



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**COMPARACIÓN DE MÉTODOS ASEXUALES EN PROPAGACIÓN  
DE HÍBRIDOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arábica* L.) POR  
ESQUEJES, INJERTOS Y ACODOS**

**AUTORES:**

**DENNY BYRON PONCE ZAMBRANO  
ERICKA DAYANA MACÍAS ALAVA**

**TUTOR:**

**ING. LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI, Ph. D.**

**CALCETA, FEBRERO DEL 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ericka Dayana Macias Álava con cédula de ciudadanía 131570775-0 y Denny Byron Ponce Zambrano con cédula de ciudadanía 131559323-4 , declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPARACIÓN DE MÉTODOS ASEXUALES EN PROPAGACIÓN DE HÍBRIDOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L.*) POR ESQUEJES, INJERTOS Y ACODOS** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creativos e Innovación.

ERICKA DAYANA MACIAS ALAVA

CC: 131570775-0

DENNY BYRON PONCE ZAMBRANO

CC: 131559323-4

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Ericka Dayana Macias Álava con cédula de ciudadanía 131570775-0 y Denny Byron Ponce Zambrano con cédula de ciudadanía 131559323-4, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución de Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPARACIÓN DE MÉTODOS ASEXUALES EN PROPAGACIÓN DE HÍBRIDOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arábica* L.) POR ESQUEJES, INJERTOS Y ACODOS**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**ERICKA DAYANA MACIAS  
ALAVA**

**CC: 131570775-0**



---

**DENNY BYRON PONCE  
ZAMBRANO**

**CC: 131559323-4**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**ING. LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI. MG** , certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado **COMPARACIÓN DE MÉTODOS ASEXUALES EN PROPAGACIÓN DE HÍBRIDOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L.*) POR ESQUEJES, INJERTOS Y ACODOS**, que ha sido desarrollado por **ERICKA DAYANA MACIAS ALAVA Y DENNY BYRON PONCE ZAMBRANO**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo con el **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

-----  
**ING. LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI, PH.D.**

**CC:0600994115**

**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPARACIÓN DE MÉTODOS ASEXUALES EN PROPAGACIÓN DE HÍBRIDOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica L.*) POR ESQUEJES, INJERTOS Y ACODOS**, que ha sido desarrollado por, **ERICKA DAYANA MACIAS ALAVA** y **DENNY BYRON PONCE ZAMBRANO**, previa la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO  
GARCÍA MG.**

**CC: 131195683-1**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**ING. CRISTIAN SERGIO  
VALDIVIESO LOPEZ MG.**

**CC: 171792928-3**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. SERGIO MIGUEL VELEZ  
ZAMBRANO MG.**

**CC: 131047677-3**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres Ricardy Macías y Ana Álava por confiar, creer en mí y en mi desarrollo como profesional.

A Valentina, M<sup>a</sup> Dolores y Jeomara mis hermanas por su compañía incondicional y gracias porque de una u otra forma han sido mi inspiración.

A todos los miembros de mi familia que estuvieron a mi lado en muchos momentos, por estar siempre pendiente, asegurándose con un mensaje que todo estaba bien, y alegrándome en algunos días difíciles.

A todos los ingenieros de la carrera de Ingeniería Agrícola, especialmente a los ingenieros Luis Duicela y Willian Chilán, que, gracias a sus conocimientos alcanzados durante su vida profesional, hicieron que la ejecución de este proyecto académico sea de gran apoyo y muy exitoso.

Gracias a todas las personas que estuvieron recorriendo este camino conmigo, y a los que el tren realizó paradas imprevistas y tuvieron que bajarse, pero dejaron lecciones de vida.

**Ericka Dayana Macías Álava**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres Cesar Ponce y Mirian Zambrano por confiar, creer en mí y en mi desarrollo como profesional.

A Lida Holguín por confiar, y creer en mí desarrollo como profesional.

A Sonia Salazar, Byron José, Lida Alexandra mi familia por siempre apoyarme en mi desarrollo como profesional a enseñarme que las cosas con esfuerzo e inspiración son las mejores metas en lograr.

A todos los ingenieros de la carrera de Ingeniería Agrícola, especialmente a los ingenieros Luis Duicela y Willian Chilán, que, gracias a sus conocimientos alcanzados durante su vida profesional, hicieron que la ejecución de este proyecto académico sea de gran apoyo y muy exitoso.

**Denny Byron Ponce Zambrano**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por darme fuerzas y bendiciones para continuar después de cada tropiezo y ofrecerme lo necesario para cumplir mis metas.

El amor hacia uno mismo es un arma poderosa, con la cual puedes mover masas si así te lo propones, es por esto que me dedico este trabajo, fueron unos años de muchos cambios, unos buenos, otros malos, pero más grandes eran mis fuerzas de salir adelante, obtener mi título por todas las veces que lloré y tuve que secarme mis lágrimas, seguir con la vida, para demostrarme que puedo lograr todo lo que me proponga.

**Ericka Dayana Macías Álava**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por brindarme fuerza para seguir a delante en los momentos más difíciles de mi vida cotidiana; a mi madre, aunque ya no esté en el mundo terrenal siempre tuve el apoyo de ella espiritualmente en la cual gracias a ella estoy culminando unos de los muchos logros en esta vida profesional; a mi padre por aportar su granito de arena para mis estudios profesionales; a mis hijos y a mi esposa que son el tesoro más grande que pueda tener y el motivo y razón de superación; a mi hermana a mi sobrina, cuñado y a mi familia a la cual siempre me apoyo en el ámbito de desarrollo como profesional; a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y con ella a todos los ingenieros que me apoyaron desde que llegue a la carrera en apoyarme con consejos de superación y a no rendirme en el camino del desarrollo como profesional.

**Denny Byron Ponce Zambrano**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL .....	x
CONTENIDO DE TABLAS .....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. IMPORTANCIA DEL CAFÉ.....	4
2.2. APTITUD AGROECOLÓGICA del café.....	4
2.3. TAXONOMÍA DE CAFÉ ARÁBIGO .....	5
2.4. HÍBRIDOS F1 de café arábigo.....	5

2.5. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN PLANTAS .....	6
2.6. REPRODUCCIÓN ASEXUAL .....	7
2.7. REPRODUCCIÓN SEXUAL .....	7
2.8. PROPAGACIÓN VEGETATIVA.....	7
2.9. INJERTOS .....	8
2.10. INJERTO EN PÚA TERMINAL .....	10
2.11. ACODOS .....	10
2.12. ESQUEJES.....	11
2.12.1. TIPOS DE ESQUEJES .....	12
CAPÍTULO iii. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	14
3.1. UBICACIÓN .....	14
3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS.....	14
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO .....	14
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	14
3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	17
3.7. VARIABLES REGISTRADAS .....	17
3.7.1. SOBREVIVENCIA .....	17
ESTADO FITOSANITARIO .....	18
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	19
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.2. ESTADO FITOSANITARIO.....	24
4.3. VIGOR VEGETAL .....	25
4.4. NÚMERO DE HOJAS .....	25
4.5. LONGITUD DE BROTE .....	27
4.6. COMPORTAMIENTO MORFOLÓGICO .....	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31

BIBLIOGRAFÍA ..... 32

ANEXO : .....

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del café arábigo .....	5
<b>Tabla 2.</b> Datos climáticos.....	14
<b>Tabla 3.</b> Valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 30 días de establecidos .....	22
<b>Tabla 4.</b> Valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 60 días de establecidos .....	23
<b>Tabla 5.</b> Valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 90 días.....	23
<b>Tabla 6.</b> Valores del estado fitosanitario en función de los métodos de propagación de café arábigo en la zona de calceta .....	24
<b>Tabla 7.</b> Valores de vigor vegetal en función de los métodos de propagación de café arábigo en la zona de calceta .....	25
<b>Tabla 8.</b> Comparación del número de hojas en función de los métodos de propagación por injertos, acodos y enraizamiento de esquejes de café arábigo .....	25
<b>Tabla 9.</b> Comparación de medianas en longitud de brotes en función de los métodos de propagación injertos, acodos, esquejes de café arábigo.....	28
<b>Tabla 10.</b> Valores en promedio de las variables de los tres metodos de propagación.....	.....

