



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE ALOE VERA COMO
ENRAIZANTE NATURAL EN ESQUEJES DE CAFÉ
ROBUSTA (*Coffea canephora*) EN EL CENTRO DE
APOYO MANGLARALTO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Villon Torres Arcel Alfredo

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EVALUACION DE DOSIS DE ALOE VERA COMO
ENRAIZANTE NATURAL EN ESQUEJES DE CAFÉ
ROBUSTA (*Coffea canephora*) EN EL CENTRO DE APOYO
MANGLARALTO.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Villon Torres Arcel Alfredo

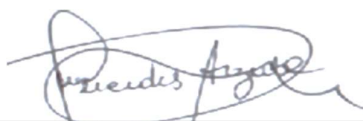
Tutor: Ing. Ángel León Mejía. MSc.

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



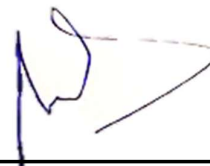
Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
**DIRECTORA DE CARRERA
DE AGROPECUARIA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, Msc.
**PROFESOR/A ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía, Msc.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Andrés Drouet Candell, Msc.
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer infinitamente a Dios, quien ha sido mi guía y pilar fundamental de vida en todo momento y fortaleciéndome en cada momento de mi vida.

A mi familia principalmente mis padres, Arturo Villon Alomoto, Martha Torres Banchòn, por siempre contar con su amor, apoyo afectivo, moral, económico y sobre todo por nunca dejarme solo durante toda la carrera universitaria, enseñándome a luchar sin importar los obstáculos presentes con perseverancia y constancia.

A mis amigos universitarios por todo el sustento moral, económico y empático, demostrando que un buen trabajo nace de un excelente equipo, personalmente a: Liliana Quiroz, Erika panchana, María Pozo, Katherine Solano, Frixon Solano, Francisco Quimi, Gilbert Pozo, Orrala Kenneth, por toda la colaboración, conocimiento científico y cariño que compartieron.

En manera especial a mi amiga Verónica Merchán ella que ha compartido todo este proceso universitario dándome fuerza fortaleza para poder cumplir este gran meta trazado.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, mis sinceros agradecimientos por demostrar valor, ética, enseñanza, paciencia, cariño, responsabilidad e importancia durante todo mi proceso académico, en especial a mi estimado tutor Ing. Ángel Rodolfo León Mejía., Msc, por la paciencia y las enseñanzas durante la evolución de mi trabajo de titulación.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida, por darme sabiduría y salud.

Este logro también va para mis padres Arturo Villon Alomoto y a madre la señora Martha Torres Banchón, por el apoyo condicional en cada momento de mi vida para no darme por vencido y seguir adelante con todas mis metas, mis hermanos por ese apoyo condicional, por esa confianza para seguir adelante.

A mis amigos, compañeros y docentes universitarios por compartir: los desvelos, viajes, cambios de carácter, alegrías, preocupaciones, recursos económicos y toda aquella acción que genera un esfuerzo continuo.

Aquellos padres, hermanos(as), que luchan para que sus seres queridos logren sus sueños, ofreciendo siempre sus recursos, porque todo esfuerzo con lleva recompensa.

A toda la fuerza productiva, laboral, empresarial y educativa que se esmeran a cada minuto por obtener un mejor porvenir para nuestro país ECUADOR.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el fin de determinar la eficiencia de enraizante en los clones de *Coffea canephora*, la cual tuvo como objetivo principal Evaluar la capacidad del Aloe Vera en el enraizamiento de esquejes de café robusta (*Coffea canephora*) en el centro de apoyo Manglaralto, Santa Elena; dicha evaluación se realizó mediante el diseño completamente al azar (DCA); el experimento se llevó a cabo por periodo de 60 días, se determinaron las variables sobrevivencia de esquejes, esquejes con presencia de callos y raíces, longitud y diámetro radicular, peso húmedo y peso seco de la raíz; el análisis estadístico reveló que no se obtuvo diferencia significativa, no obstante el tratamiento con mayor sistema radicular fue el T3 (58 ml hormonagro), y se obtuvo el 81,25% de sobrevivencia, El tratamiento con hormonagro fue con el mejor desempeño con la variable de sobrevivencia con 81,25%, sin embargo, en tratamiento T2 con 200 ml aloe vera 66,25% de sobrevivencia; mientras tanto el tratamiento T4 testigo fue el que presento las mayores cantidades de esquejes de raíces con un 32%.

Palabras claves: *Coffea canephora*, Aloe Vera, hormonagro, Propagación, clon.

ABSTRACT

The present investigation was developed in order to determine the rooting efficiency in the *Coffea canephora* clones, which had as main objective to evaluate the capacity of Aloe Vera in the rooting of Robusta coffee cuttings (*Coffea canephora*) in the support center Manglaralto, Santa Elena; This evaluation was carried out by means of a completely randomized design (DCA); The experiment was carried out for a period of 60 days, the variables survival of cuttings, cuttings with the presence of calluses and roots, root length and diameter, wet weight and dry weight of the root were determined; The statistical analysis revealed that no significant difference was obtained, however the treatment with the largest root system was T3 (58cc of hormone), and 81.25% survival was obtained. Treatment with hormone had the best performance with the survival variable with 81.25%, however in T2 treatment with 200cc aloe vera we obtained 66.25% survival; meanwhile the control T4 treatment was the one that presented the highest amounts of root cuttings with 32%.

Keywords: *Coffea canephora*, Aloe Vera, hormonal agent, spread, clone.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Arcel Villón T

Arcel Villón Torres

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	2
CAPITULO 1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1.- Generalidades del cultivo de café robusta (Coffea canephora)	3
1.1.1.- Origen.....	3
1.1.2.- Clasificación taxonómica.....	3
1.2.- Características botánicas	4
1.1.3.1. - Raíces	4
1.1.3.2. - Hoja	4
1.1.3.3.- Flores.....	4
1.1.3.4.- Frutos	5
1.1.3.5.- Semilla.....	5
1.4.- Requerimientos Edafoclimáticos en el ecuador	6
1.4.1.- Temperatura	6
1.4.2.- Precipitación	6
1.4.3.- Altitud.....	6
1.4.4.- Luminosidad	6
1.4.5.- Viento.....	7
1.4.6.- Humedad relativa.....	7
1.4.7.- Suelo.....	7
1.5.- Propagación	7
1.5.1.- Esquejes	8
1.5.2.- Propagación por esquejes.....	8
1.5.3.- Enraizamiento de ramillas.....	8
1.5.4.- Multiplicación celular.....	8
1.6.- Cámara de enraizamiento	9
1.7.- Origen e importancia de aloe vera	9
1.7.1.- Composición química de aloe vera	9

