



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

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

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

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE ENRAIZADORES EN LA
MULTIPLICACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea
canephora Pierre*) MEDIANTE LA DIVISIÓN LONGITUDINAL
DEL ESQUEJE**

AUTORA:

PÀRRAGA PALACIOS MARTHA ISABEL

TUTOR:

ING. LEONARDO VERA MACÍAS, MSc.

CALCETA, FEBRERO DEL 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, MARTHA ISABEL PÁRRAGA PALACIOS, con cédula de ciudadanía 1314777655 declaro bajo juramento que el Trabajo de Titulación titulado: ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE ENRAIZADORES EN LA MULTIPLICACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora Pierre*) MEDIANTE LA DIVISIÓN LONGITUDINAL DEL ESQUEJE, es de mi 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, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



PÁRRAGA PALACIOS MARTHA ISABEL

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. LEONARDO RAMON VERA MACIAS MG, certifica haber tutelado el proyecto **ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE ENRAIZADORES EN LA MULTIPLICACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora Pierre*) MEDIANTE LA DIVISIÓN LONGITUDINAL DEL ESQUEJE**, que ha sido desarrollada por **MARTHA ISABEL PÁRRAGA PALACIOS**, previo a la obtención del título de Ingeniería Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:
**LEONARDO
RAMON VERA
MACIAS**

ING. LEONARDO VERA MACIAS, MSc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE ENRAIZADORES EN LA MULTIPLICACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre) MEDIANTE LA DIVISIÓN LONGITUDINAL DEL ESQUEJE**, que ha sido propuesto, desarrollado por **MARTHA ISABEL PÁRRAGA PALACIOS**, previa la obtención del título de Ingeniería Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. FREDDY MESIAS G., MG.
MIEMBRO



ING. LUIS PÁRRAGA M., MG.
MIEMBRO



ING. GONZALO CONSTANTE T., MG.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Le doy las gracias en primer lugar a la de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por haber abierto las puertas del aprendizaje, por facilitar el ingreso a los campos del saber ya que gracias a mi dedicación y esfuerzo he logrado tan anhelada meta.

A mi querida Directora de la carrera de Ingeniería Agrícola, Ing. Sofía Velásquez, por su disposición, de manera oportuna durante el desarrollo de esta investigación.

Al Director de Tesis, Ing. Leonardo Vera Macías.MG, por haber asumido la responsabilidad de guiarme en este paso trascendental de gran importancia en mi vida profesional no solo como tutor si no como un amigo que siempre estuvo presente en las buenas y las malas.

A los señores Ingenieros Miembros del Tribunal de Tesis de la carrera de Ingeniería Agrícola de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por su colaboración en este trabajo.

A mis padres por su apoyo moral y económico que permitieron el éxito de mi trabajo de tesis.

A mis compañeros de carrera de Ing. Agrícola que directa y/o indirectamente influyeron en la realización de este proyecto.

A los catedráticos de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, carrera de Ingeniería Agrícola, por contribuir con sus enseñanzas para mi formación como profesional íntegro.

DEDICATORIA

A mi Señor Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud por permitirme estar en este mundo y por darme la esperanza para terminar este trabajo.

Con mucho amor a mis padres Ángel Iván Párraga y Ana Isabel Palacios, quienes me enseñaron desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia, mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor, mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo!

Con cariño a mi madrina María Dolores Palacios por su apoyo incondicional en mi vida.

A mis hermanos Flor María y Germán por ser también un apoyo para mí en este proceso de formación.

A mi apreciado y querido MG. Luis Plaza Avellán por su apoyo en este proceso.

A mis abuelitos, por su fraternidad sus gratos consejos y por ser un pilar más en mi vida.

A mis tíos/as y demás seres queridos por haberme brindado de una u otra forma su apoyo incondicional. Y

A mis compañeros de carrera que también pusieron una pequeña dosis de fertilizante llamada amistad un abrazo e infinitas gracias.

MARTHA ISABEL PÁRRAGA PALACIOS

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDO DE CUADROS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
CAPITULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
1.4 PREMISA.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 EL CAFÉ.....	5
2.2 CAFÉ ROBUSTA	5
2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.....	6
2.4 FERTILIZACIÓN	7
2.5 PROPAGACION VEGETATIVA	7
2.6 DESARROLLO DE RAICES EN ESQUEJES.....	11
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	17

3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO	17
3.2	DURACIÓN DEL PROYECTO	17
3.3	FACTORES EN ESTUDIO	17
3.4	TRATAMIENTOS	17
3.5	UNIDAD EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	18
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	18
3.7	ANÁLISIS DE DATOS	19
3.8	VARIABLES EXPERIMENTALES	19
3.8.1	NÚMERO DE ESQUEJES PRENDIDOS	19
3.8.2	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE ESQUEJES	19
3.8.3	NÚMERO DE HOJAS POR ESQUEJES	20
3.8.4	ALTURA DEL BROTE	20
3.9	MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		23
4.1	NÚMERO DE ESQUEJES	23
4.2	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	24
4.3	ALTURA DEL BROTE	26
4.4	NÚMERO DE HOJAS	28
BIBLIOGRAFÍA		34

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 3. 1 Descripción de los factores en estudio.	17
Cuadro 3. 2 Descripción y número de tratamientos en estudio.	18
Cuadro 3. 3 Esquema del ADEVA	19
Cuadro 4. 1 Resultados del análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de los tratamientos en estudio.....	25
Cuadro 4. 2 Resultados del análisis de varianza de la altura del brote a los 30 días después de la apertura de la cámara.	26
Cuadro 4. 3 Análisis de varianza de la variable altura del brote a los 60 días después de la apertura de la cámara	27
Cuadro 4. 4 Análisis de varianza de la variable altura del brote a los 90 días después de la apertura de la cámara	28
Cuadro 4. 5 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 30 días después de la apertura de la cámara.	29
Cuadro 4. 6 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 60 días después de la apertura de la cámara.	30
Cuadro 4. 7 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 90 días después de la apertura de la cámara.	30

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3. 1 Esquema de distribución de los tratamientos en el campo	18
Figura 3. 2 Selección y cosecha de brotes ortotrópicos para la multiplicación clonal.	21
Figura 3. 3 Esquejes sumergidos en el enraizador líquido.....	21
Figura 3. 4 Colocación de plástico de la cámara de enraizamiento.....	22
Figura 4. 1 . Representación gráfica del número de esquejes sembrado y obtenidos después de la siembra.	23
Figura 4. 2 Representación gráfica del porcentaje de mortalidad de los esquejes sembrados. .	26

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de octubre del 2019 hasta marzo del 2020 en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. El objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad del uso de enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta, mediante la técnica de división longitudinal de esquejes. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las principales variables evaluadas fueron, número de esquejes sembrados, porcentaje de prendimiento, altura del brote y número de hojas. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio en las variables porcentaje de prendimiento y altura del brote. El mayor número de esquejes prendidos se evidenció en los brotes divididos con el uso de ambos enraizadores. El T1 y T2 (Enraizador 1 y 2) presentaron un porcentaje de prendimiento por encima del 75% obteniendo el doble de esquejes con brotes que el T3 y T4 (Enraizador 1 y 2). No se observaron diferencias en el número de hojas. De acuerdo a los resultados obtenidos la división del esqueje en el proceso de multiplicación clonal de café robusta fue viable con ambos enraizadores, debido a que presentaron una baja tasa de mortalidad, lo que permitió obtener un mayor número de plantas, en comparación a los esquejes completos.