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Comparación en el número de hojas en función de los métodos de propagación en café arábigo.....	27
<b>Gráfico 2.</b> Valores máximos y mínimos de número de hojas en café arábigo, en la zona de calceta.....	27
<b>Gráfico 3.</b> Valores máximos y mínimos de longitud de brotes a los 90 días de crecimiento del café arábigo.....	29
<b>Gráfico 4.</b> Similitud en el comportamiento morfológico de los brotes con distintos métodos de propagación .....	30

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar la efectividad de tres métodos de propagación vegetativa en café arábigo (*Coffea arabica*): injertos, acodos y esquejes. Se estableció un diseño experimental completamente aleatorizado con desigual número de observaciones para evaluar los métodos. Las principales variables medidas fueron: sobrevivencia, número de hojas, longitud del brote, vigor vegetal y estado fitosanitario. La sobrevivencia se expresó como porcentaje mediante la fórmula: cantidad de plantas sobrevivientes/cantidad total inicial de plantas. El resto de variables se midieron utilizando escalas numéricas de 1 a 5, donde 1 representaba condiciones muy inadecuadas y 5 condiciones excelentes. Los datos se analizaron estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $p < 0,01$ ). Los resultados mostraron que a los 30 y 60 días no hubo diferencias significativas entre los métodos en ninguna variable. Sin embargo, a los 90 días tanto los acodos como los injertos presentaron mayor longitud de brote que los esquejes. Específicamente, los acodos superaron los 21 cm de desarrollo. Adicionalmente, los injertos mostraron mejores condiciones de crecimiento, vigor y estado sanitario en comparación con los demás métodos. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que la propagación vegetativa por injertos es un método viable para la reproducción de café arábigo, ya que promueve un óptimo desarrollo de las plántulas.

### Palabras clave:

Sobrevivencia, multiplicación asexual, potencial productivo, prendimiento, rehabilitación.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to compare the effectiveness of three vegetative propagation methods in Arabica coffee (*Coffea arabica*): grafting, layering and cuttings. A completely randomized experimental design with an unequal number of observations was established to evaluate the methods. The main variables measured were: survival, number of leaves, shoot length, plant vigor and phytosanitary status. Survival was expressed as a percentage using the formula: number of surviving plants/initial total number of plants. The rest of the variables were measured using numerical scales from 1 to 5, where 1 represented very inadequate conditions and 5 represented excellent conditions. The data were statistically analyzed using the non-parametric Kruskal-Wallis test ( $p < 0.01$ ). The results showed that at 30 and 60 days there were no significant differences between the methods in any variable. However, after 90 days, both the layers and the grafts had greater shoot length than the cuttings. Specifically, the layers exceeded 21 cm in development. Additionally, the grafts showed better growth conditions, vigor and health status compared to the other methods. According to the results obtained, it is concluded that vegetative propagation by grafting is a viable method for the reproduction of Arabica coffee, since it promotes optimal development of the seedlings.

### **Keywords:**

Survival, asexual multiplication, productive potential, sprouting, rehabilitation.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el Ecuador, el café es un cultivo que tiene relevante importancia económico, social y ambiental. En lo económico contribuye a la generación de ingresos a las familias de productores, acopiadores, transportistas y procesadores. En lo social se destaca la contribución de la caficultura en la generación de empleo y en la tradición que se ha construido alrededor del café. En lo ambiental, la caficultura ecuatoriana se desarrolla, en su mayor parte, en sistemas agroforestales que constituyen el hábitat de muchas especies de la flora y fauna nativas (Fernández, 2017).

Los cafetales arábigos presentan alta variación fenotípica, estimándose que un 25% de los cafetos tienden a ser improductivos o poco productivos, a causa del deficiente manejo agronómico, situación que afecta directamente a los niveles de rendimiento. Se considera que se puede aprovechar el tejido de las plantas establecidas y con baja producción para que sirvan de soporte o patrón donde se injerten brotes de cafetos altamente productivos, la multiplicación mediante acodos o la clonación de esquejes, con el objetivo de elevar la producción por lote fue empleado para colonizar muchas zonas tropicales húmedas por su adaptabilidad y altos rendimientos, especialmente en el Litoral y en la Amazonía (Fernández, 2017).

La baja productividad que caracteriza a los sistemas productivos de café en el país se debe a la falta de conocimiento del germoplasma cultivado y desconocido, a una mezcla de variedades en las fincas productoras y a una incipiente tecnificación, que por lo general no consideran una oportuna fertilización, aplicación del riego, control y prevención de enfermedades, desarrollo de podas sanitarias y de formación; motivo para desarrollar investigaciones en mejoramiento genético de café y evaluar métodos de multiplicación asexual de forma masiva (Morales, 2017).

Según Sotomayor (2021), en la actualidad solo tres especies de las 130 que existen del género *Coffea* se cultivan comercialmente como son *Coffea arábica* L., *Coffea*

*Canephora* y *Coffea liberica* Bull. El mejoramiento genético del cultivo de café en estas últimas décadas, ha tomado importancia en el mundo debido a los grandes beneficios del uso de la propagación masiva que brinda al utilizar esta técnica, en el cual aumenta la productividad y a su vez genera mayores ingresos económicos a las personas que se dedican a este tipo de cultivo.

Mangiarua (2008), explica que el esqueje es un tipo de propagación asexual, que consiste en separar de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja que posteriormente se coloca en determinadas condiciones favorables que inducen a la formación de raíces, obteniéndose una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre.

Con este antecedente, se plantea la siguiente interrogante: ¿Podría el método de propagación asexual por esqueje ser más efectivo que los métodos de propagación por injertos y acodos?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El café tiene una amplia adaptabilidad y las condiciones climatológicas a los distintos ecosistemas de las cuatro regiones del Ecuador, por esta razón el cultivo de café en nuestro país es de suma importancia por su aporte de divisas al estado en un 1%, la generación de fuentes de trabajo e ingresos que representan a las familias de los caficultores.

La propagación de las plantas del café arábigo de manera asexual es considerada la mejor opción para híbridos de polinización cruzada; por eso, hace falta establecer métodos apropiados y técnicas de innovación eficientes que ayuden al mejoramiento de propagación vegetativa del café arábigo y aportar a la reactivación del sector cafetalero del país con nuevas tecnologías.

Este estudio se direcciona al cumplimiento del objetivo 2 de la agenda 2030 de la ONU: “poner fin al hambre” y la meta 2.5 “Mantener la diversidad de la genética de las semillas, plantas cultivadas entre otras cosas mediante una buena gestión y

diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales conexos y su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente”.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Comparar la efectividad de métodos de propagación asexual en café arábigo

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Comparar tres métodos de propagación vegetativa en híbrido F1 de café arábigo mediante injertos, acodos y enraizamiento de esquejes

## **1.4. HIPÓTESIS**

La efectividad de la propagación asexual en café arábigo se puede incrementar significativamente usando al menos un método de propagación asexual.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. IMPORTANCIA DEL CAFÉ

El café es una bebida estimulante y aromática tan difundida por el mundo, cuyo origen se localiza en Etiopía desde donde ha sido transportado a la Arabia (Figuerola et al., 2017). Según Raynal, citado Gómez (2010), en la "Historia filosófica y política del comercio y de los establecimientos de los europeos en las Indias", este árbol es conocido desde un tiempo inmemorial.

Los árabes fueron los primeros en descubrir las virtudes y las posibilidades económicas del café, porque desarrollaron todo el proceso del cultivo y lo guardaron como un secreto, además de que trataron de evitar la extradición del producto (Figuerola et al., 2017).

### 2.2. APTITUD AGROECOLÓGICA DEL CAFÉ

**Temperatura:** esta debe ser entre los 17 a 26°C (Osuna *et al.* 2016). La temperatura es muy importante porque si es menor a 16 grados se pueden quemar los brotes, y si la temperatura sobrepasa los 27°C hay más riesgo de deshidratación de la planta con reducción de la fotosíntesis

**Altura:** La altura apropiada para la producción del café es de entre 900 a 1600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva el café a menor altura, los costos de producción aumentan, ya que se reduce la calidad de los granos de café. En cambio, si se cultiva a mayor altura de la aconsejada, se produce un menor crecimiento de las plantas.

**Vientos:** Los vientos también son importantes en la producción del café, porque si los vientos superan los 30 Km/h se produce un daño en la planta con la caída de hojas, rotura de flores y frutos y deshidratación de las yemas (Osuna et al., 2016).

**Lluvias:** El agua natural que reciben las plantas es esencial, pero si es excesiva puede ser perjudicial. Por ello, el rango establecido de precipitaciones necesarias

para la producción de café es entre 1000 a 3000 milímetros/año. Si llueve más se producen hongos, y si reciben menos lluvias la producción disminuye, porque se reduce el crecimiento de las plantas de café (Osuna et al., 2016).

**Humedad:** La humedad es también muy importante y va de la mano de las precipitaciones. Si la humedad relativa es mayor a 90 % hay riesgo de que la planta se enferme con hongos (Osuna et al., 2016).

### 2.3. TAXONOMÍA DE CAFÉ ARÁBIGO

El café arábigo es una variedad de café originaria de Etiopía, se ubica en varios países y regiones diversas. Presenta una característica peculiar en cuanto a su cultivo, entre los 500 y 2400 metros de altitud. La clasificación taxonómica del café arábigo se expone en el Tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del café arábigo

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Sub-División</b>	Angiospermae
<b>Clase</b>	Magnoliata
<b>Sub-Clase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Rubiales
<b>Familia</b>	Rubiaceae
<b>Género</b>	Coffea
<b>Nombre Científico</b>	Coffea arábica

**Fuente:** Chevalier (1947).

### 2.4. HÍBRIDOS F1 DE CAFÉ ARÁBIGO

Menciona que los híbridos F1 son una nueva generación de variedades de café creados por el cruce de dos padres Arábica, genéticamente distintos. Estas nuevas variedades fueron creadas para combinar las mejores características de los dos padres, incluyendo una alta calidad de la taza, alto rendimiento y resistencia a

enfermedades. Los híbridos son notables porque tienden a tener una producción significativamente mayor que los no híbridos (Lucas, 2018).