1.8.- Fitohormonas	10
1.9.- Hormonagro	10
2 CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. Localización y descripción del lugar del ensayo.....	12
2.2. Materiales y equipos	13
2.2.1. Materiales de laboratorio y reactivos	13
2.2.2. Equipos	13
2.3. Metodología	14
2.3.1. Preparación de Invernadero.....	14
2.4. Variables experimentales	18
2.4.1. Variables independientes	18
2.5. Variables dependientes	18
CAPÍTULO 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1.- Resultados	19
3.1.1. Porcentaje de sobrevivencia	19
3.1.2. Porcentaje de mortalidad.	20
3.1.3. Porcentaje de enraizamiento.....	20
3.1.4. Porcentaje de callos.	21
3.1.5. Longitud de raíz.....	22
3.1.6. Diámetro de la raíz.	22
3.1.7. Peso fresco de la raíz.....	23
3.1.8. Peso seco de las raíces.	23
3.2.- Discusión	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
Conclusiones	26
Recomendaciones	26
Bibliografía	
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café.....	3
Tabla 2. Descripción de los tratamientos.....	16
Tabla 3. Diseño experimental.....	16
Tabla 4. Porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 60 días, log (x.1000).	19
Tabla 5. Porcentaje de mortalidad a 60 días después de la siembra log (x.1000).	20
Tabla 6. Porcentaje de enraizamiento a los 60 días después de la siembra log (x.1000).	21
Tabla 7. Porcentaje de callo a los 60 días después de trasplante log (x.1000).	21
Tabla 8. Longitud de raíces a los 60 días después de la siembra.	22
Tabla 9. Diámetro de las raíces a los 60 días después de la siembra.....	22
Tabla 10. Peso fresco de las raíces a los 60 días después de la siembra.	23
Tabla 11. Peso seco de las raíces a los 60 días después de la siembra.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	12
Figura 2. Croquis de diseño experimental.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Selección del material vegetal para el ensayo.

Figura 2A. Ubicación del material vegetal en la cama enraizadora.

Figura 3A. Ubicación del plástico en la cama enraizadora.

Figura 4A. Medición de longitud de raíces a los 60 días.

Figura 5A. Medición de longitud del esqueje a los 60 días.

Figura 6A. Peso húmedo de las raíces a los 60 días.

Figura 7A. Peso seco de las raíces a los 60 días.

Tabla 1A. Análisis de la varianza de porcentaje de prendimiento a los 60 días de inicio del ensayo.

Tabla 2A. Análisis de la varianza de porcentaje de mortalidad a los 60 días después de la siembra

Tabla 3A. Análisis de la varianza del porcentaje de las raíces a los 60 días

Tabla 4A. Análisis de la varianza de porcentaje de callos a los 60 días de haber iniciado el ensayo.

Tabla 5A. Análisis de la varianza del porcentaje de la longitud a los 60 días después de la siembra

Tabla 6A. Análisis de la varianza del porcentaje de diámetro de las raíces a los 60 días del ensayo.

Tabla 7A. Análisis de la varianza del diámetro de la raíz después de los 60 días de siembra.

Tabla 8A. Análisis de la varianza de peso en seco después de los 60 días de la siembra.

1. INTRODUCCIÓN

El café robusto (*C. canephora*) es una planta nativa de los bosques ecuatoriales de África occidental, desde la Costa Oeste en Uganda y la parte del sur de Sudán, en alturas que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1000 m.

Al Ecuador se introdujeron varias líneas de *Coffea canephora* desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE de Costa Rica, hacia la estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP en los años 1951 y 1977 y posteriormente en 1984 se introdujeron desde Brasil nuevos materiales de café. Este cultivo se ubica en las provincias de Orellana, Sucumbíos y Napo, la cual representa más del 67% de la superficie nacional de café robusta; en la actualidad, existen plantaciones de café robusta en las zonas de Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Cotopaxi, Bolívar y Manabí, (Reyes, 2014).

En la Provincia de Santa Elena, en base a estudios realizados se ha identificado que existen zonas con condiciones apropiadas para cultivar café robusto; para ampliar la producción del sector cafetalero el estado ecuatoriano mediante sus diversos estamentos está promocionando el desarrollo de café robusta en zonas, cuya tradición no es cafetalera, en este sentido, Manglaralto dada sus condiciones agroecológicas es una zona potencial para la siembra de este cultivo, (Ángel, 2013).

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias como los enraizantes naturales que provoquen la formación de raíces, para el efecto se pueden utilizar productos naturales como el agua de coco, extracto de aloe vera, reguladores de crecimiento, pudiéndose mezclar o usar simultáneamente varios para favorecer y acelerar la emisión de raíces, (Conillo, 2016).

El enraizante de Aloe Vera es altamente recomendable ya que es fácil de conseguir, veloz y efectivo. El Aloe Vera posee vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, vitamina E, vitamina C, niacina y ácido fólico, además calcio, magnesio, potasio, manganeso entre otras cosas. Además, el gel de Aloe Vera tiene al menos 14 proteínas con propiedades antioxidantes, fungicidas, bacteriostáticas, y cicatrizantes que serían de gran utilidad en la prevención fitosanitaria durante el enraizamiento, (Domínguez, 2011).

Problema Científico

¿Cuál de las dosis de Aloe Vera ejerce mayor influencia en el enraizamiento de los

esquejes de café robusta?

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la capacidad del Aloe Vera en el enraizamiento de esquejes de café robusta (*Coffea canephora*), en el centro de apoyo Manglaralto, Santa Elena.

Objetivos Específicos

- Examinar consecuencias de los tratamientos en las variables agronómicas de las plántulas.
- Determinar el tratamiento de mejor efecto en el prendimiento del café robusta.

Hipótesis

Las dosis de Aloe vera no se diferencian en el enraizamiento de los esquejes de café robusta.

CAPITULO 1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Generalidades del cultivo de café robusta (*Coffea canephora*)

1.1.1.- Origen

De acuerdo a varias fuentes se indica que el café robusto es nativo de los bosques ecuatoriales de África, desde el nivel del mar hasta 1000 metros de altura es una planta arbustiva o un árbol liso, que suele llegar a medir más 10 a 15 metros pertenece la familia de las Rubiáceas, forma parte del género *Coffea*, obteniendo alrededor de unas 80 especies originaria de África y Asia, (León, 2000).

1.1.2.- Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café

Reino	Plantae
División	Tracheobionta (angiosperma)
Superdivisión	Spermatophyta
Clase	Magnoliópsida
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Canephora</i>
Nombre científico	<i>Coffea canephora</i>

Fuente: León (2000).

1.2- Características botánicas

1.1.3.1. - Raíces

Es el sistema más fundamental radicular es de forma pivotante cónica es de punta hacia debajo de representación leñoso, se penetra de 80 centímetro hacia a delante eso depende del tipo de suelo las raíces laterales crecen de 10 a 12 años momento que la cofia se desprende deja de proceder el crecimiento esto también depende del manejo que se le realice tanto como la humedad y fertilización del suelo y otros factores. Las raíces secundarias y tersarias y cuaternaria son más dedicadas y se establecen de manera laterales en las cuales son encargada de la absorción de los nutrientes agua y minerales que necita las plantas que se encuentran el 10 a 30 cm de la profundidad del suelo, (Marín, 2012).