Palabras claves: inducción de raíces, prendimiento, enraizamiento, crecimiento

SUMMARY

This research was carried out during the months of October 2019 to March 2020 in the Mocache canton, Los Ríos province, Ecuador. The objective of the study was to evaluate the viability of the use of rooting agents in the clonal multiplication of robust coffee, using the technique of longitudinal division of cuttings. The experiment was established in a completely randomized design with four treatments and three repetitions. The main variables evaluated were, number of cuttings planted, percentage of seizure, height of the shoot and number of leaves. Significant statistical differences ($p < 0.05$) were found between the treatments under study in the variables percentage of take-off and height of the shoot. The highest number of cuttings attached was evidenced in the divided shoots with the use of both rooters. T1 and T2 (Rooters 1 and 2) presented a percentage of seizure above 75% obtaining twice as many cuttings with shoots as T3 and T4 (Rooters 1 and 2). No differences were observed in the number of leaves. According to the results obtained, the division of the cuttings in the robusta coffee clonal multiplication process was viable with both rooters, due to the fact that they presented a low mortality rate, which allowed obtaining a greater number of plants, compared to the cuttings. complete.

Keywords: root induction, take-off, rooting, growth

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de café, en el Ecuador, tiene relevante importancia en los órdenes económico, social y ambiental Velázquez y Pazmiño, (2017). La producción de café en el Ecuador ha presentado un comportamiento variable en los últimos quince años. Durante el período 2002-2011 se observó una tendencia creciente, la cual mostró un cambio drástico en el año 2012, ya que se produjo una caída significativa del 69% respecto al año 2011 (Monteros, 2016).

En la actualidad, la mayor parte de las plantaciones de café robusta en el Ecuador están establecidas por semilla, usando plantas obtenidas de los granos que caen en el suelo y crecen debajo de la planta en producción, conocida como “lechuguines”. Esta forma de producción sexual en café robusta ha provocado la heterogeneidad de las plantas debido a la naturaleza alogámica de esta especie, reduciendo la productividad del cultivo (Fernández, 2017)

Esto ha ocasionado que la producción nacional no cubra la demanda de la industria de café soluble estimada en 1.200.000 sacos, ni de los exportadores de grano estimada en 800.000 sacos. A este déficit se añade un consumo interno de 200.000 sacos, por tanto, el déficit se aproxima a 1.700.000 sacos de 60 kg (Duicela, 2016).

Por esta razón, en la propagación de plantas de café robusta, la multiplicación asexual es la opción más apropiada, considerando que es una especie de polinización cruzada; es decir, de naturaleza alogámica. Sin embargo, hace falta establecer métodos apropiados y técnicas de innovación, como el uso de productos hormonales dirigidos al enraizamiento de esquejes, que potencialicen el proceso de propagación vegetativa de los cafetos, constituyéndose en la base para una difusión masiva de estos procedimientos entre los caficultores de la región ecuatoriana.

Por lo anteriormente descrito se plantea la siguiente interrogante:

¿El uso de enraizador podrá incrementar el número de plantas en la multiplicación clonal por la técnica de división longitudinal de esquejes?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para mejorar y mantener la productividad del café robusta es necesario establecer plantaciones comerciales con material genético de alta capacidad productiva proveniente de la multiplicación clonal. Por tal motivo, se vuelve necesario e importante el estudio y mejoramiento de técnicas de multiplicación clonal que aumenten el número de plántulas clonales, mediante el uso de nuevas sustancias y productos enraizadores.

Ante esta situación, las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas son los enraizadores, ya que ayudan a la proliferación y formación de un buen sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta, la formación de raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo (Sotomayor & Duicela, 1993).

Las tecnologías de propagación actualmente han permitido elevar el número de plántulas clonales de café robusta en comparación a la forma tradicional de multiplicación de plántulas. Por lo expuesto, se presenta el siguiente trabajo de investigación con la finalidad de evaluar el efecto de los enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta mediante la técnica de esquejes dividido.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Comprobar la viabilidad del uso de enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta, mediante la técnica de división longitudinal de esquejes.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de la división de esqueje en clones de café robusta.
- Comparar la respuesta de los esquejes dividido mediante el uso de enraizadores comerciales.
- Determinar la respuesta de las plántulas de café obtenidas a partir de la división longitudinal del esqueje.

1.4 PREMISA

Las alternativas del uso de enraizadores comerciales aumentarán el número de obtención de plántulas con la técnica de división de esquejes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 EL CAFÉ

El café es el término que se usa para identificar a cualquier de las 130 especies del género *Coffea* (Fernández et al., 2010) Todas las especies son de originarias del continente africano y de la región de Madagascar, de naturaleza cromosómica diploide y alógamas con excepción de *Coffea arábica* que es tetraploide y autógena (Merot et al. 2019)

En lo referente al café robustos, estos autores sostiene, que son una especie diploide, y que en sus células somáticas, encontramos dos juegos idénticos de cromosomas $2n=22$. La especie arábica, que es tetraploide ($4n=44$), tiene cuatro juegos de cromosomas idénticos en las células somáticas.

El café es uno de los principales productos agrícolas; después del petróleo, es el producto comercial natural que mueve las mayores cifras de dinero en el mercado mundial, llegando a generar ingresos anuales superiores a los 15 mil millones de dólares para los países exportadores y dando ocupación directa e indirecta a poco más de 20 millones de personas (Temis et al. 2011).

Las dos especies más importantes desde el punto de vista económico son *Coffea arábica* L. (café arábico) y *Coffea canephora* (café robusto). *Coffea arábica* supone más del 60% de la producción mundial, frente a *C. canephora* que abarca prácticamente el resto (Rojo, 2014).

2.2 CAFÉ ROBUSTA

El café robusta fue descubierto en África a fines del siglo XIX, el cual crece de manera silvestre en las zonas tropicales de El Congo y Guinea. Entre 1951 y 1986 se realizaron introducciones de germoplasma de café robusta hacia el Ecuador, desde el centro Agronómico Tropical de Investigación y

Enseñanza (CATIE-Costa Rica). Las introducciones de café robusta se establecieron en bancos de germoplasma de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, ubicada en la Provincia de los Ríos (INIAP, 2014).

Además, este instituto de investigaciones (INIAP, 2014), señala que el café robusto se fue dispersando progresivamente, desde la Estación Pichilingue, hacia otras zonas cercanas, especialmente en los cantones Quevedo, Mocache, Ventanas, y otros. En el año 1968, debido a la migración de agricultores hacia la Amazonia se produjo la diseminación de café robusta hacia esas localidades.