Las plantas híbridas de café obtenidas por el cruce inducido entre las variedades tradicionales cultivadas en América Central como la 'Caturra' y el 'Catuaí', reconocidas principalmente por su buena calidad de taza, y variedades silvestres de la colección de germoplasma del que aportan características de resistencia a enfermedades y plagas (Lucas, 2018).

Según CATIE (2007), los híbridos F1 son más productivos que las variedades convencionales, tanto en sistemas agroforestales 58 % como a pleno sol 34 %. El tamaño del grano es similar o superior que en las variedades tradicionales. Estos híbridos se recomiendan por presentar tolerancia a la roya, aunque pueden ser susceptibles a otras enfermedades y plagas, dependiendo del híbrido y de las condiciones de cultivo.

Los híbridos F1 son plantas muy vigorosas con ramas largas. Se recomienda mantener una densidad de al menos 4.000 plantas por hectárea (2,2 m entre hileras x 1,1 m entre plantas). Tiene un tronco grueso, tallo de tamaño mediano, copa cónica, ramas largas, entrenudos cortos y hojas abundantes. Las ramas son puntiagudas, con ramificaciones secundarias y terciarias muy pronunciadas. La fruta es roja, de madurez media y tiene un rendimiento promedio de 27% superior, además, señala que los híbridos F1 solo se reproducen métodos de propagación. Las semillas obtenidas de plantas híbridas no tendrán las mismas características de la planta madre. Se llama "distinguir". Esto significa que la planta no se ve ni se comporta igual, como los padres con la posibilidad de mala cosecha, resistencia a enfermedades, calidad u otros rasgos de comportamiento en la Agricultura. Esos híbridos se obtienen mediante los viveros (CATIE, 2007).

## **2.5. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN PLANTAS**

Camarena et al. (2014), la domesticación es un proceso por el cual las plantas silvestres se convierten en cultivadas. En la época de la agricultura incipiente, el hombre aprendió a obtener semillas de las plantas silvestres y a sembrarlas para beneficiarse de la cosecha. Poco a poco fue usando algunos procedimientos

elementales de selección para mejorar sus cultivos, basados en la simple observación de que los hijos se parecen a los padres.

## **2.6. REPRODUCCIÓN ASEXUAL**

La propagación vegetativa es un mecanismo de reproducción asexual del que participan muchas especies en la naturaleza, y que responde a la necesidad de garantizar la supervivencia de la población y de los individuos sin la necesidad de completar la reproducción sexual. La multiplicación asexual interviene o bien la reproducción vegetativa cuando esta ocurre de forma natural y espontánea; o bien, la reproducción vegetativa artificial o asistida por el hombre que permite con técnicas como el estaquillado, el acodo, el injerto y la micro propagación para obtener nuevas plantas (Rojas et al. 2004).

## **2.7. REPRODUCCIÓN SEXUAL**

Nutman (1993), destaca que las flores son fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o pediceladas. Tiene una autofecundación de 90 a 95%, lo cual permite la obtención de poblaciones homogéneas por reproducción sexual.

La reproducción sexual en plantas implica la unión de gametos masculinos y femeninos para formar una semilla. El polen que contiene los gametos masculinos es transferido al estigma de la flor que contiene el gameto femenino. Esta unión de gametos se conoce como polinización y puede ocurrir por autogamia (dentro de la misma flor), geitonogamia (entre flores de la misma planta), o alogamia (entre flores de diferentes plantas). La polinización permite la recombinación genética y aumenta la diversidad de la progenie, lo cual es adaptativo para la supervivencia de la especie en ambientes cambiantes. La reproducción sexual en plantas es un proceso complejo que involucra interacciones con polinizadores y sincronización precisa de la maduración de gametos masculinos y femeninos (Taiz et al., 2018).

## **2.8. PROPAGACIÓN VEGETATIVA**

La propagación vegetativa es un mecanismo de reproducción asexual del que participan muchas especies en la naturaleza, y que responde a la necesidad de garantizar la supervivencia de la población y de los individuos sin la necesidad de

completar la reproducción sexual. El resultado principal es que los individuos así producidos son iguales genéticamente, al parental con las técnicas actuales imposible diferenciar los hijos del padre (Hernández, 2015).

Vivanco (2009), expresa que en la propagación de esquejes deben reunir características que eviten cualquier desecación. Un propagador es una construcción que evita la pérdida del agua del medio que rodea a los esquejes, su función es similar al de un almacigo o invernadero, pues ambos, propician las condiciones ambientales adecuadas, para la germinación y establecimiento de las plántulas o para el enraizamiento de las estacas.

Delgado y Hoyos (2016), Expresan que la propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen capacidades de regeneración. Las porciones de tallo tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de la raíz pueden regenerar un nuevo tallo.

Morocho (2015), el mejoramiento genético en las plantas es un proceso mediante el cual se busca modificar genéticamente las plantas para obtener características deseables, como mayor rendimiento, resistencia a enfermedades, adaptación a diferentes condiciones climáticas, entre otras. Esto se logra mediante técnicas. El objetivo es mejorar la calidad y productividad.

## **2.9. INJERTOS**

Parada et al. (2001), manifiesta que el injerto en púa se realiza mediante un corte en el centro del tallo llegando a cortar ligeramente la madera, donde se va a introducir un esqueje, donde debe coincidir el patrón y el injerto; envolviéndolo con una cinta plástica hasta los 30 días, donde se verifica su prendimiento.

Según Piaguaje (2023), el injerto en púa es apropiado para la propagación de café arábigo, donde se obtuvo un prendimiento, en un período de 30, 60 y 90 días, los primeros 30 días se observó un prendimiento de 5,6 %, a los 60 días obtuvo un ligero incremento de 6,4 %, y en los 90 días donde refleja el mayor incremento que fue de 14,2 %.

Desde la antigüedad la propagación por injertos, consiste en la unión íntima que se produce entre dos partes vegetales de forma tal que se origina la soldadura entre ambas, las que permanecen unidas y continúan su vida de esta manera, dependiendo una de otra (Guilcapi, 2009).

El injerto se encuadra como una técnica dentro de la propagación asexual de plantas, y puede involucrar a más de dos plantas que finalmente se desarrollan como una sola. “La propagación artificial mediante injertos y gemación es un ejemplo extremo de multiplicación asexual o clonal que es al mismo tiempo quimérica; en este caso, el tronco y el cogollo de un vástago o yema son las unidades de crecimiento clonal que se hacen vivir en el sistema radical de otra planta”.

“Injertar se refiere a la fusión natural o deliberada de partes de plantas, estableciéndose una continuidad vascular entre ellas, resultando una unidad compuesta que funciona como una sola planta”. “El injerto es una práctica que permite cultivar una planta con la raíz dentro de otra”

Según indica González (2012), el sistema radicular del porta injerto o patrón es resistente a alguna enfermedad presente en el suelo en comparación a la planta cultivada, que es susceptible.

## **Ventajas y desventajas de los injertos**

Como todos los sistemas, la injertación, según Rojas et al. (2004), presenta ventajas y desventajas, tales como:

- Fácil procedimiento de propagación y rápida propagación de plantas, de una sola planta se obtienen un gran número de nuevas plantas, se requiere poco espacio para realizar la propagación.
- Bajo costo en la propagación y su manejo, homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas, no se presentan problemas de incompatibilidades en la propagación, conservación de las características genéticas.

- Susceptibilidad a condiciones desfavorables, especialmente en el área radicular, no es posible manejar características genéticas que permitan obtener plantas pequeñas y precoces y bajo porcentaje de prendimiento en algunas especies o variedades.

## **2.10. INJERTO EN PÚA TERMINAL**

El injerto en púa se realiza mediante un corte en el centro del tallo llegando a cortar ligeramente la madera, donde se va a introducir un esqueje, haciendo coincidir el patrón y el injerto; envolviéndolo con una cinta plástica hasta los 30 días, donde se verifica su prendimiento. El injerto en café se puede realizar en brotes terminales o en la corteza cuando se realiza una poda y hay emisión de brotes (Parada et al., 2001).

## **2.11. ACODOS**

Kester y Hartmann (1997), expresa que la técnica de acodos aéreo que la formación de raíces se inicia a los 2 o 3 meses, en la práctica experimental realizada en el cultivo de Guayaba se realizó la separación de la planta madre 36 días después de la elaboración del acodo, cuando era visible el crecimiento de raíces. Todos los acodos aéreos realizados en el mes de agosto con aplicaciones de sustancias orgánicas con propiedades enraizantes más el testigo (sin aplicación) mostraron un 100 % de enraizamiento.