1.1.3.2. - Hoja

La hoja es fundamental en la planta por ella se realiza el proceso de la fotosíntesis, la transpiración y la respiración de la planta, tiene una forma de elípticas o lanceoladas de un ápice agudo y tiene un tamaño de 15-20 cm de largo y de 5-15 cm de ancho de 8-14 pares de nervaduras laterales, las primeras hojas aparecen aproximadamente a los 18-20 días independiente de la densidad de la siembra, una planta de café de edad de año a año y medio puede obtener de 440-450 hojas en promedio, (Marín, 2012).

1.1.3.3.- Flores

Las flores de café robusta es el organismo más fundamental de la reproducción de la planta, y se encuentra localizada en la axila de las hojas, donde se encuentran en el grupo de hasta cустro grupo de yema iniciales, los climas flórale varia de tres a cinco por axila y lleva normal mente de cuatro a seis flores por cada una y cada nudo hay dos axilas, esto representa que cada nudo puede llegar a tener de 60 a 70 flores por nudo y su variación seria por el tamaño, (González, 2007).

La calidad de la flor depende de cada nudo de la planta, el proceso de floración del café puede llegar de 3 a 6 meses donde se presenta las siguientes etapas.

- Inicio de floración.
- Un corto periodo de lactancia.

- Renovación y rápido crecimiento de botón de la flor.
- Apertura de la yema.

La fase final de desarrollo de la flor está condicionada por la suspensión del periodo de lactancia y eso se proporciona por la presencia de lluvia y la repentina caída de la temperatura o neblina o el fuerte tiempo de sequía.

La polinización o el tubo polínico crece rápidamente hasta alcanzar el ovario, el recorrido puede tomar de 22 a 26 horas para realizar el contacto con el ovulo y realizar la fecundación, después de tres a cuatro días de la fecundación la flor se seca y solo se preserva el estigma del pistilo, desde la fecundación del ovario hasta la maduración del fruto puede transcurrir de 8 a 9 meses, dependiendo genotipo, la temperatura, luz y humedad.

1.1.3.4.- Frutos

El desarrollo del ovulo fecundado es un proceso muy lento que transcurre en sus primeras 7 semanas, logrando llegar hasta los 4 milímetros; las características que se presentan en la sexta semana, es una coloración blanquecina y a medida que el fruto madura el tejido va desarrollando hasta llegar a su total endurecimiento. El total desarrollo (maduración) se desarrolla en un tiempo estimado entre 33 a 49 semanas, tornándose en color amarilloso a rojizo, (Romero & Camilo, 2019).

1.1.3.5.- Semilla

Romero & Camilo (2019) exponen acerca de las características de la semilla, el embrión presenta un diminuto tamaño y coloración blanquecina, encontrándose ubicado en la parte dorsal; además una de las principales características, es que, la misma se encuentra formada en su gran mayoría por el endospermo, la misma que se encuentra protegida por espermoderma o película, cuya coloración es plateada, y a su vez, lo cubre pergamino, brindando protección.

1.4.- Requerimientos Edafoclimáticos en el Ecuador

1.4.1.- Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros que influye directamente en la producción de cualquier cultivo; una temperatura baja provocará tardío desarrollo de cada órgano de la planta y un retraso en la maduración de los frutos; por lo contrario, una temperatura excesiva influirá en la disminución del proceso de fotosíntesis, reducción del crecimiento de frutos, una excesiva maduración en los mismos y una alta presencia de plagas y enfermedades para el cultivo, (Montoya & Jaramillo, 2016).

1.4.2.- Precipitación

El rango de precipitación óptima que requiere el cultivo de café se encuentra entre 1200 a 3000mm por año, sin embargo en una etapa de buen desarrollo y producción de flores se recomienda un aproximado de 2000 mm al año, el cual debe ser bien distribuido; una escasa precipitación provocará como consecuencia una producción deficiente y con defoliación; una característica de este cultivo es la necesidad de un periodo de secano para incitar el crecimiento de raíces, ramas laterales, desarrollos de hojas y capullo floral, (Pozo, 2014).

1.4.3.- Altitud

La altitud es uno de los factores que influye directamente en la calidad del fruto a obtener en la producción, definiendo su aroma y calidez; este cultivo se adapta a una altitud óptima de 500 a 1500 msnm, desarrollando una producción favorable en una altitud de 900 a 1300msnm, (Castillo, 2016).

1.4.4.- Luminosidad

La luminosidad juega un papel fundamental en el desarrollo de algunas funciones de la planta, explicando así, cuando la luminosidad es excesiva provoca en las hojas el cierre de sus estomas, evitando una excesiva transpiración; por lo contrario, una baja luminosidad da

lugar a una alta incidencia de plagas, y a su vez, presenta complicaciones en la maduración y recolección del producto final (Ángel 2013).

1.4.5.- Viento

Un rango alto de viento afectará la plantación de manera negativa, se presentará una incidencia alta de hojas caídas, pérdidas de flores y frutos; así mismo, se aumentará la transpiración en el cultivo provocando una acción desecadora; Ángel (2013) manifiesta que el rango aceptable en una excelente producción se establece de 5 a 15 Km/h.

1.4.6.- Humedad relativa

Según Gualotuña (2016), recomienda que al 65 a 85% de humedad es apto para el cultivo, en el caso que excediera hasta alcanzar el 85% comenzará a provocar la pérdida en la calidad del producto y beneficia la propagación de varias enfermedades; el objetivo de la humedad es reducir el impacto de los rayos solares y disipar la intensidad lumínica.

1.4.7.- Suelo

El cultivo de café suele adaptarse adecuadamente a los suelos arcillosos y con pH de 5.5–7.0, aunque un suelo tipo franco arcilloso o franco limoso también es óptimo para dicho cultivo; en las condiciones correctas además del pH y tipo de suelo también interviene una pendiente favorable, para este cultivo lo correcto sería de 5 a 12% (Gualotuña, 2016).

1.5.- Propagación

La propagación se entiende como la separación de alguna parte de la planta madre para ser desarrollada en una nueva simiente o un nuevo organismo, la propagación vegetativa se logra realizar a partir de una parte de la planta, un órgano, una célula o un tejido, de esta forma se puede realizar la multiplicación vegetal (Gómez, 2010).

1.5.1.- Esquejes

Para la creación de esquejes es recomendable considerar la edad del vegetal a utilizar y el clima que lo rodea, lo mejor sería realizarse bajo un clima controlado, en el caso de los brotes es preferible escoger brotes tiernos; los esquejes se identifican como un tallo, rama o cogollo introducidos en la tierra para reproducir el vegetal (Lucero, 2013).

1.5.2.- Propagación por esquejes.

Según Lucero (2013), menciona que es un tipo de reproducción asexual, que comienza desde escoger una parte vegetal de la planta madre que posteriormente es colocada en un nuevo organismo con condiciones adecuadas para la inducción de nuevas raíces, dando inicio a una nueva producción.

