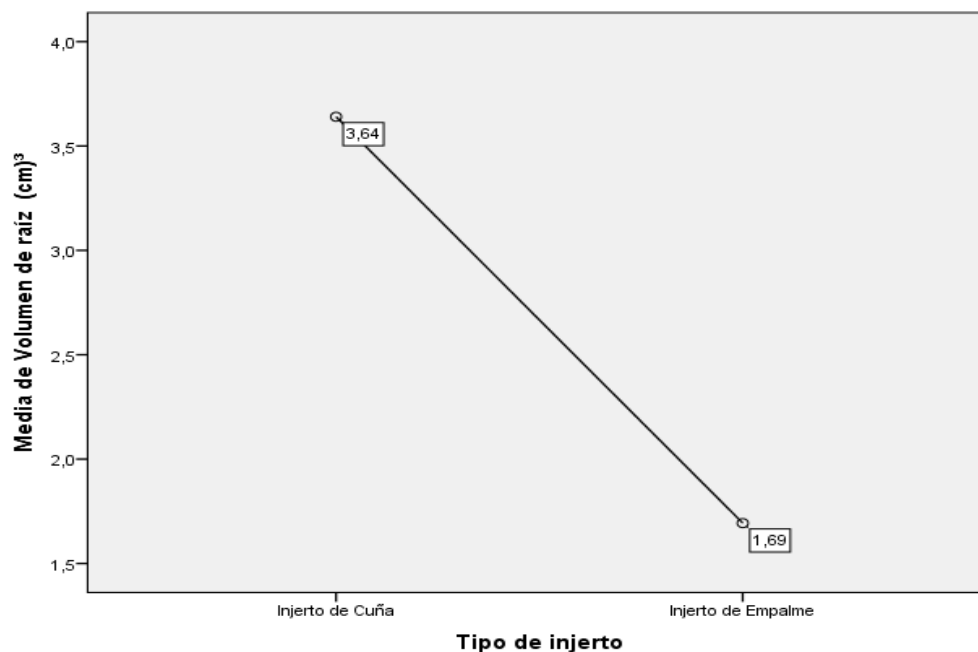
#### **4.6. Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>)**

En la tabla 7 se observa la prueba de efectos inter-sujetos realizada a la variable volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>), se observa una significancia de 0.029 valor por debajo del p-valor de 0,05 donde estadísticamente si existen diferencias significativas.

**Tabla 7.** Prueba de efectos inter-sujetos para volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>).

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	28.421	1	28.421	5.326	.029
<b>Dentro de grupos</b>	149.405	28	5.336		
<b>Total</b>	177.827	29			

Las plantas que fueron empleadas con el método de injerto cuña presentaron un volumen de raíz mucho más alto con 3,64 cm<sup>3</sup> a diferencia de las plantas con el injerto empalme que presentaron 1,69 cm<sup>3</sup> con una diferencia de 1,95 cm<sup>3</sup> entre ambos, demostrando una vez más que el tipo de injerto si influye en ciertas características en el desarrollo de las plántulas en vivero (Gráfico 8). Manifiestan Castro *et al.*, (2016) que el volumen de la raíz de las plantas sometidas a injerto fue mucho mayor y sobre todo al realizar injertos de tipo cuña.



**Gráfico 8.** Media de volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>).



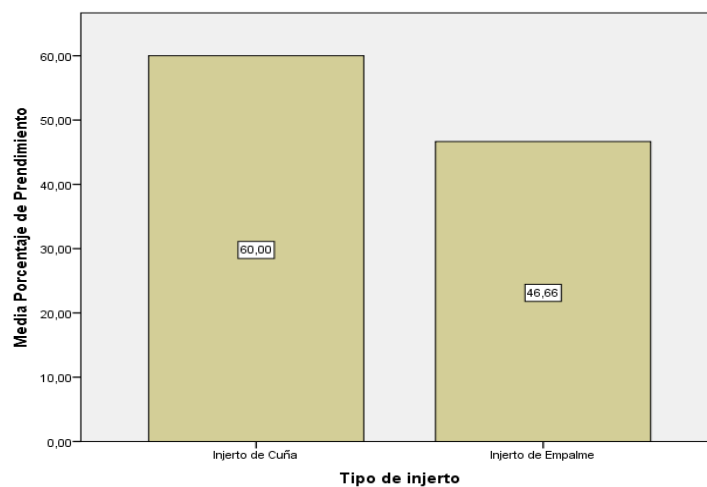
#### 4.7. Porcentaje de prendimiento

En la tabla 8 se presenta la prueba de efectos inter-sujetos para porcentaje de prendimiento, donde se observa que no existe diferencias significativas debido a que la significancia presenta un valor de 0.285 que es mayor la p-valor de 0,05.