La formación de raíces depende de la provisión continua de humedad, buena aireación y temperaturas moderadas en la zona de enraizamiento. Para hacer el acodado se corta la planta madre a nivel del suelo 2,5 cm, en el invierno. En la primavera se observó el crecimiento de brotes y cuando alcanzan 10-12 cm, se aporca. Los brotes emergidos se cortan en la base, dejando a la planta madre en condiciones para una nueva producción de vástagos. Se utiliza en la propagación de frutales de jardín, como: manzano, grosellero, membrillero, uva crespa, olivo y avellano (Boschi, 2021).

Según Morales (2015), hace referencia a los tipos de acodos son los siguientes:

**Acodo simple.** - Cuando se entierra una porción de la rama, dejando el extremo libre.

**Acodo en maceta.** - Acodo simple, pero en una maceta. Poco usado comercialmente.

**Acodo compuesto.** - Se emplea cuando con ramas largas y flexibles.

**Acodo etiolado.** - Plantas madres se cortan cerca del suelo y se aporcan progresivamente con el crecimiento de los brotes.

**Acodo etiolado mejorado.** - Se acodan los tallos y cuando estén enraizados, se injertan sin separar los tallos de la planta madre.

**Acodo aéreo.** - Acodo chino, acodo en tiesto.

**Acodo en trinchera.** - Consiste en cultivar una planta en posición horizontal en el fondo de una trinchera o surco y cubrir con tierra los nuevos brotes para hacerlos enraizar. La planta madre debe ser sembrada con una inclinación de 30 a 45°C.

### **Ventajas y desventajas de los acodos**

**Ventajas.-** Es un método muy fácil y sencillo para conseguir y reproducir plantas rápidamente, estas mantienen las mismas características de la madre manteniendo así los rendimientos en la producción, al aplicar esta técnica la parte acodada siempre queda recibiendo minerales de la madre hasta el momento que está lista para ser trasladada a un vivero o al área de siembra, no requiere de equipo especializado para realizar la práctica y lo principal es económico y fácil de realizar (Hernández, 2015).

## **2.12. ESQUEJES**

Los esquejes para el enraizamiento deben ser iluminados, pero nunca bajo la luz radiante del sol. Es importante que los esquejes reciban una luz que sea apropiada para activar la fotosíntesis de las plantas. La temperatura óptima para que ocurra se encuentra entre los 20 y 25°C. Cuando las temperaturas suben arriba de 30°C la humedad relativa de la atmósfera o contenido de vapor de agua presente en el aire tiene que ser muy alto, más de 90 % para impedir que las plantas pierdan

demasiada agua al incrementarse su transpiración y terminen marchitándose (Mangiarua, 2008).

El esqueje es un tipo de propagación asexual, que consiste en separar de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja que posteriormente se coloca en determinadas condiciones favorables que inducen a la formación de raíces, obteniéndose una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Mangiarua, 2008).

Según Vivanco (2009), el medio en el cual los esquejes son puestos a enraizar es de vital importancia. Los propagadores deben reunir características que eviten cualquier desecación en los esquejes. Un propagador es una construcción que evita la pérdida del agua del medio que rodea a los esquejes, su función es similar al de un almacigo o invernadero, pues ambos, propician las condiciones ambientales adecuadas, para la germinación y establecimiento de las plántulas o para el enraizamiento de las estacas.

La eficacia de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de la planta tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones que le permiten desarrollarse en un órgano vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora. Con base a la potencialidad presente en la naturaleza en lo que respecta a la propagación vegetativa de las plantas, se han desarrollado métodos de propagación inducida, cuya complejidad va desde las tecnologías más rústicas hasta los métodos más tecnificados (Vivanco, 2009).

### **2.12.1. TIPOS DE ESQUEJES**

Vozmediano (1982), manifiesta que los esquejes, según la parte de la planta de que proceden, se clasifican en:

**Esquejes caulinares con yemas.** - necesitan únicamente un nuevo sistema radicular, dado que su sistema aéreo esta potencialmente presente en la yema.

Según la naturaleza de la madera, los esquejes caulinares se subdividen en: leñosas, semi leñosas o herbáceas.

**Esquejes de raíz.** - dan lugar a una nueva copa a partir de una yema adventicia.

**Esquejes de hojas.** - forman tanto un nuevo aparato radicular como aéreo.

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el área del cultivo de café y vivero del Campus Politécnico de la ESPAM-MFL, de la Carrera de Ingeniería Agrícola ubicado en el sitio El Limón perteneciente al cantón Bolívar, Manabí. Pocisionado geográficamente en las coordenadas 0° 49' 28° latitud sur y 80° 11' 01° latitud oeste, a una altitud de 15 msnm (Estación Meteorológica de la ESPAM MFL).

#### 3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

**Tabla 2.** Datos climáticos

Condiciones	
Climáticas	
Precipitación	986,19 mm
Temperatura máxima	31,7°C
Temperatura mínima	22,4 °C
Humedad relativa	84 %
Heliofanía	1043,96 h/sol/año

**Fuente:** Estación Meteorológica ESPAM "MFL"

### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El presente trabajo se realizó entre los meses de agosto de 2022 y julio 2023.

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.3.1 FACTOR DE ESTUDIO

El factor en estudio que se utilizo es híbrido F1 de café arábigo y tres métodos de propagación vegetativa en café arábigo.

**M1:** Injertos

**M2:** Acodos

**M3:** Enraizamiento de esquejes

### 3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

#### Injertos

Los injertos se realizaron entre un patrón de café arábigo con más de 7 años envejecidas y muy pocas productivas y se utilizaron como varetas la variedad de los híbridos F1 Catimor Ecu x Catuai amarillo (A1), en Manabí 01, donde se realizó el injerto. En la foto 2, se indica el procedimiento de injertación en plantas de café arábigo.



**Foto 2.** Proceso de injertación en plantas de café arábigo

#### Acodos

Los cafetos tienen una edad de más de 7 años envejecidas con ramas poco productivas. Consistió en perforar por el centro de una rama e introducirle un separador, luego en una funda con humus. En la foto 3, se indica el procedimiento de multiplicación por acodos en plantas de café arábigo.

Material genético usado para la propagación por acodos:

A1: Catimor Ecu x Catuai amarillo.



**Foto 3.** Proceso de acodos en plantas de café arábigo

### Enraizamiento de esquejes

Se escogieron esquejes de brotes ortotrópicos del café arábigo con más de 7 años envejecidas, con un diámetro entre 0,4 – 1,0 cm y longitud de 20 cm, con corte transversal recto en la base y en bisel en la parte apical. En la foto 4, se expone el procedimiento de clonación de esquejes ortotrópicos de cafetos.

Los materiales genéticos usados en la multiplicación por enraizamiento de esquejes fueron:

- D5 Sarchimor 4260 x bourbon
- F10 Bourbon x Catimor.



**Foto 4.** Proceso de enraizamiento de esquejes de plantas de café arábigo

### Registro de variables morfológicas en los cafetos.

Se registraron las variables a los 90 días en la cual fueron sobrevivencia, número de hojas, longitud del brote, vigor vegetal y estado fitosanitario (foto 5).



**Foto 5.** Registro de variables morfológicas en los cafetos.

### 3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se consideró como unidad experimental cada uno de los injertos, acodos y esquejes enraizados, de acuerdo a la descripción de los tratamientos. Se analizaron 32 acodos, 48 injertos y 60 esquejes enraizados.

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El híbrido se realizó bajo un diseño completamente al azar con desigual número de observaciones.

### 3.7. VARIABLES REGISTRADAS

Las variables que se midieron fueron las siguientes: sobrevivencia, número de hojas, longitud del brote, vigor vegetal y estado fitosanitario.

#### 3.7.1. SOBREVIVENCIA

La variable sobrevivencia se evaluó a los 30 días después del injerto y se valoró en porcentaje, usando  $\text{cantidad}/\text{total} = \text{porcentaje}$ .

$$S\% = \frac{BP}{BT}$$

S%= Porcentaje de sobrevivencia

PP= brotes perdidos

BT= número de brotes total

## ESTADO FITOSANITARIO

La escala ordinal de medición del estado fitosanitario fue 1 a 5.

Dónde: 1 = muy enferma y 5 = Muy sana.

Escala ordinal	Descripción
1	Completamente débil, con problemas de deficiencias nutricionales y poco crecimiento.
2	Con estado regular. Planta con ligeros síntomas de deficiencias nutricionales.
3	Con un vigor medio. Planta medianamente sana y con síntomas de deficiencias nutricionales.
4	Con un estado bueno. Planta sana, vigor aceptable.
5	Con un estado excelente. Planta completamente sana, vigorosa, sin síntomas de deficiencias nutricionales.

### 3.7.2. NÚMERO DE HOJAS A LOS 90 DÍAS EN ACODOS, INJERTOS Y ESQUEJES ENRAIZADOS

El número de hojas por plántula se determinó, mediante conteo directo, a los 90 días después de la propagación.

### 3.7.3. LONGITUD DEL BROTE A LOS 90 DÍAS DE INJERTACIÓN

La variable longitud del brote se midió en centímetros, usando una regla graduada, desde la base del injerto vivo hasta su punto terminal.