1.5.3.- Enraizamiento de ramillas

Consiste en la inducción de nuevas raíces adventicias que ocurre en la parte baja del esqueje, autores manifiestan que se trata de dos etapas complejas: la primera tratándose de la creación de primordios a partir de sustancias susceptibles y prosigue el crecimiento de las nuevas raíces; Lucero (2013) indica que se trata de un proceso espontaneo, en ciertas variedades de vegetales se realizan suministrando auxinas sintéticas, por ejemplo: IBA y NAA, estimulantes de enraizamientos. Para el caso del cultivo de café el esqueje debe tener una consistencia verde claro a oscuro, poseer un nudo y un par de hojas, siendo un brote tierno.

1.5.4.- Multiplicación celular

La multiplicación celular empieza desde una célula madre, pero con ayuda de auxinas se puede provocar este proceso en tejidos denominados parenquimáticos, por ejemplo: en el caso de un fragmento de raíz que contenga auxina (AIA o ANA), a partir de una o dos semanas se empieza a diferenciar una proliferación en forma de callo, lo que ocurre es un

proceso de diferenciación, el cual provoca la formación de un nuevo tejido, (Gatica, 2002).

1.6.- Cámara de enraizamiento

La cámara de enraizamiento se construye con materiales como: latillas de 1m colocadas horizontalmente (para evitar el hundimiento del plástico), arcos de caña guadua o tubería flexibles de PVC (formando una especie de arco o túnel) a una altura de 0,80-1m desde el suelo y plásticos transparente o de invernadero, colocados sobre el arco o túnel de caña guadua. Tiene como objetivo tratar de mantener una temperatura constante, para este caso tratar de mantener una humedad relativa cerca de 98%; en climas tropicales su función es evitar el exceso de agua, para evitar la pudrición de estacas recién plantadas, (Fernández, 2017).

1.7.- Origen e importancia de aloe vera

Durante mucho tiempo fue considerada como una especie vegetal direccionada para uso alimentario, medicinal y terapéutico, aunque en la actualidad su uso ha sido expandido, tanto así que ya se utiliza para la cosmetología y ampliamente en la medicina para darle seguimiento en múltiples enfermedades. Autores manifiestan que el aloe vera fue originada en África, en parte de la península Arabia, el nombre que posee es proveniente del árabe (alloe) dando énfasis a que es una sustancia brillante y amarga, también es conocida como sábila, término que se le asignó debido a su protuberancia espinosa; su aparición en el continente americano es provocado por Cristóbal Colón (por la época del descubrimiento de América), era utilizado como medicina en medio de la tripulación, (Fernández, *et al.*, 2011)

1.7.1.- Composición química de aloe vera

Fernández (2011) menciona que químicamente el aloe vera o sábila se encuentra constituida por aloína (principal componente del Alcibar), es un glicósido antraquinónico (estimulando las propiedades laxantes del Alcibar), la planta expulsa como respuesta de defensa antes

depredadores, además se presenta en momentos de insolación para evitar exceso de transpiración; el aloe vera presenta constituyentes fenólicos, dentro de los cuales se encuentran: las cremonas, la aloensina y las antraquinonas (libres y glicosiladas), las barbaloina, isobarbalina y la aloemodina.

1.8.- Fitohormonas

Las 4 fitohormonas más conocidas en el reino vegetal son: auxinas, citoquininas, giberelinas y etileno, se producen en distintos órganos de la planta y movilizados a otra parte para regular procesos fisiológicos, las fitohormonas tienen parte en el proceso de crecimiento y desarrollo de cualquier vegetal normal; su función se basa en fomentar, inhibir o modificar algún proceso fisiológico para llevar a cabo con normalidad el ciclo vegetal, (Alcantara, *et al.*, 2019).

Alcántara, et al (2019) manifiesta que el resultado de un equilibrio hormonal es un desarrollo normal de la planta, es decir, las fitohormonas cumplen con el rol de regular el crecimiento de las partes de la planta.

1.9.- Hormonagro

El hormonagro se conoce dentro de la agricultura como un producto que sirve para estimulación la formación y producción de un excelente sistema radicular, es utilizado idealmente en la propagación asexual; los componentes del producto son muy similares a los que la planta produce de manera natural, (Mendoza, 2013).

Mendoza (2013) indica que este producto es conocido como activador enzimático, conformado por una fitohormona perteneciente al grupo de las auxinas (alfanatalenacético), este producto podría afectar el crecimiento y la división celular, causando el surgimiento radical en plantas sembradas o por trasplantar.

1.10.- Que Es Capacidad Rizogénica

Distintas fechas de siembra y medios de cultivos in vitro fueron los factores que se manejaron dentro de la micro propagación de brotes. Con la finalidad de evaluar la capacidad rizogénica de distintos clones de café, se ensayaron diferentes fechas de siembra y medios de cultivo in vitro para micro propagación de brotes; y también distintos medios de enraizamiento con la adición de auxinas exógenas y 20 mg de Rutina en cada quimio tipo de café. La calidad y cantidad de raíces generadas in vitro se evaluó a través de cambios morfológicos y el tiempo de aparición de éstas, en los diferentes medios. Todos estos ensayos se efectuaron en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología, (Camarena, *et al.*, 2017).

2 CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y descripción del lugar del ensayo

El experimento se realizó bajo condiciones controladas en el vivero Facultad de Ciencias Agrarias en el centro de apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, encontrándose a $1^{\circ}50'35''$ latitud sur y a $80^{\circ}44'30''$ longitud oeste, ubicándose sobre los 13m.s.n.m, el área de vivero que se utilizó comprende una extensión de 10m de largo por 6 de ancho de vivero.