La especie *C. canephora* se clasifica en tres grupos: congolensis, guineensis y kouilou (conilón), según (Merot et al., 2019). En Latinoamérica y en Ecuador, se cultivan *C. canephora* de los tipos: congolensis (robusta) y conilón. Parece que a América no se ha introducido hasta la actualidad el tipo guineensis.

2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

Para el cultivo del café, al igual que para cualquier otro, existen características climáticas y edáficas bien definidas, las cuales en cuanto más se aproximen a las condiciones ideales requeridas por el cultivo, en sus diferentes fases fenológicas, tendrá mayor posibilidad de expresar todo su potencial genético, lo que se traducirá en mayor producción, que es lo que en última instancia le interesa al caficultor (INIAP, 2014).

Según MAG (2018), los requerimientos climáticos y edáficos son las siguientes:

- **Precipitación:** 1200 - 3000mm
- **Intensidad de luz:** 70% de brillo solar
- **Temperatura:** 22 a 26°C
- **Altitud:** 0-600 msnm

- **Suelo:** Francos a franco arcillosos, con buen drenaje, medianamente profundos (1m), ricos en materia orgánica.
- **pH:** Medianamente ácidos y ligeramente ácido (5,6 a 6,5).

2.4 FERTILIZACIÓN

De acuerdo con Duicela (2017), los cafetos mantienen su vitalidad a partir del intercambio de materia y energía con el ambiente, este proceso se llama nutrición. Señalando, además, que los nutrimentos para las plantas, en sentido amplio, son: el agua los elementos químicos del suelo, el oxígeno que forma parte del agua, el dióxido de carbono del aire y la energía lumínica del sol. Finalmente indica, que en los suelos siempre hay heterogeneidad en topografía, fertilidad, acidez, profundidad, textura y estructura, entre otros aspectos. Esta situación conlleva a planificar y aplicar un conjunto de prácticas que se conoce como gestión del suelo.

2.5 PROPAGACION VEGETATIVA

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 (Delgado y Hoyos, 2016).

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 (Vivanco, 2009).

2.5.1 PROPAGACIÓN POR ESQUEJES

Mangiarua (2008), indica que el esqueje es un tipo de propagación (no reproducción) asexual, 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.

- **Tipos de esquejes**

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

A.- Esquejes caulinares con yemas, que 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, semileñosas o herbáceas.

B.- Esquejes de raíz que deben dar lugar a una nueva copa a partir de una yema adventicia.

C.- Esquejes de hojas que deben formar tanto un nuevo aparato radicular como aéreo.

- **Preparación de la cámara de enraizamiento**

Duicela, 2017, señala que debajo de un cobertizo se construirá una “cámara de enraizamiento” que tendrá un marco de caña guadaña, tablas, tubos o mesas de cemento. Estas cámaras deben estar separadas, de unas de otras, a una distancia de aproximadamente 40 centímetros. Esta estructurada por un marco que delimita su tamaño normalmente de 1,00 a 1,20 metros de ancho por la longitud que sea necesaria; además tienen un soporte de la cubierta (tiras de caña o tubos PVC de 1/2 que tenga una

longitud que posibilite tener una altura neta de 0.80 m, medida del centro) y la lámina de plástico térmico transparente UV de 0,08 micras de tres metros de ancho y una longitud que permita la cobertura

En la relación al sustrato, las cámaras de enraizamiento, pueden tener dos variantes básicas: arena cernida del río o suelo enriquecido, como a continuación lo detalla (Romero, 2014):

Sustrato de arena. - La siembra de los esquejes en la arena, debe ser realizada en formas directas, a alta densidad, por lo menos de 200 esquejes por metro cuadrado. Los esquejes enraizados se trasplantarán a un recipiente apropiado (funda de polietileno, vasos plásticos, tubete o bandejas).

Sustrato de suelo enriquecido. - en este caso, la siembra de esquejes se realiza en recipiente que contiene sustratos de suelo enriquecido con abonos y desinfectados, siendo la densidad adecuada alrededor de 100 plántulas por metro cuadrado

- **Preparación de los esquejes. (Fernández, 2017).**

- Eliminar los brotes mal formados o raquíuticos en el jardín clonal, al menos 15 días antes de la recolección de los brotes. Para la clonación deben descartarse los brotes de las plantas enfermas con roya o que tengan alta incidencia del mal de hilacha o cercosporosis.
- Realizar un despunte apical de los brotes sanos y vigorosos a ser adecuado como fuente de material vegetativo.
- Regar con agua hasta el nivel de saturación en el sustrato donde serán “sembrados los esquejes”.
- Cortar los brotes ortotropicos preparados de las plantas agobiada o recepadas en el jardín clonal de los árboles “Cabeza de clon”, en la parte basal usando unas tijeras de podar, preferentemente en las primeras horas de la mañana o ultimas horas de la tarde.

- El brote, fuente de esquejes, deberán tener un color verde intenso y una consistencia semileñosa,
- Cortar los brotes en pequeñas secciones que contengan un nudo con su respectivo par de hojas, sin dañar las “yemas” vegetativas.
- Los cortes en la parte superior deben realizarse a un centímetro del nudo y en la parte inferior a 3-5 centímetro del nudo, ligeramente bisel.
- Cortar las hojas (que emerge del nudo) por la mitad, usando una tijera, reducir la transpiración del esqueje y facilitar las labores.
- Usarlos segmento semileñoso del brote, por tanto, se debe usar los nudos de la parte terminal del brote porque son demasiado tierno y tienen poca consistencia.
- Desinfectar los esquejes sumergiéndolos en una solución fungicida (captan en dosis de 2 g/L), por un tiempo no mayor a 15 minutos.
- Adicionar en el corte basal del esqueje, una pizca de un producto hormonal para favorecer el enraizamiento, como: Hormonagro 1, Raizagro, Rothone u otros que contengan ácidos naftalenacetico o ácido indolbutirico. Las dosis están en alrededor de 1 gramo de producto hormonal por cada 10-30 esquejes. La adición puede hacerse tocando un corte basal sobre el producto en polvo o en una pasta acuosa preparada con una porción del agua.

- **Manejo en la cámara de enraizamiento. (Fernández, 2017).**

- “Sembrar “el esqueje en el sustrato haciendo un hoyo pequeño con un “chuzo de madera”. Sí el corte basal estuviese a cinco centímetros del nudo se deberá enterrarse cuatro centímetros y si se fuese de tres centímetro deberán enterrarse a dos centímetro.
- Cubrir la “cámara de enraizamiento” con un plástico blanco o transparente.
- Monitorear la humedad interna de la “cámara de enraizamiento”, pues, cuando se evidencia vapor de agua en la parte interna del plástico, se asume que hay suficiente humedad.
- Si se constatará falta de agua, se destapa la “cámara”, se proporciona riego “con regadera o manguera” y luego se vuelve a cubrir inmediatamente.

- Monitorear el enraizamiento, pues este proceso se demorara de 45-60 días dependiendo el genotipo.
- Aclimatar la plántulas, levantando la lámina de plástico, durante una hora el primer día dos horas al segundo día y así sucesivamente hasta cumplir las ocho horas. En estas condiciones, las plántulas estarán listas para el trasplante (cuando se ha enraizado en sustrato de arena) y manejo en el vivero (cuando se enraizado en recipientes).