### 3.8. VIGOR VEGETAL A LOS 90 DÍAS DE LA INJERTACIÓN

La escala ordinal para la medición del vigor vegetal fue la siguiente:

Escala ordinal	Descripción
1	Estado deficiente. Planta completamente enferma y sin posibilidades de recuperación inmediata.
2	Estado sanitario regular. Planta enferma y poco vigor, síntomas significativos de enfermedades, con posibilidades de recuperación.
3	Estado sanitario medio. Planta medianamente sana, vigor aceptable y con síntomas de enfermedades.
4	Estado sanitario bueno. Planta sana, vigor aceptable, reducidos síntomas de enfermedades.
5	Estado sanitario excelente. Planta completamente sana, vigorosa, sin síntomas de enfermedades.

### 3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### Condición del cafetal

Café arábigo de 7 años de edad y poco productivo.

#### Recepa

Se realizó con el propósito de rehabilitar cafetales. Esta labor consiste en cortar el tallo principal a una altura de 0,40 m desde el nivel del suelo, para luego de la emisión de brotes se procede a seleccionar los mejores, que pasaron a constituirse en los nuevos ejes productores.

#### Desinfección de material vegetal

El material vegetal se desinfectó con fungicida agrícola (Tebuconazole y Carbendazim) y adicionó un producto hormonal (Ácido 1-Naftalenacético).

#### Riego

En los acodos e injertos, se realizaron los riegos, cuando se observaban cierto grado de estrés hídrico en las plantas en proceso de propagación. En las cámaras de enraizamiento de los esquejes, los riegos se realizaron cada seis días.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis de varianza no paramétricos de uso frecuente son: Análisis por rangos de Friedman y el análisis por rangos de Kruskal - Wallis. Los programas computacionales: SPSS v 22 (Quezada, 2014) e INFOSTAT v 2020 (Di Rienzo et al., 2020), facilitan realizar los análisis estadísticos no paramétricos en forma rápida y segura. En el presente estudio se usó el análisis de varianza de Kruskal - Wallis. Las condiciones para usar el referido análisis, según Siegel (1990).

La fórmula para calcular el estadístico H (estadístico de Kruskal-Wallis) es la siguiente:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde:

H = estadístico de Kruskal-Wallis

n = número de observaciones

$n_i$  = número de observaciones por cada tratamiento

$\sum R^2$  = Suma de los rangos por tratamiento

El estadístico (calculado) de Kruskal y Wallis (H) se contrasta con el estadístico ji-cuadrada (valores críticos) con un nivel de significación  $\alpha$  y grados de libertad  $GL = t - 1$  (Legarza y Legarza, 2007).

La separación de medias se realiza contrastando el comparador estadístico (CKW) que conlleva la probabilidad asociada a Z con un nivel de significación específico. La fórmula para calcular el comparador estadístico (Ckw), separador de las medias, es la siguiente:

$$C_{KW} = Z_{\alpha} \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

El estadístico de Kruskal-Wallis es una prueba no paramétrica que se utiliza para determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de tres o más muestras independientes.

En el presente estudio se realizó un análisis multivariante, considerando las variables morfológicas evaluadas, que se conoce como Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica fue iniciada por Pearson en 1901 y desarrollado por Hotelling en 1933, para describir una población o componentes principales a varias poblaciones (Cuadras, 2019).

Los datos originales se transforman para uniformizar en una nueva escala. En un primer momento se puede incluir muchas variables que se reducen mediante técnicas del análisis factorial. Con el nuevo grupo de variables se realiza la ACP definitiva. El ACP se aplica partiendo de la matriz de covarianzas, sin embargo, si las variables fueran de distinta naturaleza se recomienda realizar el ACP sobre la matriz de correlaciones (Cuadras, 2019). Primero se aplica un ACP a cada matriz centrada de datos, que se normalizan dividiendo para la raíz cuadrada del primer valor propio, que luego se transforman y se juntan en una sola a la que se aplica un ACP global (Cuadras, 2019). En el caso de clones de café robusta, la primera componente permite ordenar los clones por rendimiento en orden ascendente y la segunda por comportamiento posición, en cada localidad, de esos mismos clones. El análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ) es una técnica de agrupamiento de datos ampliamente utilizada en minería de datos y análisis estadístico (Johnson, 2022). Este método forma clúster de manera incremental, comenzando con objetos individuales y fusionando grupos de forma iterativa hasta alcanzar un solo grupo. Una ventaja del ACJ es que no requiere especificar el número de clúster de antemano, lo cual resulta útil cuando no hay conocimiento previo sobre la partición óptima de los datos (Murtagh & Contreras, 2017). El proceso produce una partición jerárquica que permite explorar visualmente diferentes opciones de agrupamiento (Everitt et al., 2011). Debido a estas características, el ACJ es útil como técnica exploratoria en diversos campos de investigación (Charrad et al., 2014).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SOBREVIVENCIA

Para la sobrevivencia de los métodos se evaluaron a los 30, 60 y 90 días. Basado en los datos proporcionados, se realizó un análisis de la sobrevivencia de tres métodos de propagación (acodos, Injertos y Esquejes) durante un período de 30 días. El método de Acodos mostró una sobrevivencia de 22 plantas de un total de 32, lo que representa un 68,75 % de efectividad a los 30 días. De manera similar, el método de Injertos también tuvo una sobrevivencia de 33 plantas de un total de 48, lo que equivale a un 68,75 % de efectividad en el mismo período.

Con el método de esquejes se registró una sobrevivencia de 22 plantas de un total de 60, lo que representa un 36,66 % de efectividad a los 30 días. Estos resultados indican que tanto el método de Acodos como el de Injertos mostraron una sobrevivencia similar del 68,75 % a los 30 días. Sin embargo, el método de Esquejes tuvo una sobrevivencia más baja, con solo un 36,66% de las plantas sobreviviendo después de este período. Cabe indicar que estos datos se refieren a la sobrevivencia a los 30 días (tabla 3). En la tabla 3, se indican los valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 60 días de establecidos. En la tabla 4, se exponen los valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 90 días de crecimiento.

**Tabla 5.** Valores observados de sobrevivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 30 días de establecidos

Método	Cantidad Total de brotes	Sobrevivencia a los 30 días	Sobrevivencia a los 30 días (%)
Acodos	32	22	68,75
Injertos	48	33	68,75
Esquejes	60	22	36,66

**Tabla 6.** Valores observados de supervivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 60 días de establecidos

Método	Cantidad Total de brotes	Supervivencia a los 60 días	Supervivencia a los 60 días (%)
Acodos	32	17	53,13
Injertos	48	22	45,83
Esquejes	60	11	18,33

**Tabla 7.** Valores observados de supervivencia en función de los métodos de propagación de café arábigo a los 90 días

Método	Cantidad Total de brotes	Supervivencia a los 90 días	Supervivencia a los 90 días (%)
Acodos	32	12	37,5
Injertos	48	14	29,2
Esquejes	60	11	18,33

En el presente estudio, se evaluaron tres métodos de propagación vegetal: Acodos, Injertos y Esquejes. Para el método de Acodos, se utilizaron 32 plantas, de las cuales 12 lograron sobrevivir a los 90 días, lo que representa una tasa del 37,5 %. Por su parte, el método de Injertos contó con 48 plantas, de las cuales 14 sobrevivieron, alcanzando una tasa del 29,2 %. Finalmente, se emplearon 60 plantas para el método de Esquejes, pero solo 11 lograron sobrevivir a los 90 días, presentando una tasa del 18,33 %.

Estos resultados revelan que el método de Acodos exhibió la mayor tasa de supervivencia a los 90 días, con un 37,5 % de efectividad. El método de Injertos le sigue, con 29,2 %. Por otro lado, el método de esquejes mostró la menor con solo un 18,33 % de las plantas sobreviviendo después de dicho período.

Al comparar los porcentajes de supervivencia, se evidencia que el método de Acodos supera en casi 10 puntos porcentuales al método de Injertos y en aproximadamente 20 puntos porcentuales al método de Esquejes. Estos hallazgos destacan la eficacia y la preferencia del método de Acodos como una estrategia

prometedora para la propagación de las plantas evaluadas en este estudio. Estos resultados sugieren que, si el objetivo es lograr el mayor éxito en el arraigo y desarrollo de las plantas a los 90 días, se recomienda utilizar el método de Acodos. Los resultados coinciden con los hallazgos reportados por Alomia et al. (2022), en su investigación sobre el injerto de púa lateral en el cultivo de *Annona muricata*, donde se obtuvo un valor promedio de prendimiento del 56,7 %. Sin embargo, cabe destacar que los valores promedio de sobrevivencia para el injerto de púa central o terminal en café robusta 37 % fueron inferiores a los obtenidos por el mismo autor 53,3 % en el cultivo de anona.