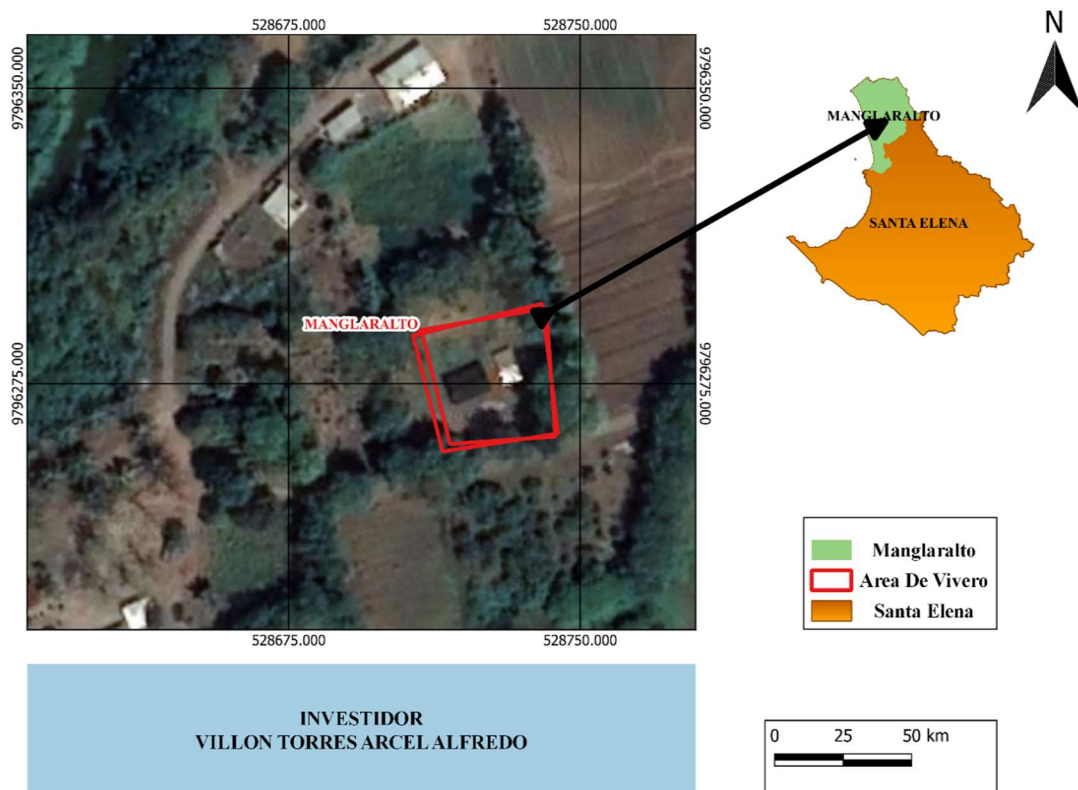


Figura 1. Ubicación del Área de Estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de laboratorio y reactivos

- Vivero
- Arena de Rio
- Tuberías de PVC de ½ pulgada
- Plástico Transparente UV
- Regaderas
- Alambre Galvanizado
- Tijeras de podar
- Vaso de precipitación de 100 ml
- Manguera de polietileno de 12 metros
- Fertilizantes
- Cadmio
- Aloe Vera

2.2.2. Equipos

- Balanza analítica digital
- Calibrador vernier
- Cámara fotográfica Xiaomi
- Cámara de crecimiento
- Computadora portátil
- Licuadora Oster
- Mini aspersor

2.3. Metodología

La presente investigación se fundamentó en los siguientes pasos:

2.3.1. Preparación de Invernadero

Se limpió el invernadero tanto interno como externo, posterior a ello se desinfectó mediante la aplicación de Cadmio, seguidamente se procedió a la instalación del sistema de riego con tubos de PVC de 16mm en el área de la cama enraizadora, consecutivamente se puso cadmio y cal en el suelo, después se colocaron dos metros de arena dulce de río, y se desinfectó con cadmio nuevamente y se niveló la cama enraizadora con arena de río y posteriormente la nivelación de una tubería de PVC de 4 pulgadas, a continuación se realizó la limpieza de los plásticos transparentes UV con los que se cubre la cama enraizadora, se colocó los alambres y los arcos de PVC que sostenían el plástico y se efectuó la última asepsia de la cama.

2.3.2. Selección, recolección y desinfección de material vegetativo

Se realizó la selección del patrón de *Coffea canephora* clon CSE 5 este material fue introducido del Oriente ecuatoriano al Centro de Apoyo Manglaralto, seguidamente se efectuó la recolección del material vegetativo con las siguientes características: brote de consistencia semileñoso, color verde oscuro, brotes pequeños con presencia de 1 a 2 yemas, con un diámetro de 0,5mm a 0,7mm, 12cm de longitud, se realizó el corte en V transversal a 3cm, Prontamente se realizó un corte en las hojas de 1/3 para reducir la transpiración, la asepsia de los esquejes se la realizó sumergiéndolos en la solución desinfectante por 10 minutos, la cual se preparó con 10g de cadmio en 15 litros de agua.

2.3.3. Preparación de enraizante de Aloe Vera

Se recolectó 6 hojas de aloe vera en el centro de prácticas Manglaralto (UPSE), mismas que fueron limpiadas para extraer la parte de la pulpa, seguidamente se colocaron en una

licuadora por 10 minutos, luego se ubicó en un colador para sacar las impurezas, posteriormente se colocaron en bandejas con 1 litro de agua colocándole 100ml de aloe vera en una y en la otra 200ml, finalmente se procedió a ubicar en bandejas las soluciones para los diferentes tratamientos: Tratamiento 1, 100cc de extracto de Aloe vera diluido en 1 litro de agua; Tratamiento 2, 200cc de extracto de aloe vera diluido en 1 litro de agua; Tratamiento 3 58cc de hormonagro diluido en 1 litro de agua.

2.3.4. Aplicación de enraizante.

Una vez preparado el enraizante para los diferentes tratamientos se procedió a colocar 80 esquejes en las bandejas con soluciones correspondientes a cada tratamiento por 25 minutos.

2.3.5. Trasplante de material vegetativo.

Se realizó el trasplante de 320 esquejes distribuidos en 80 esquejes para cada tratamiento a una distancia de 10x10 cm² entre planta y entre hilera, y una vez humedecida la cámara de enraizamiento se realizaron los hoyos para la colocación de los esquejes los cuales fueron ubicados de forma aleatoria, se aplicó riego, al terminar la siembra se aplicó una solución de 15 litros de agua con 10 ml de Organic Root el cual es un enraizante orgánico, posteriormente se cerró la cámara de enraizamiento.

2.3.6. Monitoreo de Riego y Toma de datos

Se instaló un sistema de riego con micro aspersores a una parte de la cámara de enraizamiento la cual fue de 8m de largo por 1.20 m de ancho utilizando 8 micro aspersores colocándolos en una cinta de riego de 16mm, utilizando un tiempo de riego de 20 minutos diarios por los 60 días del experimento.

2.3.7. Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos en estudio corresponden a cuatro dosis de enraizante constituidos por dos

dosis Aloe vera (100 y 200 ml de extracto de Aloe vera por litro de agua), y una dosis de hormona sintética comercial Hormonagro 58 ml, y un testigo absoluto, con cuatro repeticiones (tabla 2)

Tabla 2. Descripción de los tratamientos.

T1	100 ml de extracto de Aloe vera
T2	200 ml de extracto de Aloe Vera
T3	58 ml ácida naftalenacético (hormonagro 75g de auxina)
T4	Testigo

Fuente: Elaboración propia.

El diseño estadístico que se utilizó para el análisis de las variables, Diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) los grados de libertad de las fuentes de variación se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Diseño experimental.

FV	GI
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error	9
Total	15

Fuente: Elaboración propia.

2.3.8. Análisis Estadístico

El estudio de las medias muestrales de las variables en estudio se realizaron mediante el análisis de varianza, y la diferencia estadística entre los tratamientos mediante la comparación de la prueba de Tukey al 5%, utilizando el software estadístico infostat.