**Tabla 8.** Prueba de efectos inter-sujetos para porcentaje de prendimiento

<b>Factor de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	.300	1	.300	1.189	.285
<b>Dentro de grupos</b>	7.067	28	.252		
<b>Total</b>	7.367	29			

Se pone en evidencia que el injerto de cuña presentó un mayor porcentaje con el 60% a diferencia del injerto empalme que nada más presentó el 46,66% teniendo una diferencia de 13,34% por lo que el mejor injerto realizado es el injerto de cuña al presentar diferencia en el desarrollo y crecimiento de las plántulas de café injertadas. Cabe recalcar que esta variable se ve afectada por factores no controlados (sombra, aire, agua) y además la técnica para realizar el injerto.



**Gráfico 9.** Media de porcentaje de prendimiento (%).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

- El injerto más eficiente realizado en esta investigación es el injerto tipo cuña ya que se demostró excelentes resultados en la etapa de vivero.
- Al realizar el injerto cuña demostró excelentes resultados en todas las variables evaluadas, entre ellas: Largo y diámetro del tallo, largo y ancho de las hojas, volumen de la raíz y finalmente el porcentaje de prendimiento.
- El injerto cuña obtuvo el mayor porcentaje de prendimiento con 60 % a diferencia del injerto empalme como 46,65 %, por lo que finalmente se concluye que realizar diferentes tipos de injertos si influye en el prendimiento, además que la técnica a utilizar también es otro factor muy importante.
- Realizar injertos es muy importante para el control de nematodos en el suelo ya que las raíces del injerto no están en contacto con el suelo, sino que se alimenta y vive por medio del patrón, es una técnica muy rentable, amigable con el medio ambiente y de fácil acceso para el viverista que se dedique a esta actividad.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Tener en cuenta la fase lunar para realizar esta técnica.
- El sustrato para llenado de las fundas debe estar previamente desinfectado.
- Las raíces antes del trasplante también deben estar desinfectadas para evitar la propagación de enfermedad e insectos plagas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Alfonse, A., Trejo, J., & Martinez, M. (2018). Opción climática para la producción de café en México. *Ensayos Revista de Economía*, 37(2), 135-154. doi:<http://dx.doi.org/10.29105/ensayos37.2-1>
- Alvarado, L., Castro, V., Tejada, J., Borjas, R., & Julca, A. (2019). Fungi and nematodes associated with weeds present in the coffee crop (*Coffea arabica* L.) in the central jungle of Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 37-45.
- Argoti, A., & Belalcazar, N. (2017). El mercado del café en los contextos mundial, nacional y regional\*. *Revista UNIMAR*, 35(2), 325-348.
- Barba, & Heredia. (2011). *Guía técnica para el cultivo del café* (1ra ed.). Costa Rica.
- Borjas, R., Andía, E., Alarcon, G., Castro, E., & Julca, A. (2018). Crecimiento y calidad de plántulas de café (*Coffea arabica*) injertadas sobre *Coffea canephora* frente a nematodos en vivero. *Journal of the Selva Andina Biosph*, 6(2), 28-41.
- Candelas. (2015). *Historia del Café*. Obtenido de <https://www.cafescandelas.com/el-cafe/historia-del-cafe>
- Castro, B., Cortina, H., & Sánchez, P. (2016). Evaluación de injertos de café sobre patrones resistentes a *Ceratocystis* ELL. Halts Hung. *Cenicafe*, 61(1), 46-54.
- Cenicafe. (2011). *Composición Química de una Taza de Café*. Colombia : Programa de Investigación Científica Fondo Nacional del Café.
- Cluis, J. (7 de septiembre de 2012). *Características de la planta de Café*. Obtenido de <https://juliancluisv.wordpress.com/2012/09/07/caracteristicas-de-la-planta-de-cafe/>