- **Manejo del vivero. (Fernández, 2017).**

- Trasplantar los esquejes enraizado en arena, cuidadosamente, a los recipientes que contengan sustrato enriquecido con abono y desinfectados.
- Organizar las plántulas, preferentemente en hileras dobles o triples, cuando se usa funda de polietileno (6x8"). Cuando se usan bandejas o tubetes o vasos plásticos, hay que procurar una organización que facilite el manejo del vivero.
- Proporcionar los riegos que sean necesario, evitando exceso y déficit hídricos.
- Realizar las deshierbas oportunas, la fertilización y control fitosanitario que sea pertinente, para asegurar un crecimiento san y vigoroso de las plántulas.
- Las plantulas, antes del trasplantes al terreno definitivo, deberán tener menos de un par de ramas, situación que ocurre a los tres o cuatros meses, en vivero.

2.6 DESARROLLO DE RAICES EN ESQUEJES

En la mayoría de las plantas, la emisión de las raíces adventicias se efectúa después de que se ha hecho la estaca. A esas raíces se les suele llamar "inducidas ", "de herida", o de "lesiones", ya que se presentan después de cierto tipo de lesión, como el corte de una porción de tallo o el anillado del mismo. pero en algunas plantas, las iniciales de las raíces adventicias se forman durante los primeros períodos de desarrollo del tallo intacto y ya están presentes cuando se hacen las estacas (Furuta et al.

2014).

El tiempo que tarda un esqueje en enraizar depende de la especie en cuestión, del tipo de esqueje, de la edad del tallo, de la forma en que se preparó y de las condiciones de humedad y temperatura. En general los esquejes foliares enraízan en unas tres semanas, mientras que los leñosos y semileñosos tardan hasta cinco meses (Mota, 2014).

2.6.1 SUSTANCIAS REGULADORAS DEL CRECIMIENTO

De acuerdo con Márquez et al. (2012), las principales sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas son:

- **Auxinas**

Estimulan la formación de raíces y la activación de las células del cambium; inhiben la brotación de las yemas laterales. Ácido indolbutírico, ácido naftalenacético (ANA), ácido indolacético. Citoquininas En general inhiben la iniciación de raíces de tallo. Estimulan fuertemente la iniciación de yemas. 6-benciladenina, Kinetina.

El objeto de tratar esquejes y/o estacas con reguladores del crecimiento del tipo auxina, es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar la formación de las mismas, aumentar el número y la calidad de las raíces formadas en cada estaca y uniformar el proceso de enraizamiento.

- **Giberelinas**

Estimulan la elongación del tallo, pero inhiben la formación de raíces adventicias; parece demostrado que impiden las divisiones precoces implicadas en la desdiferenciación inicial.

- **Ácido abscísico**

Su efecto sobre la formación de raíces adventicias es contradictorio, dependiendo de la concentración y del estado nutricional de las plantas maternas de las que se toman las estacas.

- **Etileno**

Estimula la producción de raíces en tejidos de tallos y hojas, así como el desarrollo de raíces preexistentes en los tallos. Las aplicaciones de auxina pueden regular la producción de etileno, y este etileno inducido por la auxina puede explicar la capacidad de la auxina para inducir la iniciación de raíces.

- **Azúcar (Sacarosa)**

Estimula la producción de raíces en tejidos de tallos y hojas, así como el desarrollo de raíces preexistentes en las porciones de tallos jóvenes, con pocas reservas de carbohidratos. *Al poner flores cortadas en agua con azúcar, estas duran más tiempo.

Osuna et al. (2017) mencionan que las hormonas de enraizamiento se venden en el comercio bajo dos formas: baja concentración (1% activo) y alta concentración (95% activo). Los materiales químicos sintéticos de mejor resultado para estimular la producción de raíces adventicias de las estacas, son los ácidos indolbutírico (IBA) y naftalén acético (ANA), debido a que no son tóxicos en una amplia gama de concentraciones y son eficaces para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas.

2.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS ENRAIZADORES A UTILIZAR

2.7.1 Enraizador

Enraizador de última generación mezclado NPK estimulante de formación de raíces (Nutrien Ag solutions. 2018).

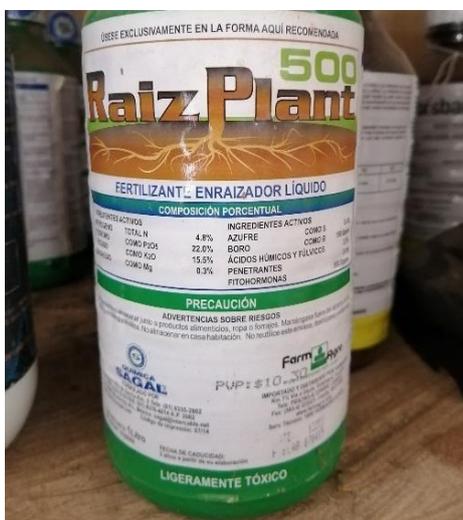


Figura 1. Producto enraizador líquido.

- **Formulación.**

Cristales altamente solubles.

b. Composición química.

Nitrógeno total	(N)	4.8 %
Fosforo asimilable	(P2O5)	22.0 %
Potasio soluble en agua	(K2O)	15.5 %
Magnesio	(MgO)	0.3 %
Azufre total	(S)	0.40 %
Boro	(B)	150.0 ppm
Ácidos húmicos y fúlvicos		2.0%
Penetrante		3.0%
Fitohormonas	(ANA)	500.0 ppm

2.7.2 HORMONA DE CRECIMIENTO

Es un regulador fisiológico para las plantas y afecta los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. En consecuencia, su empleo exige el cumplimiento de las recomendaciones de uso expresadas. Está compuesto por una fitohormona del grupo de las auxinas (alfanaftalenacetico) es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión de radical en plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas (Nutrien Ag solutions. 2018).



Figura 2. Producto enraizador sólido.

2.7.3 RESPUESTAS DE LAS HORMONAS EN EL PROCESO DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES.

De acuerdo con Vásquez y Torres (1981), el rol de las hormonas en la iniciación y crecimiento de las raíces es bien conocido, recomendándose por dicha razón, su empleo en la mayor parte de los medios de enraizamiento. Ellos observaron que los tratamientos sin hormonas presentan resultados más bajos en cuanto a número y longitud de raíces.

Según Ramos (2000), el porcentaje de enraizamiento y sobrevivencia, fue mayor al usar concentraciones de hormona en teca, observando que los explantes tratados con el polvo enraizador de 1000 mgkg^{-1} de ANA + 1000 mgkg^{-1} de AIB fueron los que presentaron el mayor porcentaje de enraizamiento (92.5%) en el comportamiento del enraizamiento de teca en sustrato de zeolita a los 30 días.