## 4.2. ESTADO FITOSANITARIO

Los tres métodos evaluados en este estudio mostraron un estado sanitario promedio superior a 4,0 en la escala de evaluación (tabla 6). Cabe destacar que el valor máximo en esta escala es 5, lo cual representa una planta completamente sana, vigorosa y sin síntomas de enfermedades. Aunque se observó una leve presencia de insectos chupadores o enfermedades foliares en los métodos evaluados, no se encontraron deficiencias nutricionales que afectaran su estado sanitario. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Millán y Salvador (2018), quienes señalaron que los injertos tienden a presentar afectaciones leves cuando se seleccionan esquejes de plantas sanas y se utilizan patrones sin problemas fitosanitarios significativos. Asimismo, los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con lo anteriormente mencionado, ya que se observó un bajo porcentaje de esquejes con síntomas fitosanitarios, lo cual puede atribuirse a la selección inicial de material sano. Es importante destacar que el monitoreo y la eliminación de esquejes enfermos son prácticas recomendadas para garantizar el adecuado desarrollo de las plántulas (Fischer et al., 2014).

**Tabla 8.** Valores del estado fitosanitario en función de los métodos de propagación de café arábigo en la zona de Calceta.

Estado fitosanitario de los brotes	Estado fitosanitario a los 90 días de los brotes (Escala 1-5)
1 Acodos	4
2 Esquejes	4
3 Injertos	5

### 4.3. VIGOR VEGETAL

En relación a los resultados de esta variable, se llevó a cabo la evaluación de los tres métodos de estudio a los 90 días. Se observó que los cafetos de los tres métodos presentaron valores comprendidos entre 4,0 y 5,0 en una escala (tabla 7), donde el valor máximo de 5 indica plantas en un estado excelente, completamente sanas, vigorosas y sin síntomas de deficiencias nutricionales. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Rojas et al. (2004), quienes destacan que, al utilizar varetas de buen vigor y plantas con un sistema radicular saludable, se evidencia un buen desarrollo del injerto. Esta característica se atribuye a la combinación de los meristemos primarios del injerto y los meristemos secundarios del patrón.

**Tabla 9.** Valores de vigor vegetal en función de los métodos de propagación de café arábigo en la zona de Calceta

Vigor vegetal de los Brotes	Vigor vegetal a los 90 días (Escala 1-5)
1 Injerto	5
2 Acodo	5
3 Esquejes	4

### 4.4. NÚMERO DE HOJAS

Los métodos mencionados son: Injerto, Acodo y Esquejes. La columna "Medianas" muestra los valores correspondientes a cada método. Para determinar esta variable tomada a los 90 días, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis a la variable número de hojas cm. En el análisis no paramétrico, se rechazó la hipótesis nula para la variable número de hojas en cm, ya que presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,01$ ), lo que indica que al menos uno de los métodos resultó ser diferente (tabla 8).

**Tabla 10.** Comparación del número de hojas en función de los métodos de propagación por injertos, acodos y enraizamiento de esquejes de café arábigo

Métodos	Medianas	Rango	Valor p	H
Injerto	12,00	23,43 A	0,001	19,20
Acodo	12,00	24,79 A	0,001	19,20
Esquejes	6,00	7,05 B	0,001	19,20

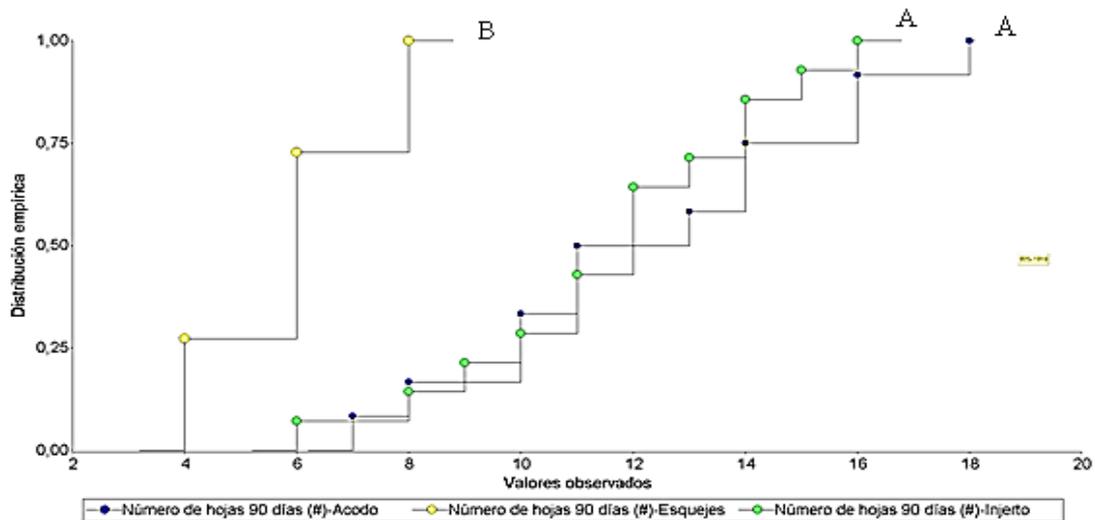
Nota: Hay diferencias significativas entre métodos

Los resultados indican que existe una diferencia estadística significativa con un valor de  $H = 19,20$  ( $p < 0.01$ ), dando como resultado que acodos e injertos presentaron una media de 12 cm. Los métodos de propagación para obtener un buen número de hojas al momento de realizarlos, ya que no se presentaría problema en la producción del cafeto después de la propagación. Estos datos concuerdan con lo reportado por Darquea (2015), quien evaluó el número de hojas a los 120 días de la plantación de durazno para cada método y observó que los datos variaron entre 9,97 y 7,71 cm, aunque no se reportaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, el método con menor resultado es el de esquejes porque presentó una media de solo 6 cm, siendo el resultado más bajo para esta variable en comparación con los otros dos métodos. Estos resultados son similares con, Chonillo (2016), donde expresó que, mediante la propagación por esquejes a los 45 días en el cafeto robusta, la variable número de hojas solo obtuvo 2 hojas de 1 cm, valor más bajo.

Para los híbridos con acodos aéreos, la media fueron de 12 cm estos datos son similares con los de Ubieta (2020), donde expresa que la variable tuvo un comportamiento similar a la altura de planta, pues indica el crecimiento ortotrópico del arbusto, el cual proporcionará brotes que garanticen la producción en los próximos años, debido a que generalmente el aumento en la altura conlleva el aumento en el número de hojas.

En el gráfico 1, se expone la distribución empírica de la variable número de hojas por planta, en función de los tres métodos de propagación asexual del cafeto, donde se observa que los métodos de injertación y acodos tienen una mejor respuesta en la variable número de hojas. En el gráfico 2, se exponen los valores máximos y

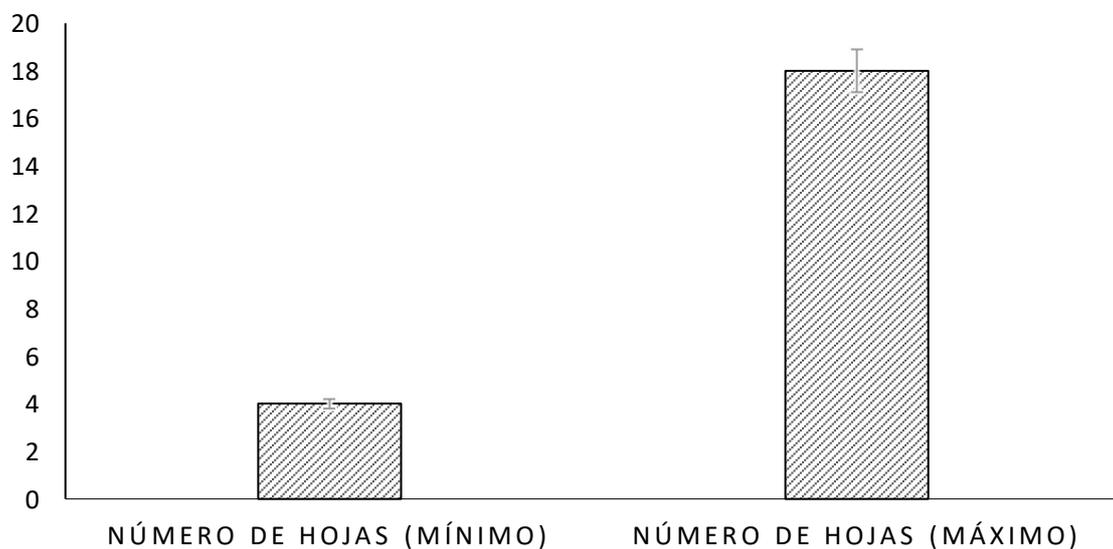
mínimos de número de hojas, en los brotes den café arábigo, a los 90 días de crecimiento, en la zona de Calceta.



**Gráfico 1.** Comparación en el número de hojas en función de los métodos de propagación en café arábigo.

**Gráfico 2.** Valores máximos y mínimos de número de hojas en café arábigo, en la zona de Calceta.

#### 4.5. LONGITUD DE BROTE



Para los métodos, se menciona que las evaluaciones en los 30 y 60 días no hubo mayor crecimiento en la longitud del método, a diferencia a los 90 días se observó un resultado mayor donde se evidenció que hay diferencia estadística mayores a 12 cm. La longitud del brote mediante la prueba de Kruskal Wallis (tabla 9) indicó que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,001$ ) en la propagación de los tres métodos. Estos resultados se obtuvieron a los 90 días mediante la comparación de medianas.