- Díaz, A., Lpez, Y., Suarez, C., & Díaz, L. (2021). Efecto del FitoMas-E y dos proporciones de materia orgánica sobre el crecimiento de plántulas de cafeto en vivero. *Revista Centro Agrícola*, 48(1), 14-22.
- Enriquez, J., Retes, R., & Vasquez, E. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(3), 150-155.
- Espinoza, K., Toapanta, M., Garcia, J., Vasquez, J., & Jimenez, J. (2017). Evaluación agronómica de la calidad de plantas de café (*Coffea arábica* L) mediante injerto Hipocotiledonar, en Caluma, Ecuador. *Revista De Investigación Talentos*, 4(1), 87-94.
- FAOSTAT. (1 de Septiembre de 2021). Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Gil, J. (2019). Indicadores bióticos del cambio climático: casos granadilla y café. *Revista Yachay*, 8(1), 522-529.
- González, M., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., & Gómez, L. (2018). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista Protección Vegetal*, 23(2), 69-74.
- ICO. (2018). *Aspectos botánicos*. Obtenido de *Coffea arabica*: Café Arábica: [https://www.ico.org/es/botanical\\_c.asp](https://www.ico.org/es/botanical_c.asp)
- IICA. (2019). *Manual de producción sostenible de café*. Santo Domingo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Integrated Taxonomic Information System. (2017). Obtenido de <https://www.itis.gov/>.

- Juarez, A., Debernardi, H., Quevedo, A., Malagón, F., & Morales, V. (2018). Características Físicas del Fruto de Café (*Coffea arabica* L.) en Híbrido de Timor. *AGROProductividad*, *11*(3), 115-132.
- Lagos, T., Criollo, H., García, J., Muñoz, J., Lopez, J., Benavides, V., & Dulce, J. (2019). *El cultivo de Café (Coffea arabica L.) en Nariño*. Colombia: Editorial Universidad de Nariño.
- Lopez, F., Escamilla, E., Zamarripa, A., & Cruz, G. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista Fitotecnia mexicana*, *39*(3), 297-304.
- Lopez, W., Urbina, L., Reynoso, R., & Martinez, J. (2018). Efectos del encalado en suelo ácido cultivado con café (*Coffea arabica* L.) en la reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista Agroproductividad*, *11*(4), 55-60.
- Lucero, K. (06 de Febrero de 2020). El Café ecuatoriano va en caída libre . (R. GESTIÓN, Ed.) *Gestión Digital* .
- Lugo, D., Desiderio, E., & Fajardo, M. (2018). Prácticas y saberes comunitarios en la Sierra Norte de Puebla: el caso del café, sus plagas y enfermedades. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *9*(2), 77-87. doi: <https://doi.org/10.22490/21456453.2135>
- María de Lourdes, A. A., Ramón, J., Hernández, C., Figueroa, M., & Monreal, C. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *2*(3), 417-431.
- Marin, T., Gomez, F., Aguilar, N., Murgia, J., Trejo, L., Pastelin, M., & Odon, C. (2018). Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual. *Revista fitotecnia*

- mexicana*, 41(4), 365-372. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n4/0187-7380-rfm-41-04-365.pdf>
- Mendoza, M. R. (2020). *Estudio de factibilidad para el establecimiento de una exportadora de café robusta en Orellana, Ecuador, para su comercialización en Alemania*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Monroig, M. (2018). *Morfología del Cafeto*. Obtenido de [https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia\\_cafeto2.pdf](https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf)
- Ocampo, O. L., & María, Á. L. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes CENES*, 36(64), 139-165. doi:<https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419>
- Otiniano, A., Alarcón, E., Castro, S., & Ventura, R. (2018). Comportamiento de *Coffea arabica* L. injertadas sobre *Coffea canephora* en presencia de nematodos en vivero. 20(3), 267-280.
- Palomino, C. L., Espejo, R., Mansilla, R., & Quispe, J. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (*Coffea arabica* L.). *Revista "Ecología Aplicada"*, 13(2), 129-134.
- Pardo, J., Carreño, A., Martínez, C., & Hicham, F. (2020). Behavior of Different Grafting Strategies Using Automated Technology for Splice Grafting Technique. *Revista "Applied Sciences"*, 10(3), 39-53.
- Quijije, J. (2021). "Evaluación agronómica de 7 genotipos de café arábica (*Coffea arabica*). Manabí - Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Rendón, J., & Giraldo, A. (2019). Distribución de raíces en café variedad Castillo® bajo dos arreglos espaciales. *Revista Cenicafé*, 70(1), 7-17.