Morocho (2015) en su trabajo de investigación en propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) utilizando polvos enraizantes, como los ácidos indolbutírico (aib) y naftalenacético (ana) en diferentes concentraciones, alcanzaron el 95% de prendimiento de esquejes.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Los Ríos, Cantón Mocache, dentro de los predios de la Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP situada a una altitud de 75 msnm y geográficamente entre las coordenadas WGS 1984 UTM zona 18 S X 1°4'38"S Y 70°29'20"O

3.2 DURACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 6 meses (Octubre 2019 – Marzo 2020) desde la cosecha y siembra de brotes ortotrópicos de café robusta hasta la última toma de datos a nivel de vivero.

3.3 FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio que se evaluó se describen en el cuadro 1.

Cuadro 3. 1 Descripción de los factores en estudio.

Factores en estudio		Niveles en estudio	
Factor A	Código	1	2
Enraizador 1 (Raizplant)	A	Enraizador 1 en esquejes completos	Enraizador 1 en esquejes dividido
Enraizador 2 (Hormonagro)	B	Enraizador 2 en esquejes completos	Enraizador 2 en esquejes dividido

3.4 TRATAMIENTOS

En el cuadro 2, se presentan los tratamientos codificados con sus respectivas descripciones. Los tratamientos 3 y 4 son los testigos, ya que corresponden al proceso clonal tradicional y servirán de comparación frente a la tecnología actual de multiplicación clonal en estudio.

Cuadro 3. 2 Descripción y número de tratamientos en estudio.

Tratamientos	Código	Descripción
1	A1	Enraizador 1 en esquejes dividido
2	B1	Enraizador 2 en esquejes dividido
3*	A2	Enraizador 1 en esquejes completos
4*	B2	Enraizador 2 en esquejes completos

*Tratamientos comparativos(testigos)

3.5 UNIDAD EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

La unidad experimental estuvo conformada por 12 esquejes consideradas como parcela útil, por cada tratamiento.

Se probó cuatro tratamientos en tres repeticiones, lo que significó que se trabajó en 12 unidades experimentales.

El esquema de la distribución en la cámara de enraizamiento de los 4 tratamientos ratamientos y de las tres repeticiones se indica en la Figura 3.1

Repeticón I	1	3	2	4
Repeticón II	2	1	4	3
Repeticón III	4	2	3	1

Figura 3. 1 Esquema de distribución de los tratamientos en el campo

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló bajo un diseño completo al azar (DCA), con 4 tratamientos, tres repeticiones y 12 unidades experimentales.

La unidad experimental se conformó de parcelas de 12 esquejes, donde el registro de datos se realizó en todos los esquejes (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	3
Error experimental	(6)
Total	(11)

3.7 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó a través de estadística descriptiva, análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades. Los análisis paramétricos se realizaron apoyándose en el software Infostat v12.

3.8 VARIABLES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales fueron las siguientes:

3.8.1 NÚMERO DE ESQUEJES PRENDIDOS

Se contabilizó el número de esquejes con brotes en cada uno de los tratamientos en estudio, al momento de la apertura de la cámara de enraizamiento.

3.8.2 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE ESQUEJES

Esta variable se obtuvo a partir de la variable anterior y aplicando la siguiente fórmula:

$$\%P = \frac{\text{Número de esquejes prendidos}}{\text{Número de esquejes sembrados}} \times 100$$

3.8.3 NÚMERO DE HOJAS POR ESQUEJES

Se registró el número de hojas en los esquejes prendidos en cada uno de los tratamientos en estudio, después apertura de la cámara de enraizamiento, a los 30, 60 y 90 días posterior.

3.8.4 ALTURA DEL BROTE

Con una regla graduada en cm se midió la altura del brote, después de la apertura de la cámara de enraizamiento, específicamente a los 30, 60 y 90 días.

3.9 MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO

Se inició con la preparación de las cámaras de enraizamientos que contenía las fundas con sustratos, donde se efectuaron riegos periódicos para mantener la humedad de las fundas hasta el día de la siembra de los esquejes. Posteriormente se realizó la cosecha de brotes para su respectiva multiplicación (Figura 3.1). Para el efecto, se seleccionaron las ramas/brotes en campo, que poseían entrenudos que van de verdes a semi-maduros, con 4-6 nudos bien desarrollados.



Figura 3. 2 Selección y cosecha de brotes ortotrópicos para la multiplicación clonal.

Esto dio como resultado segmentos cortos, de 7 a 10 cm, con un solo nudo y dos hojas cortadas a la mitad o un tercio de su longitud para limitar la evapotranspiración.

La sección de la parte superior se cortó tan cerca como sea posible a las axilas de las hojas, para evitar el desarrollo de ramas/brotes naciendo de yemas primarias, extra-axilares, situadas de 0,5 a 1 cm de la axila.

Posteriormente, se procedió a seccionar cada esqueje, es decir, dividirlos en dos segmentos longitudinales donde cada uno tiene una hoja. Esta operación sólo es posible cuando el material vegetativo tenga el diámetro suficiente. Previa a su siembra, estos fueron sumergidos en la sustancia hormonal Enraizador Raizplanten en dosis de 1ml/l agua y el Enraizador Hormonagro se aplicó 0.5g/ al momento de la siembra de los esquejes (Figura 3.3). Además, la cámara de enraizamiento fue desinfectada con un fungicida (Captan en dosis de 0.5g / 1L de agua) para evitar la proliferación de enfermedades del suelo durante el proceso de enraizamiento.



Figura 3. 3 Esquejes sumergidos en el enraizador líquido.

Una vez sembrado los esquejes se procedió a cubrir la “cámara de enraizamiento” con un plástico blanco o transparente (Figura 3.4). Los esquejes permanecieron en la cámara por un periodo de tiempo de 60 días.



Figura 3. 4 Colocación de plástico de la cámara de enraizamiento.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 NÚMERO DE ESQUEJES

En la figura 4.1, se presentan los resultados del análisis descriptivo del número de esquejes prendidos por cada tipo de multiplicación. El número de esquejes completos obtenidos después de la apertura de la cámara de enraizamiento (60 días después de la siembra) fue de 86, mientras que con la división del esqueje se obtuvo aproximadamente el doble de plántulas (156).

Al respecto Loor et al. (2016), manifiesta que actualmente la multiplicación por esquejes es el modo de reproducción vegetativa más ampliamente utilizado en café robusta y ha sido perfeccionado a través de los años, debido a sus buenos resultados de reproducibilidad, aumentando el número de esquejes mediante la división del mismo. Esta metodología usada principalmente en Asia, llegando a niveles casi industriales en la obtención de plantas clonales de robusta.