**Tabla 11.** Comparación de medianas en longitud de brotes en función de los métodos de propagación injertos, acodos, esquejes de café arábigo.

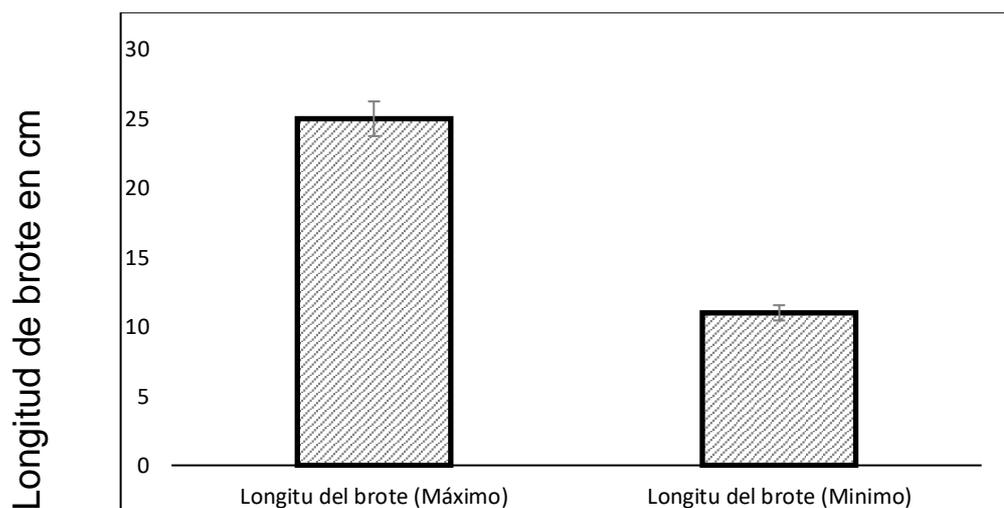
Métodos	Medianas	Rango	Valor p	H
Injerto	21,00	30,75 A	0,001	25,44
Acodo	12,00	18,55 B	0,001	25,44
Esquejes	8,05	9,29 C	0,001	25,44

Hay diferencias significativas entre métodos de propagación asexual

Se evidenciaron diferencias estadísticas significativas de  $H= 25,44$  ( $p<0.01$ ) entre los tres métodos (acodos, esquejes, injertos). Para el estudio en curso, las evaluaciones se tomaron a los 90 días. La longitud mayor correspondió a los acodos con 21,00 cm. López (2021), recomienda que los acodos no estén sujetos a condiciones de estrés hídrico. para que puedan desarrollarse y tener una mejor longitud de brote, requiriendo siempre un buen sustrato y contacto en el aérea para mayor efectividad. Los esquejes presentaron 12 cm. Lucero (2013), manifiesta que en su trabajo sobre enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta, el sustrato arena y la aplicación de 12 g/L de hormonagro resultaron en los mejores en desarrollo de raíces 7,77 cm.

Para la variable longitud de brote, se aprecia que el método de acodo fue el mejor, siendo con 21cm; mayor que el resto, los injertos registraron la longitud más baja de 8,05cm y no mostraron la mejor variable a los 90 días. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Piaguaje (2023), alude que el crecimiento en longitud de los injertos se evidencia a partir de los 90 días, donde el injerto de púa en brote registró el mayor valor promedio 17 cm. En el gráfico 3, se observan los

valores máximos y mínimos de longitud de brotes a los 90 días de crecimiento del café arábigo.

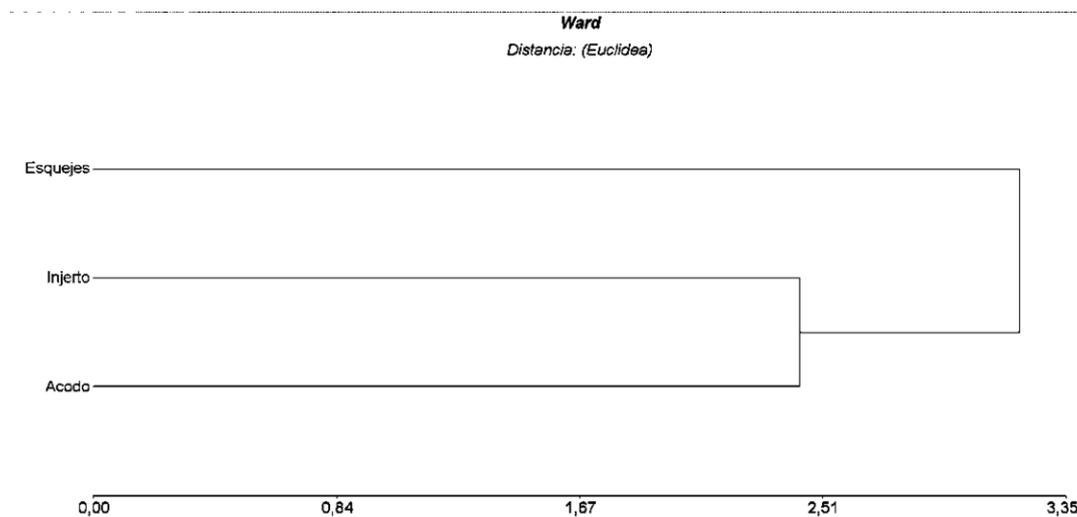


**Gráfico 3.** Valores máximos y mínimos de longitud de brotes a los 90 días de crecimiento del café arábigo.

#### 4.6. COMPORTAMIENTO MORFOLÓGICO

La similitud morfológica de los brotes obtenidos a través de diversos métodos de propagación vegetal. Presenta de forma integral los componentes claves estudiados y las relaciones encontradas entre ellos, así como los efectos de los diferentes métodos de propagación de plantas en la morfología de los brotes resultantes.

En el gráfico 4, se expone la similitud entre las características morfológicas en función de los métodos de propagación estudiados. Para este propósito, se realizó un análisis de conglomerados que permitirá agrupar los métodos cuya aplicación genere brotes con similitudes morfológicas, con el objetivo de establecer relaciones entre las técnicas de propagación y las características manifestadas en las nuevas plantas. El uso de esta técnica multivariada facilita la identificación de patrones de agrupamiento entre los diferentes métodos de propagación y su influencia en el comportamiento morfológico de los brotes.



**Gráfico 4.** Similitud en el comportamiento morfológico de los brotes con distintos métodos de propagación

El análisis de conglomerados jerárquicos, considerando como variables experimentales las características morfológicas medidas, permitió determinar que los métodos de injertos y acodos tienen resultados similares, muy distintos del método de clonación usando esquejes.

Esto resulta fundamental para evaluar y determinar la eficiencia de la propagación vegetativa en el híbrido F1 de café arábigo. Además, se compara tres métodos de propagación vegetativa en los híbridos F1 de café arábigo. Estos métodos se representan en el dendrograma, lo que facilita la identificación de patrones y diferencias entre los brotes generados por cada técnica. De esta manera, se obtiene información valiosa sobre la eficacia de cada método en la propagación vegetativa del híbrido F1.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis Se compararon varios métodos de propagación asexual en café arábigo para evaluar su efectividad, el método de propagación más eficiente que se dio en el presente ensayo fue injertos con un porcentaje de sobrevivencia 68,75 % siendo uno de los más efectivos.
- Comparando los tres métodos de propagación vegetativa, en híbridos F1 de café arábigo. Se encontró que tanto el enraizamiento de esquejes como los injertos fueron métodos viables y exitosos, mientras que los acodos mostraron una menor eficiencia en la propagación de los híbridos.