2.3.9. Croquis

La ubicación de los tratamientos se basó al diseño completamente al azar (DBCA) y fue distribuido como lo expresa a continuación:

T4R1	
	0.10mm
T2R1	
	0.10m
T1R1	
	0.10m
T3R1	
	0.10m
T2R2	
	0.10m
T1R2	
	0.10m
T3R2	
	0.10m
T4R2	
	0.10m
T2R3	
	0.10m
T3R3	
	0.10m
T4R3	
	0.10m
T1R3	
	0.10m
T3R4	
	0.10m
T4R4	
	0.10m
T2R4	
	0.10m
T1R4	

Figura 2. croquis de diseño experimental

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Variables experimentales

2.4.1. Variables independientes

Dosis de enraizante: dos dosis de Aloe vera y una de hormonagro.

2.5. Variables dependientes

Los datos de las variables porcentaje de enraizamiento, diámetro de las raíces (cm), longitud radicular (cm) y, número de esquejes vivos, peso seco y peso húmedo fueron evaluados en los esquejes tomados al azar dentro del área útil de cada tratamiento a los 60 días de haber sido sembrados.

Para determinar el porcentaje de enraizamiento y la longitud radicular se extrajeron los esquejes a los 60 días el número de plantas que presentaron raíces y se estimó el porcentaje. La longitud de la raíz principal fue estimada mediante la medición de la misma realizada con el calibrador electrónico vernier. Se contabilizó el número de esquejes con presencia de callos y se estimó el porcentaje, por último se contabilizó el número de plantas vivas por tratamiento para estimar la sobrevivencia, al final del estudio se extrajeron las raíces de los diferentes tratamientos para someterlas a desinfección con agua destilada y luego fueron pesadas en la balanza analítica con un error de 0,0001g y finalmente se las introduce en la estufa a 65°C por un lapso de 48 horas, luego se las retira de la estufa y se las pesa, y se estima el contenido de humedad mediante la siguiente fórmula según Riaño, *et al.*, (1999).

$$CH = \frac{Pf - Ps}{Ps} * 100$$

Donde:

Pf: es el peso fresco de la muestra

Ps: es el peso seco

CAPÍTULO 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la eficiencia de enraizante natural y hormonal, en los clones de café robusta (*Coffea canephora*), en la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena en el centro de prácticas (UPSE), se examinó la consecuencia de los tratamientos en las variables agronómicas de las plántulas.

3.1.- Resultados

3.1.1. Porcentaje de sobrevivencia

En la Tabla 1 A del análisis de la varianza en cada una de las variables evaluadas no encontró diferencia significativa entre los tratamientos en los 60 días después de la siembra, la media fue 51,19% de sobrevivencia y el coeficiente de variación de 16,14%

El análisis de las medias poblacionales (Tabla 4) mediante la prueba de Tukey con el 5% de probabilidad, no encuentra diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo, considera al tratamiento T3 (58 ml de hormonagro) como el de mejor desempeño con 81,25% de sobrevivencia, mientras que el tratamiento T1 (100 ml de Aloe vera), es el de menor sobrevivencia con un 50,75% en los 60 días después de la siembra.

Tabla 4. Porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 60 días, log (x.1000).

Tratamientos	Sobrevivencia %		Porcentaje datos transformados	
T1 (100 ml de aloe vera)	50,75	a	4,71	a
T2 (200 ml de aloe vera)	66,25	a	4,82	a
T3 (58 ml hormonagro)	81,25	a	4,91	a
T4 (testigo)	60	a	4,78	a

CV.=16,14%

3.1.2. Porcentaje de mortalidad.

Los datos de la variable fueron convertidos mediante $\log(x.1000)$; una vez realizado el análisis de la varianza presentado en la Tabla A2, no presentó diferencias significativas en los tratamientos, el coeficiente de variación es confiable, se situó en 32,13%. El tratamiento T1 (100 ml de aloe vera) es el de mayor mortalidad con 49,25%, y que obtuvo menor mortalidad fue T3 (58 ml hormonagro) con un 18,75% demostrado en la (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad a 60 días después de la siembra $\log(x.1000)$.

Tratamientos	% Mortalidad		Porcentaje datos transformados	
T1 (100 ml de aloe vera)	49,25	a	4,69	a
T2 (200 ml de aloe vera)	33,75	a	4,53	a
T3 (58 ml hormonagro)	18,75	a	4,27	a
T4 (testigo)	40	a	4,60	a

CV.=32,13%

3.1.3. Porcentaje de enraizamiento.

La Tabla 3A indica que los tratamientos evaluados no presentan diferencia significativa estadística mente entre ellos, el coeficiente de variación es 75,34 %.

En los promedios evaluados con la prueba de Tukey se encuentra que en los tratamientos donde se aplicaron los enraizante, se observó menor formación de raíces en contraste con el desarrollo rizogénica del tratamiento T1 (100 ml de aloe vera). El tratamiento T4 (Testigo) es considerado el más sobresaliente con un 29,17% de esquejes que presentaron raíces, el que obtuvo menor porcentaje de raíces fue el tratamiento T1 (100 ml de aloe vera) con un 8,82%, respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de enraizamiento a los 60 días después de la siembra log (x.1000).

Tratamientos	Enraizamiento %		Porcentaje datos transformados	
T1 (100 ml de aloe vera)	8,82	a	3,95	a
T2 (200 ml de aloe vera)	11,32	a	4,05	a
T3 (58 ml hormonagro)	20,00	a	4,30	a
T4 (testigo)	29,17	a	4,46	a

CV.=75,34%

3.1.4. Porcentaje de callos.

En la Tabla 4A se observan los resultados del análisis de la varianza, la variable no encontramos diferencias significativas entre tratamientos a los 60 días después de la siembra, cuyo coeficiente de variación registrado es 25,67%.

El análisis de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, en la cual se observó que el mejor tratamiento fue T1 (100 ml de aloe vera) con un 91,18% después de la siembra y el con menor porcentaje de callo fue el T4 (testigo) con un 70,83% determinado en la tabla (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de callo a los 60 días después de trasplante log (x.1000).

Tratamientos	Callos %		Porcentaje datos transformados	
T1 (100 ml de aloe vera)	91,18	a	4,96	a
T2 (200 ml de aloe vera)	88,68	a	4,95	a
T3 (58 ml hormonagro)	80,00	a	4,90	a
T4 (testigo)	70,83	a	4,85	a

CV.= 25,67%

3.1.5. Longitud de raíz.

Según los resultados del Análisis de la Varianza, se puede observar en la Tabla 5A que no existe diferencia estadística significativa al 5% de la evaluación, con un coeficiente de variación de 59,25%, Tratamientos Datos reales T1 (100 ml de aloe vera) 20mm a T2 (200 ml de aloe vera) 23mm a T3 (58 ml hormonagro) 40mm a T4 (Testigo) 61mm a Tratamientos.

Tabla 8. Longitud de raíces a los 60 días después de la siembra.