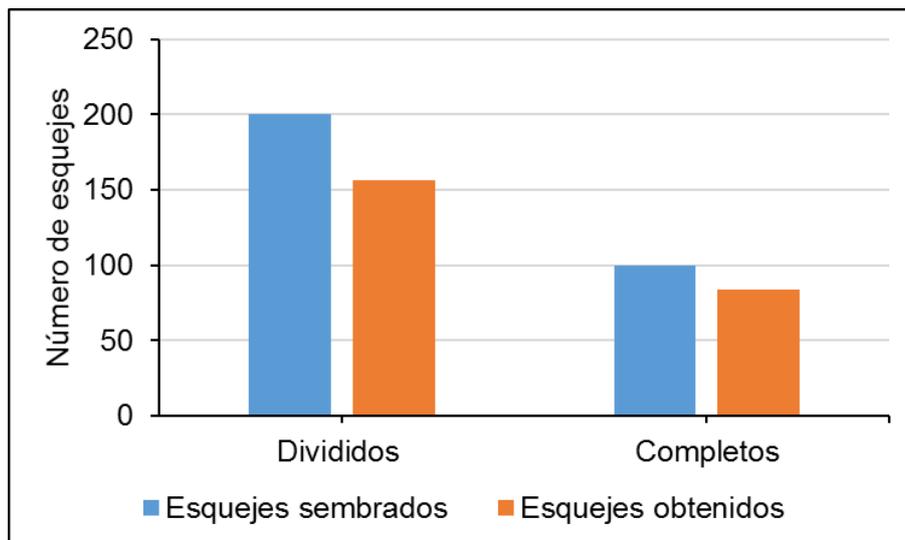


Figura 4. 1 . Representación gráfica del número de esquejes sembrado y obtenidos después de la siembra.

Por su parte Palacios (2014), indica que los tratamientos con aplicaciones de enraizadores tienen una cantidad de esquejes aceptable en

sobrevivencia, pero se tiene que tomar en cuenta la cantidad de días que pasaron en propagador, para conocer si están dentro de los resultados buscados.

Cabe indicar que para garantizar una mayor supervivencia de esquejes divididos en el proceso de multiplicación clonal de café robusta, es seleccionar adecuadamente los esquejes para facilitar su división. En este sentido, Loor et al. (2016), señalan que, al momento de proceder a seccionar cada esqueje, es decir, dividirlos en dos segmentos longitudinales cada uno tiene que contar con una hoja, siendo importante considerar que esta operación sólo es posible realizarlo con esquejes de diámetro suficiente.

Al respecto, varios autores (Fernández, 2017; Duicela, 2017; Loor et al. 2016), manifiestan que cada chupón ortotrópico destinado a la multiplicación clonal de café robusta, debería contener entre 2,5 a 3 nudos viables para la obtención de esquejes.

4.2 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza los tratamientos con enraizadores 1 y 2 (Enraizador y hormona en esquejes completos son significativamente iguales entre sí y diferentes a los tratamientos de enraizadores 1 y 2 (Raíz plant y hormonagro) en esquejes dividido con un coeficiente de variación de 1.49% (Cuadro 4.1). El T4 (Enraizador 2 esquejes completos) presentó el mayor promedio con 84.67 ± 0.69 %, mientras que el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) presento un promedio de 77.00 ± 0.69 %.

Estos resultados son similares a los reportados por Lema (2012), quien obtuvo un promedio de porcentaje de prendimiento a los 60 días después de la siembra de esquejes de café robusta de 79.09 %. Sin embargo, estos valores son contrastantes con los obtenidos por Morocho (2015) quien en su investigación de propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*)

utilizando polvos enraizantes, como los ácidos indolbutírico (aib) y naftalenacetico (ana) en diferentes concentraciones, alcanzaron el 95% de prendimiento de esquejes.

Cuadro 4. 1 Resultados del análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Descripción	% de Prendimiento
T4	Enraizador 2 esquejes completos	84.67±0.69 a
T3	Enraizador 1 esquejes completos	82.67±0.69 a
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	79.00±0.69 b
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	77.00±0.69 b
CV(%)		1.89

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Por otra parte, en la figura 4.2, se presenta los resultados de la tasa de mortalidad de los tratamientos en estudio, el menor porcentaje es para el T4 (Enraizador 2 esquejes completos) con un 17% y el mayor promedio es para el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) con 23%. Estos valores son similares a los obtenidos por (Orta, 2015) en su investigación propagación vegetativa aplicando hormonas de crecimiento en ramillas de café (*Coffea arabica*) en las cuatro fases lunares obtuvo a los 60 días un promedio de 17 % de mortalidad de esquejes utilizando Hormonagro, esta respuesta se la atribuye al regulador de crecimiento que se encarga de la formación de raíces.

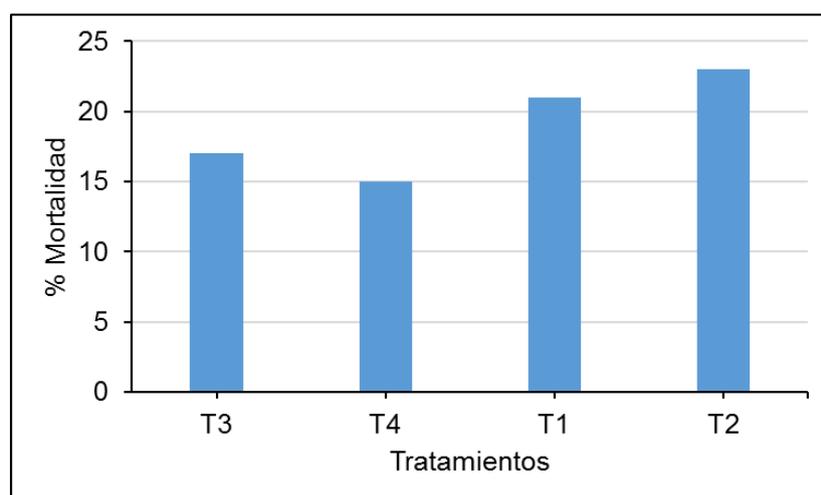


Figura 4. 2 Representación gráfica del porcentaje de mortalidad de los esquejes sembrados.

De acuerdo con Loor et al. 2016, las tasas de éxito variarán de acuerdo al genotipo de cada clon o línea y a la condición fisiológica de los brotes y esquejes preparados. Normalmente la mortalidad bordea el 40% en ocho semanas y 20% después de doce semanas. Además, en un proyecto de instalación comercial, dadas las incertidumbres del entorno, se puede esperar un rendimiento promedio de 50%.

4.3 ALTURA DEL BROTE

A los 30 días

En el cuadro 4.2, se presentan los resultados del análisis de varianza, en el mismo se observa que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio con un coeficiente de variación de 3.45%. Estos datos contrastan con los reportados por Chonillo (2016), quien no encontró diferencias estadísticas ni numéricamente, entre los tratamientos con hormonagro y enraizadores líquidos teniendo el mismo promedio (cuatro cm longitud de yemas brotadas).

El T3 (Enraizador 1 esquejes completos) presento el mayor promedio de altura del brote a los 30 días después de la apertura de la cámara de enraizamiento con 4.40 ± 0.08 cm. Mientras que el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) presento el menor promedio de altura con 3.80 ± 0.08 .

Cuadro 4. 2 Resultados del análisis de varianza de la altura del brote a los 30 días después de la apertura de la cámara.

Tratamientos	Descripción	30 días (cm)
T3	Enraizador 1 esquejes completos	4.40 ± 0.08 a
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	4.13 ± 0.08 ab
T4	Enraizador 2 esquejes completos	3.97 ± 0.08 b
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	3.80 ± 0.08 b

CV(%)**3.45***Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***A los 60 días**

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (Cuadro 4.3), se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio con un coeficiente de variación de 0.91%. El T4 (Enraizador 2 esquejes completos) presentó el mayor promedio de la altura del brote con 10.60 ± 0.05 cm a los 60 días después de la apertura de la cámara de enraizamiento. Mientras que el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) presentó una menor altura con 8.53 ± 0.05 .