### **RECOMENDACIONES**

- Realizar un estricto monitoreo sanitario en vivero para prevenir plagas y enfermedades que afecten el proceso de propagación por esquejes.
- Realizar estudios que evalúen otros patrones y variedades híbridas F1 de café arábigo para ampliar las opciones de propagación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alomia, J., Atao, E. y Erazo, E. (2022). Prendimiento y crecimiento de injertos en plántulas de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 2(1), 1-11.  
<https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/article/view/252/393>
- Boschi, C. L. (26 de junio de 2021). Acodo, la técnica sencilla para multiplicar tus plantas. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/revista-jardin/acodo-la-tecnica-sencilla-para-multiplicar-tus-plantas-nid26062021/>
- Camarena, F., Chura, J. y Blas, R. (2014). *Mejoramiento Genético y Biotecnológico de Plantas*. Biblioteca Nacional del Perú. [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf)
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2007). *Propagación de los híbridos F1 de café*. CATIE 15.p.
- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2014). NbClust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *Journal of Statistical Software*, 61(6), 1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v061.i06>
- Chevalier, A. (1947). *Les caféiers du globe Systématique des caféiers et faux-caféiers et faux-caféiers maladies et insect nuisibles*. *Encyclopédie Biologique XXVIII*. Paris. 356. <https://www.worldcat.org/es/title/cafeiers-du-globe-fascicule-iii-systematique-des-cafeiers-et-faux-cafeiers-maladies-et-insectes-nuisibles/oclc/41347431>.
- Chonillo, M. (2016). *Propagación de café robusta (por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos)*. [Tesis de Grado, Ingeniería Agronómica, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29869>
- Cuadras, C. (2019). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. CMC. 304 p.
- Darquea, A. (2015). *Efectos de diferentes sustratos y dosis hormonales en el enraizamiento de estacas herbáceas de durazno (Prunus persica) Var. Guaytambo*. [Tesis de Grado de ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/19360>

- Delgado, L. y Hoyos, R. (2016). Multiplicación clonal *in vivo* e *in vitro* de la especie forestal nativa *Aniba perutilis* Hemsley. *Acta Agronómica*. 65(2) 190-196. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v65n2/v65n2a13.pdf>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M. y Robledo C.W. (2020). *INFOSTAT versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Etienne, H., Anthony, F., Dussert, S., Fernandez, D., Lashermes, P. y Bertrand, B. (2002). *Aplicaciones Biotecnológicas para el mejoramiento del café (Coffea arabica L.)*. *Biología celular y del desarrollo in vitro: Revista cultivo de Tejidos*, 38(2), 129-138. <https://link.springer.com/article/10.1079/IVP2001273>
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M. & Stahl, D. (2011). *Cluster analysis*. John Wiley & Sons.
- Fernández, F. (2017). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café robusta (Coffea canephora P.)* INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4788/7/iniapeecaga008.pdf>
- Figueroa, E., Pérez, F. y Godínez, L. (2017). *La producción y el consumo del café*. [https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO\\_CAFE.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf)
- Fischer, G., Almanza, P. J. & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira De Fruticultura*, 36(1), 01-15. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>
- Gómez, G. (2010). Cultivo y Beneficio Del Café. *Revista de Geografía Agrícola*, 1(45), 103-193 <https://www.redalyc.org/pdf/757/75726134008.pdf>
- González, R. (2012). *Estudio de la selección y desplazamiento de bellotas por roedores bajo diferentes condiciones lumínicas y de microhábitat: implantación en el regenerado natural del género Quercus*. [Tesis de Grado de Ingeniería Agroforestal] Universidad Técnica de Madrid [https://oa.upm.es/10839/1/TFC\\_\\_Roc%C3%ADo\\_\\_definitivo.pdf](https://oa.upm.es/10839/1/TFC__Roc%C3%ADo__definitivo.pdf)
- Guilcapi, E. (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café variedad cultura a nivel de vivero. [Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Escuela Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627%20.pdf>
- Hernández, C. (2015). *Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas*. Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/36955/1/reproduccio\\_plantas\\_cultivadas.pdf](https://oa.upm.es/36955/1/reproduccio_plantas_cultivadas.pdf)

- Herrera, J. C. y Cortina, H. A. (2013). *Taxonomía y clasificación del café*. En Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura (Vol. 1, pp. 117–121). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_07](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_07)
- Johnson, S. (Junio 15 del 2022). *An overview of hierarchical cluster analysis in Python. Towards Data Science*. <https://towardsdatascience.com/an-overview-of-hierarchical-cluster-analysis-in-python-5b5e6a1056ce>
- Jordano, P. y Herrera, C.M. (1995). *Shuffling the offspring: Uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal*. *Ecociencia*, 2(3): 465-492.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11956860.1995.11682288>
- Kester, D. y Hartmann, H. (1997). *Acodamiento y sus modificaciones naturales. Propagación de plantas: Principios y Prácticas* (Quinta reimpresión). Continental S.A.  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76744/mod\\_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76744/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf)
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). *Use of ranks in one-criterion variance analysis*. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Legarza, J. y Legarza, I. (2007). *Hipertexto CEACES. Contrastes no paramétricos*. <https://www.uv.es/ceaces/pdf/tnopara.pdf>
- López, B. (2021) *Uso de sustancias orgánicas con propiedades para enraizamiento en la reproducción del cultivo de guayaba (Psidium guajava L.), Taiwán 1 con la técnica de acodo aéreo, Managua, 2019-2020* [Tesis de Grado de la facultad de agronomía, Universidad Nacional Agraria].  
<https://repositorio.una.edu.ni/4327/1/tnf631864.pdf>
- Lucas, V. (2018) *Evaluación de la producción de variedades e híbridos de Coffea arabica (café arábigo)* [Tesis de Grado, Ingeniería Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí].  
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1283/1/Unesum-Ecuador-Agropecuaria-2018-13.pdf>
- Lucero, D. (2013). *Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta*. [Tesis de Grado, facultad de Agronomía, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20168.pdf>

- Macías, R. (2021). *Multiplicación In Vitro De Híbridos F1 De Café Árabe De Alto Valor Genético en el Cantón Bolívar, Manabí*. [Tesis de grado, Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1541/1/TTA25D.pdf>
- Mangiarua, L. (9 de abril de 2008). *Como hacer un esqueje*. (Blogger). <http://bonsai-baires-esquejes.blogspot.com/2008/04/que-es-un-esqueje-el-esqueje-es-un-tipo.html>
- Millán, C. y Salvador, M. (2018). *Evaluación de cuatro tipos de injertos, bajo la influencia de las fases lunares para la especie forestal Sapindus saponaria L. en el área del plan piloto de restauración ecológica de bosque seco* [Tesis de grado, Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13080/MillanRamosCristianCamilo2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, R. (2017). *Propagación in vitro de café (Coffea arabica L.) -variedades Geisha y Sarchimor- a partir de láminas foliares y meristemas axilares*. [Tesis de Grado, Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6113/1/CPA-2017-072.pdf>
- Morocho, G. (2015). *Propagación Vegetativa de café robusta (Coffea canephora) Utilizando polvos enraizadores, Acodos indolbutirico AIB) y Acido Naftalenacetico en Ventanas*. [Tesis de Grado, Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/2cd7b0ea-e508-4522-8f23-41221e0d1fda/download>
- Murtagh, F., & Contreras, P. (2017). *Algorithms for hierarchical clustering: an overview*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 7(6), e1219. <https://doi.org/10.1002/widm.1219>
- Nutman, F.J. (1993). *El Sistema de raíces de Coffea arabica*. *Revista agricultura Experimental (1)* 1 271-284. <https://eurekamag.com/research/013/582/013582089.php>
- Osuna, H., Osuna, A. y Fierro, A. (2016). *Propagación de plantas superiores*. *Universidad Autónoma Metropolitana*. [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf)
- Parada, F., Jaén, D., Becerril, A. y García, E. (2001). *Desarrollo y calidad del portainjerto de chicozapote inoculado con Glomus mosseae, aspersión de AG3 y fertilización NPK al suelo y foliar*. *Sociedad Mexicana de ciencia del suelo*, 19 (2), 133–139. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319204.pdf>

- Piaguaje, D. (2023). *Injertación en plantas adultas de café robusta (Coffea canephora) Como práctica de rehabilitación de cafetales*. [Tesis de grado, Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2078/1/TIC\\_A37D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2078/1/TIC_A37D.pdf)
- Quezada, N. (2014). *Estadística con SPSS 22*. Macro.
- Siegel, S. (1990). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. (Tercera ed.). México, México: Trillas. 344 p.
- Sotomayor, B. (2021). *Importancia del mejoramiento genético del cultivo de café (Coffea arabica L) en el Ecuador*. [Tesis de Grado, Ingeniería Agropecuaria] Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9304/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant physiology and development*. 6a ed.). Sinauer Associates.
- Ubieta, T. (2020). *Caracterización morfológica y molecular de café (Coffea arabica L.) variedad Catrenic proveniente de las fincas CENECOOP-Fedecaruna y El Rosal de Nicaragua* [Tesis de Grado, Química Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/14575/>
- Vargas, J. (2017). *Propagación del cultivo de café (Coffea arábica L.) caturra roja, utilizando ramillas y diferentes fitohormonas*. [Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19612/1/Vargas%20Alvarado%20Jos%C3%A9%20Alberto.pdf>
- Vivanco, (2009). *Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de Hypericum (Hipericum sp.)*. [Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/361>
- Vozmediano, J. (1982). *Fruticultura fisiológica: ecológica del árbol frutal y tecnología aplicada*. Servicio de Publicaciones Agrarias. [https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991000077759706331&context=U&vid=34CVA\\_UMH:VU1&lang=es](https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991000077759706331&context=U&vid=34CVA_UMH:VU1&lang=es)

# ANEXO

**Anexo 1.** Valores en promedio de las variables morfológicas a los 90 días de crecimiento de los brotes, en función de los tres métodos de propagación vegetativa.

<b>Métodos</b>	<b>Sanidad (Escala 1-5)</b>	<b>Vigor vegetal (Escala 1-5)</b>	<b>Longitud del brote (cm)</b>	<b>Número de hojas</b>
Acodo	4,33	4,67	20,42	20,42
Esquejes	4,27	4,27	11,18	6,00
Injerto	4,5	4,79	8,23	11,64