Tratamientos	Longitud de raíz (mm)	
T1 (100 ml de aloe vera)	20	a
T2 (200 ml de aloe vera)	23	a
T3 (58 ml hormonagro)	40	a
T4 (testigo)	61	a

CV.= 59,25%

3.1.6. Diámetro de la raíz.

El Análisis de la Varianza señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación se sitúa en 35,9% (Tabla 6A). A los 60 días después de la siembra en la (Tabla 9) determinamos que el mejor diámetro fue en tratamiento T4 (testigo) con 3mm y menor diámetro tenemos T1 (100 ml de aloe vera) con 2mm de diámetro.

Tabla 9. Diámetro de las raíces a los 60 días después de la siembra.

Tratamientos	Diámetro de raíz (mm)	
T1 (100 ml de aloe vera)	2	a
T2 (200 ml de aloe vera)	2	a
T3 (58 ml hormonagro)	2	a
T4 (testigo)	3	a

C.V.=35,9%

3.1.7. *Peso fresco de la raíz*

La Tabla 7A muestra el resultado del Análisis de la varianza, el cual revela diferencias significativas entre los tratamientos al nivel del 5% de significancia, con un coeficiente de variación de 0.25%.

En la Tabla 10 son presentados los valores medios de peso fresco de raíz evaluados a los 60 días después de la siembra. Como el mejor tratamiento con contenido de humedad de la raíz obtuvimos al T4 (testigo) con 7,3 gr de humedad, el segundo compuesto por el tratamiento T3 (58 ml hormonagro) con un 3,4 gr de humedad, como tercero tenemos al tratamiento T2 (200 ml de Aloe vera) con 0,98 gr de humedad, con menor rendimiento obtuvimos a tratamiento T1 (100 ml de Aloe vera) con 0,30 gr.

Tabla 10. Peso fresco de las raíces a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Peso fresco de raíz (g)			
T1 (100 ml de Aloe vera)	0,30	a		
T2 (200 ml de Aloe vera)	0,98		b	
T3 (58 ml hormonagro)	3,4			c
T4 (testigo)	7,3			d

CV.= 0,25%

3.1.8. *Peso seco de las raíces.*

La Tabla 8A muestra el resultado del Análisis de la varianza, el cual revela diferencias significativas entre los tratamientos al nivel del 5% de significancia, con un coeficiente de variación de 0.88%.

En la Tabla 11 son presentados los valores medios de peso fresco de raíz evaluados a los 60 días después de la siembra. Como el mejor tratamiento con contenido de peso seco de la raíz obtuvimos al T4 (testigo) con 0,8 gr de peso seco, el segundo compuesto por el tratamiento T3 (58 ml hormonagro) con un 0,4 gr de peso seco, como tercero tenemos al tratamiento T2 (200 ml de Aloe vera) con 0,02 gr de peso seco, con menor rendimiento obtuvimos a tratamiento T1 (100 ml de Aloe vera) con 0,01 gr de peso seco.

Tabla 11. Peso seco de las raíces a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Peso seco de raíz		
T1 (100 ml de Aloe vera)	0,001	a	
T2 (200 ml de Aloe vera)	0,02		b
T3 (58 ml hormonagro)	0,4		c
T4 (testigo)	0,8		d

CV.= 0,88%

3.2.- Discusión

Analizando los resultados estadísticos del enraizamiento en esquejes del clon CNE 5 de la especie *Coffea canephora*, se observa que el T2 (200 ml Aloe Vera) obtuvo 11,32% y con uso de dosis técnica sugerida para T3 (hormonagro) se obtuvo 20%, mientras que para T4 (Testigo) logra 29,17% de enraizamiento; la sobrevivencia se obtiene para T2 66,25%, para T3 81,25% y el T4 60%; la media mayor para longitud T4 logra 61 mm mientras que el T3 40 mm y el T2 23 mm; para la media del diámetro el T2 obtuvo 2 mm mientras que el T3 2 mm y el T4 3 mm. Mientras que, (Alvarado & Munzón, 2020)Alvarado & Munzón (2019), en su estudio de Evaluación De La Efectividad De Gel De Sábila Y Agua De Coco Como Enraizantes Naturales En Diferentes Sustratos Para Propagación Asexual De Árboles De *Ficus Benjamina* desarrollado en el cantón El Triunfo, obtiene en el T7 (Tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de sábila) el 54,17% siendo el mejor tratamiento para prendimiento, alcanzó la mayor longitud de raíces (13,42 cm) en el T6 (tierra amarilla + cascarilla de arroz + agua de coco).

Sin embargo, en el estudio de Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm, realizado por (Rodríguez & Hecheverría, 2004)Rodríguez & Hecheverría (2004), obtuvieron en el T2 (Gel de Aloe Vera) el cual tuvo 20 raíces para la especie *M. recutita* y 19 raíces para *M. officinalis*.

No obstante Campos (2020), en su investigación Eficacia De Enraizantes En La Clonación De Genotipos De *Coffea Canephora Pierre*, En Manglaralto, Santa Elena; logra el 61,25% en el T3 (Aloe Vera) para sobrevivencia, para porcentaje de enraizamiento obtiene que el T4 (testigo) logra el 55% de esquejes con presencia de raíz, resultados similares a los de la investigación en cuestión; y la mayor longitud de raíces lo obtiene en el T2 (Acetilsalicílico) con 8.64 mm; el mayor diámetro lo logra en T1 (Ácido alfa-naftalen acético) y T4 (Testigo) con 1.53 mm.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Mediante los análisis estadísticos podemos concluir que:

- La aplicación de los enraizante naturales o sintéticos, no se diferencian en la formación de nuevas estructuras en los esquejas.
- En la variable sobrevivencia hormonagro obtuvo 81,25%, seguido de Aloe vera con 200 ml Aloe 66,25 %. Del mismo, en porcentaje de enraizamiento el testigo presentó 29%, hormonagro 20% y Aloe vera en la dosis de 200 ml 11.32%.
- Las variables que mostraron diferencia significativa fueron peso fresco y seco de raíces con 7, 3 y 0.8 gramos respectivamente.

Recomendaciones

El autor de la presente investigación se permite recomendar que:

- Se deben Realizar más ensayos con diferentes dosis de Aloe vera, y con una un mayor tiempo de estudio para poder determinar el mayor porcentaje de enraizamiento.
- Se tienen que Realizar más ensayos en diferentes zonas de la provincia de santa Elena para sí considerar las condiciones climáticas

Bibliografía

Alcantara, C. J. S., Godoy, J. A., Alcántara, C. J. D. & Sánchez, M. R. M., 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Scielo*, 26 Abril, 17(32), p. 21.

Alvarado, A. & Munzón, M., 2020. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE GEL DE SÁBILA Y AGUA DE COCO COMO ENRAIZANTES NATURALES EN DIFERENTES SUSTRATOS. *Agronomía Costarricense*, 44(1), pp. 65-77.