- Rivera, D., & Tamayo, C. (2018). *Establecimiento de un cultivo de café variedad Gueisha en la finca Los Cerezos, Vereda Malteria*. Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. Centro para la Formación Cafetera.
- Robles, L. (2017). *Análisis teórico de la industria del Café en Ecuador y su relación con el cambio en la matriz productiva*. Honduras.
- Rodriguez, M. (2017). El cultivo de café robusta gana interés en Los Santos. *Revista Economía*, 2(3), 10-12. Obtenido de Revista Economía: <https://www.laestrella.com.pa/economia/170806/cafe-gana-cultivo-robusta-interes>
- Rojo Jimenez, E. (2014). Café I (G. Coffea). *Revista Reduca*, 7(2), 113-132.
- Sabora. (2017). *7 diferencias entre el café arábica y el café robusta*. Obtenido de <https://cafesabora.com/es/7-diferencias-entre-el-caf%C3%A9-ar%C3%A1bica-y-el-caf%C3%A9-robusta>
- Saldarriaga, T., & Rendón, J. (2020). *Elaboración de una propuesta alternativa de comercialización para los productores de café basada en la venta de flor de café*. Medellín: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA.
- Sernaque, A. S., Charcape, J. M., León, J. M., Barrionuevo, R., De La Cruz, A. J., & Correa, V. A. (2020). Porcentaje de prendimiento en *Caesalpinia spinosa* “taya” por injertos tipo “t” y “cuña” en Tambogrande, Piura – Perú. *Revista Manglar*, 17(1), 89-93.
- Tovar, E. (2017). *Plan de negocios para la exportación de café de origen Peruano encapsulado a china*. Perú: Universidad ESAN.



- Valarezo Rivera, N., Quevedo Guerrero, J., Ajila Gia, L., García Batista, R., & Chabla Carrillo, J. (2021). Evaluación del porcentaje de germinación de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.) empleando cuatro trata. *Revista Agroecosistemas*, 9(1), 69-76.
- Valverde, L., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchán, W., & Gabriel Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28.
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(2), 72-91. doi: 10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91
- Vignola, R., Watler, W., Poveda, K., & Vargas, A. (2018). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de Café en Costa Rica*. Costa Rica.
- Villalta, J., & Gatica, A. (2019). Una mirada en el tiempo: mejoramiento genético de café mediante la aplicación de la biotecnología. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 577-599. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34173>.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola. *Revista Cumbres*, 1(2), 28-34.
- Zapata, P., Andrade, H., & Katherine, Z. (2017). Comportamiento Ecológico del Cafeto (*Coffea arabica* L.) Castillo en Sistemas Agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 61-70.
- Zavaleta, M. (2017). *Macrofauna y Propiedades Físicas y Químicas del Suelo en cultivos de Café del Distrito de Jepelacio*. Trujillo - Perú: Unidad de PosGrados en Ciencias Biológicas .

Zayas, E., González, F., Martínez, R. L., & Rey, Á. (2015). Respuesta productiva del café al manejo del riego. Función agua-rendimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(4), 5-11.

## 8. ANEXOS



**Anexo 1.** *Cosecha de café variedad Geisha.*



**Anexo 2.** *Sacado de la cáscara de café para el respectivo secado.*



**Anexo 3.** *Secado de la semilla de café.*



**Anexo 4.** *Llenado de fundas previo a la siembra.*



**Anexo 5.** *Escarificación de la semilla de café.*



**Anexo 6.** *Siembra de la semilla de café escarificada.*



**Anexo 7.** *Riego.*



**Anexo 8.** *Germinación de la semilla de café, 28 días posterior a la siembra.*





**Anexo 9.** *Aparición de hojas y plantas tipo fosforito.*



**Anexo 10.** *Plántulas listas para ser injertadas.*



**Anexo 11.** *Realización de los injertos de dos tipos de cuña y de empalme.*



**Anexo 12.** *Injertos culminados y puestos en agua destilada previo a su trasplante a las fundas.*