Estos resultados contrastan con los reportados por Lema (2012), quien obtuvo una altura promedio menor a 3 cm en tratamientos con hormonagro y enraizadores líquidos. Por su parte Guamán et al. (2019), reportó el mayor promedio (6.8 cm) de altura de brote a los 60 días en café robusta.

Cuadro 4. 3 Análisis de varianza de la variable altura del brote a los 60 días después de la apertura de la cámara

Tratamientos	Descripción	60 días (cm)
T4	Enraizador 2 esquejes completos	10.60 ± 0.05 a
T3	Enraizador 1 esquejes completos	10.33 ± 0.05 b
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	8.73 ± 0.05 c
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	8.53 ± 0.05 c
CV(%)		0.91

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***A los 90 días**

En el cuadro 4.4, se presentan los resultados del análisis de varianza en el mismo se observa que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio con un coeficiente de variación de 3.73%. El T3 (Enraizador 1 esquejes completos) presentó el mayor promedio a los 90

días con 15.03 ± 0.28 . Mientras que el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) presento el promedio más bajo con 11.50 ± 0.28 .

Estos datos son superiores a los reportados por Guamán et al. (2019), quien obtuvo a los 90 días brotes de robusta una altura promedio de 6 cm. Por su parte, Lucero (2013), en su trabajo enraizamiento de esquejes de café robusta con sustrato y aplicación de hormonas obtuvo a los 90 días con la mezcla de sustrato y hormona (suelo, cascarilla de arroz, fibra de palma; 16 g/L, hormonagro1), con promedio de 2,30 cm y S1H1D2 (suelo, cascarilla de arroz, fibra de palma; 12 g/L, hormonagro1), con promedio de 2,27 cm.

Según Fajardo (2015), manifiesta que las fitohormonas son sustancias mensajeras activas a muy bajas concentraciones en su mayoría; siendo los lugares de síntesis y de acción distintos y en algunos casos activos El término hormona vegetal o fitohormona se aplica a cualquier sustancia orgánica, biológicamente activa de origen vegetal que es eficaz en pequeñas cantidades en un punto alejado del tejido en que se originó.

Cuadro 4. 4 Análisis de varianza de la variable altura del brote a los 90 días después de la apertura de la cámara

Tratamientos	Descripción	90 días (cm)
T3	Enraizador 1 esquejes completos	15.03 ± 0.28
T4	Enraizador 2 esquejes completos	14.63 ± 0.28
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	11.57 ± 0.28
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	11.50 ± 0.28
CV(%)		3.73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.4 NÚMERO DE HOJAS

A los 30 días

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio con

un coeficiente de variación de 12.66% (Cuadro 4.5). Mismos resultados fueron obtenidos por Velázquez y Pazmiño (2017), en donde evidenció que para los factores Enraizadores y Métodos de propagación no se registraron diferencias estadísticas.

Sin embargo, la mayor cantidad de hojas la obtuvo el T3 (Enraizador 1 esquejes completos) y el T1 (Enraizador 1 esquejes divididos) con 6.00 ± 0.41 . Mientras que el T4 (Enraizador 2 esquejes completos) y el T2 (Enraizador 2 esquejes divididos) presentaron un promedio de 5 hojas. Estos resultados son inferiores a los reportados por Guamán et al. (2019), quien obtuvo un número promedio de 8 hojas en esquejes de robustas con hormonagro.

Cuadro 4. 5 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 30 días después de la apertura de la cámara.

Tratamientos	Descripción	30 días (cm)
T3	Enraizador 1 esquejes completos	6.00 ± 0.41
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	6.00 ± 0.41
T4	Enraizador 2 esquejes completos	5.00 ± 0.41
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	5.00 ± 0.41
CV (%)		12.66

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

A los 60 días

Para el número de hoja a los 60 días después de apertura de la cámara de enraizamiento, el análisis de varianza demostró que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 10.94% (Cuadro 4.6). Todos los tratamientos presentaron un promedio similar de 8 hojas. Al respecto, Chonillo (2016), manifiesta que estos resultados son similares debido a las hormonas que son un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en las plantas, el número de hojas tiene relación con el crecimiento radicular.

Por otra parte, los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por Lema (2012) en su trabajo de investigación evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta obtuvo a los 60 promedio de 2,21 con mayor número de hojas utilizando como enraizadores a Hormonagro.

Cuadro 4. 6 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 60 días después de la apertura de la cámara.

Tratamientos	Descripción	60 días (cm)
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	8.00±0.31
T4	Enraizador 2 esquejes completos	8.00±0.31
T3	Enraizador 1 esquejes completos	8.00±0.31
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	8.00±0.31
CV (%)		10.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

A los 90 días

Para el número de hoja a los 90 días después de la apertura de la cámara de enraizamiento, el análisis de varianza demostró que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 10.94% (Cuadro 4.7). Todos los tratamientos presentaron un promedio similar a 10 hojas. Contrastando con los resultados obtenidos por Velázquez y Pazmiño (2017), quien en su estudio obtuvo valores promedios a los 90 días de evaluación para el factor Enraizadores, un rango comprendido entre 3,3 hojas.

Cuadro 4. 7 Resultados del análisis de varianza del número de hojas a los 90 días después de la apertura de la cámara.

Tratamientos	Descripción	90 días (cm)
T1	Enraizador 1 esquejes divididos	10.00±0.22
T4	Enraizador 2 esquejes completos	10.00±0.22
T2	Enraizador 2 esquejes divididos	10.00±0.22
T3	Enraizador 1 esquejes completos	10.00±0.22
CV (%)		10.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De acuerdo con los resultados de esta variable, los enraizadores no tiene injerencia en el crecimiento de las hojas. Según Maldonado et al. (2016), los enraizadores en presentación líquida mejoraron significativamente la brotación de las estacas. Según Balón (2016) el efecto de los enraizadores en la multiplicación clonal de robusta mediante esquejes, se observa con mayor diferencia en su largo y ancho de las hojas de los nuevos brotes.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. La división longitudinal de esquejes en el proceso de multiplicación clonal de café robusta incrementa la obtención del número de plántulas comparadas con la siembra de esquejes completos.
2. Ambos enraizadores presentaron un efecto positivo en los esquejes divididos el número donde se presenciaron un alto porcentaje de prendimiento >75%.
3. La respuesta del esqueje dividido con los enraizadores utilizado se observó más diferencias en la variable de altura del brote, siendo más lento su crecimiento en comparación a los esquejes completos.