Ángel, C. D. N., 2013. *Comportamiento agrónomico en el segundo año de café robusta (Coffea canephora P.) en la parroquia Manglaralto, Cantón Santa Elena, Santa Elena - Ecuador: s.n.*

Camarena, M. F., Chura, C. J. & Blas, S. R. H., 2017. *Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas*, Lima - Perú: Promotora Lima.

Castillo, C. M. F., 2016. *Estudio técnico productivo del café ecológico en la asociación de artesanos el colmenar en la parroquia San Antonio de las Aradas del cantón Quilanga, provincia de Loja, Loja - Ecuador: s.n.*

Fernández, D. R., Vázquez, A. I. & Pérez, C. J., 2011. El gel de Aloe Vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 2 Marzo, 11(1), p. 21.

Fernández, F., 2017. *Café Robusta (Coffea canephora P.)*, Orellana - Ecuador: INIAP.

Gatica, A. A., 2002. *Regeneración de plantas de café (Coffea arabica cv. Caturra y Catuai) por embriogénesis somática directa a partir de segmentos de hoja*, Cartago: s.n.

Gómez, G., 2010. Beneficio del café. *Geografía agrícola*, Julio - Diciembre, Issue 45, p. 93.

González, D. M. C., 2007. *Producción de café en Honduras: Modelado de las relaciones cafeto - arbolado*, Madrid: Grupo de sistemas agrarios.

Gualotuña, O. C. E., 2016. *Adaptación de dos variedades de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación*, Quito - Ecuador: s.n.

León, J., 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*. Tercera ed. San José: Editorial

Agroamérica.

Lucero, A. D. E., 2013. *Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (Coffea canephora)*, Ambato: s.n.

Marín, C. G., 2012. Producción de cafés especiales Manual técnico. *Programa Selva Central*, Agosto, 1era edición(14030), p. 50.

Mendoza, A. B. M., 2013. *Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (Solanum quitoense) híbrido Puyo, en vivero en el Cantón San Miguel de Los Bancos, Provincia de Pichincha*, Riobamba - Ecuador: s.n.

Montoya, R. E. C. & Jaramillo, R. Á., 2016. Efecto de la temperatura en la producción de café. *Cenicafé*, Issue 4, p. 8.

Peña, R. G., 2015. *Modelos de un solo factor*. 1 ed. Peru: Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario.

Pozo, C. M. A., 2014. *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador*, Quito: s.n.

Riaño, D., Patrick, V. & Emilio, C., 1999. *ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA JARA (Cistus ladanifer) A PARTIR RADIOMETRÍA DE LABORATORIO*. [En línea]

Available at: <http://www.aet.org.es/congresos/viii/alb23.pdf>

[Último acceso: 06 mayo 2021].

Rodríguez, H. & Hecheverría, I., 2004. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (L.) N. L. Burm.. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9(2).

Romero, M. & Camilo, J., 2019. *Manual de producción sostenible de café*, Santo Domingo - República Dominicana: IICA.

3 ANEXOS



Figura 1A. Selección del material vegetal para el ensayo.



Figura 2A. Ubicación del material vegetal en la cama enraizadora.



Figura 3A. Ubicación del plástico en la cama enraizadora.



Figura 4A. Medición de longitud de raíces a los 60 días.



Figura 5A. Medición de longitud del esqueje a los 60 días.



Figura 6A. Peso húmedo de las raíces a los 60 días.



Figura 7A. Peso seco de las raíces a los 60 días.

Tabla 1A. Análisis de la varianza de porcentaje de prendimiento a los 60 días de inicio del ensayo.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PLANTAS VIVAS	16	0,67	0,46	16,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85,88	6	14,31	3,10	0,0624
Tratamiento	51,19	3	17,06	3,69	0,0555
Repeticion	34,69	3	11,56	2,50	0,1252
Error	41,56	9	4,62		
Total	127,44	15			

Tabla 2A. Análisis de la varianza de porcentaje de mortalidad a los 60 días después de la siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PLANTAS MUERTAS	16	0,67	0,46	32,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85,88	6	14,31	3,10	0,0624
Tratamiento	51,19	3	17,06	3,69	0,0555
Repeticion	34,69	3	11,56	2,50	0,1252
Error	41,56	9	4,62		
Total	127,44	15			

Tabla 3A. Análisis de la varianza del porcentaje de las raíces a los 60 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAICES	16	0,56	0,27	75,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33,00	6	5,50	1,90	0,1850
Tratamiento	21,50	3	7,17	2,48	0,1273
Repeticion	11,50	3	3,83	1,33	0,3252
Error	26,00	9	2,89		
Total	59,00	15			

Tabla 4A. Análisis de la varianza de porcentaje de callos a los 60 días de haber iniciado el ensayo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CALLOS	16	0,45	0,09	25,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	60,38	6	10,06	1,25	0,3670
TRAMIENTOS	43,19	3	14,40	1,79	0,2198
REPETICIONES	17,19	3	5,73	0,71	0,5697
Error	72,56	9	8,06		
Total	132,94	15			

5A. Análisis de la varianza del porcentaje de la longitud a los 60 días después de la siembra siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raiz	16	0,61	0,34	59,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6916,38	6	1152,73	2,31	0,1245
Tratamiento	3743,19	3	1247,73	2,50	0,1253
Repeticion	3173,19	3	1057,73	2,12	0,1676
Error	4487,06	9	498,56		
Total	11403,44	15			

Tabla 6A. Análisis de la varianza del porcentaje de diámetro de las raíces a los 60 días del ensayo.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso humedo	16	1,00	1,00	0,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,61	6	0,27	440242,70	<0,0001
Tratamiento	1,61	3	0,54	880482,95	<0,0001
Repeticion	4,5E-06	3	1,5E-06	2,45	0,1298
Error	5,5E-06	9	6,1E-07		
Total	1,61	15			

Tabla 7A. Análisis de la varianza del diámetro de la raíz después de los 60 días de siembra.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de raíz	16	0,65	0,41	35,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,50	6	1,92	2,76	0,0831
Tratamiento	7,25	3	2,42	3,48	0,0636
Repeticion	4,25	3	1,42	2,04	0,1788
Error	6,25	9	0,69		
Total	17,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00149

Error: 0,0000 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1,00	7,7E-04	4	3,4E-04	A
2,00	4,5E-03	4	3,4E-04	B
3,00	0,10	4	3,4E-04	C
4,00	0,20	4	3,4E-04	D

Tabla 8A. Análisis de la varianza de peso en seco después de los 60 días de la siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso seco	16	1,00	1,00	0,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,11	6	0,02	39288,33	<0,0001
Tratamiento	0,11	3	0,04	78575,15	<0,0001
Repeticion	2,1E-06	3	6,8E-07	1,51	0,2780
Error	4,1E-06	9	4,5E-07		
Total	0,11	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00149

Error: 0,0000 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1,00	7,7E-04	4	3,4E-04	A
2,00	4,5E-03	4	3,4E-04	B
3,00	0,10	4	3,4E-04	C
4,00	0,20	4	3,4E-04	D