5.2 Recomendaciones

Con base a los resultados obtenido en la presente investigación se recomienda lo siguiente:

1. Considerar en proceso de reproducción clonal de robusta, este tipo de tecnología que permitirá incrementar el número de plantas en la multiplicación tradicional.
2. Para futuros trabajos de investigación de este tipo, considerar nuevos productos enraizadores comerciales que ayuden a incrementar el porcentaje de prendimiento y disminuir la tasa de mortalidad.
3. Realizar pruebas con diferentes sustratos en las cámaras de enraizamiento y hacer uso de diferentes dosis de enraizadores enriquecidos con macro y microelementos esenciales para las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

- Balón, H., (2016). "Evaluación de Enraizadores Orgánicos en el crecimiento de la planta de Café, Variedad Robusta (*Coffea canephora Pierre*) en en playas Villamil" Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5498/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-75.pdf>
- Chonillo, M. (2016). Propagación de café robusta (*Coffea canephora Pierre*) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos, en la zona de Vinces-Ecuador. Tesis de grado. Los Ríos, Ecuador. 113 p.
- Delgado, L. y Hoyos, R (2016). Multiplicación clonal in vivo e in vitro de la especie forestal nativa Aniba perutilis Hemsl. Acta Agron. (2016) 65 (2) p 190-196
- Duicela, L. (2016). Investigación y desarrollo cafetalero en el Ecuador: Situación actual y perspectivas. Ecuador: Centro de Investigación de Ecuador (CIDE).
- Duicela, L. (2017). Café robusta: producción y poscosecha. Ecuador. Humus. 292 p.
- Fajardo, M. (2015). Propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica L.*), con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ana y aib en el cantón Buena Fe (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Fernández, F. (2017). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café robusta (*Coffea canephora Pierre*). Orellana. Ecuador. Guía de aprendizaje N° 008. 140 p.
- Fernández, R., De-Guglielmo, Z., and Menéndez. A. (2010). Cultivo de tejidos y transformación genética de café. Rev. Invest. 34(71):57-84.
- Furuta, K., Hellmann, E., Helariutta, Y. (2014). Molecular control of cell specification and cell differentiation during procambial development. Annual review of plant biology. 65:607-638.
- Guamán, R., Leython, S., Martínez, T. (2019). Enraizantes Naturales en *Coffea canephora* var. robusta (L. Linden) A. Chev. INVESTIGATIO No. 12, pp. 93-102, ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 – 8336.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). (2014). Café robusto. (En línea). EC. Consultado, 8 de jul. 2019. Formato HTML. Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafer>.

- Lema, E. (2012). Evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta (*Coffea Canephora Pierre*) en vivero, cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador. 100 p.
- Loor, R.; Casanova, T.; Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2.
- Lucero, D. (2013). Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (*Coffea canephora Pierre*). <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20168.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC). (2018). Rendimientos objetivos de café grano oro en el Ecuador 2018. Quito-Ecuador. 5-7 p.
- Mangiarua, L. (2008). Como hacer un esqueje. (en línea). Consultado 28 nov. 2020. Disponible en: <http://bonsai-baires-esquejes.blogspot.com>
- Márquez, J., Collazo, M., Martínez, M., Orozco, A. y Vázquez, S. (2012). Biología de angiospermas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México-Coordinación de Servicios Editoriales. D.F., México. 632 pp.
- Maldonado, M., García J., García G., Rojas A., Cuevas A., Torres N. (2016). Reguladores del crecimiento y sustratos en la propagación vegetativa de Nanche. Rev. Bras. Frutic., v. 39, n.3: (e-700) DOI 10.1590/0100-29452017 700.
- Merot, V., Tournebize, R., Darracq, O., Rattina, V., Lepelley, M., Bellanger, L., Tranchant, C., Coulee, M., Pegard, M., Metairon, S., Fournier, C., Stoffelen, P., Janssens, S., Kiwuka, C., Musoli, P., Sumirat, U., Legnate, H., Kambale, J., Ferreira, J., Revel, C., Kochko, A., Descombes, P., Cruzillat, D., and Poncet, V., (2019). Development and evaluation of a genome-wide Coffee 8.5K SNP array and its application for high-density genetic mapping and for investigating the origin of *Coffea arabica* L. Plant Biotechnology Journal, 17, pp. 1418–1430.
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de café grano seco en el Ecuador. (En línea). EC. Consultado, 14 de jul. 2019. Formato PDF. Disponible en

<https://docplayer.es/29340888-Rendimientos-de-cafe-grano-seco-en-el-ecuador-2016.html>

- Morocho, S. (2015). Propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora Pierre*) utilizando polvos enraizantes, ácido indolbutírico (Aib), y ácido naftalenacético (Ana) en diferentes concentraciones en ventanas (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Mota, O. (2014). Propagación de maguey papalometl (*Agave cupreata*) para la producción de mezcal, Informe final servicio social, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Nutrien Ag solutions. 2018. Ficha técnica. Pag. 1-2. Consultado 28 de Agos, 2020. Disponible en: https://nutrienagsolutions.cl/wp-content/uploads/2018/08/raizplant_ft2018.pdf
- Osuna, H., Osuna, A., Fierro, A. (2017). Manual de propagación de plantas superiores Primera edición digital. ISBN: 978-607-28-1054-9.
- Orta, E. (2015). "Propagación vegetativa aplicando hormonas de crecimiento en ramillas de café (*Coffea arabica L.*) en las cuatro fases lunares en el cantón Puerto Quito."
- Palacios, R. (2014). Evaluación de enraizadores sintéticos en esquejes de pimienta negra (*Piper nigrum*, Piperaceae); Puerto Barrios, Izabal, Tesis de Grado, Zacapa Guatemala. 76 p.
- Ramos, L. 2000. Algunos avances en la morfogénesis de la teca (*Tectona grandis*). Tesis para optar por el grado de Master en Ciencias. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. 55 p
- Rojo, E. (2014). Café I (G. *Coffea*). Madrid, ES. Revista REDUCA. Vol. 7. 19 p.
- Romero, V. (2014). Efecto de sustratos orgánicos en la propagación clonal de café robusta en Lago Agrio-Sucumbíos. Universidad Nacional de Loja.
- Sotomayor, I. y Duicela, G. (1993). Poda del cafeto. En Manual del cultivo del café. Estación Experimental Pichilingue (INIAP). 91-96 p.
- Temis, A; López, A; Sosa, M. (2011). Producción de café (*Coffea arabica L.*): cultivo, beneficios, plagas y enfermedades. Puebla, MX. Revista TSIA. Vol. 2. 20 p.
- Vásquez, B. y Torres G. 1981. Fisiología Vegetal. Crecimiento y Desarrollo, Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. pp. 317-362.

- Velázquez, V. y Pazmiño, A. (2017). Eficacia de Enraizadores Bajo Dos Sistemas de Propagación para la Clonación de Genotipos de Alta Productividad de Café Robusta (*Coffea Canephora Pierre*), en Babahoyo, Provincia de los Ríos. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo, Provincia de los Ríos. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3299/TE-UTB_FACIAG-ING%20AGRON-000045.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vivanco, J. (2009). Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum (hipericum ssp)*. (en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 135p. Consultado 23 nov. 2020. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/361/1/13T0656%20.pdf>
- Vozmediano, J. (1982). Fruticultura fisiológica: ecológica del árbol frutal y tecnología aplicada. p.25.