



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFICACIA DE ENRAIZANTES EN LA CLONACIÓN DE
GENOTIPOS DE *Coffea canephora* Pierre, EN
MANGLARALTO, SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Carolina Paulette Campos Cuenca

La Libertad, 2020



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFICACIA DE ENRAIZANTES EN LA CLONACIÓN DE
GENOTIPOS DE *Coffea Canephora* Pierre, EN
MANGLARALTO, SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

AUTOR: Carolina Paulette Campos Cuenca

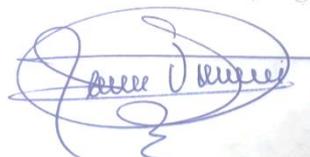
TUTOR: Ing. Agr. Ángel Rodolfo León Mejía., M.Sc.

La Libertad, 2020

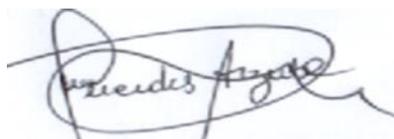
TRIBUNAL DE GRADO



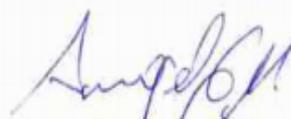
Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.
**DECANO (E) DE LA FACULTAD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Juan Valladolid Ontaneda, M.Sc.
**DOCENTE DELEGADO DEL
DIRECTOR (E) DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.
SECRETARIO GENERAL (E)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi infinita gratitud a Dios, quien ha sido mi guía, apoyo y fortaleza en todo momento.

A mi familia, por haberme formado de la mejor manera, por el esfuerzo, apoyo constante y sobre todo por el amor incondicional que me han brindado a lo largo de la vida.

A mis maestros por dedicarme tiempo y trasmitirme conocimientos para mi desarrollo profesional.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Agr. Ángel Rodolfo León Mejía., M.Sc., no solo por la paciencia y enseñanzas compartidas durante la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria.

A todos mis amigos/as y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias por toda su ayuda y buena voluntad.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida y proveerme de sabiduría y salud para cumplir mis objetivos.

A mi madre Nelly y mi padre Ángel por ser mi motivación, por su esfuerzo en todo el proceso de estudio y por permitirme ser una persona de bien. A mi hermana Josselyn por ser mi confidente y ejemplo de constancia. A mi hermano Cristhian por brindarme confianza y apoyo constante.

A mis amigos/as quienes han sido un apoyo constante y con quienes compartí anécdotas irremplazables.

RESUMEN

El trabajo de investigación “Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre”, tuvo como objetivo valorar la eficacia de enraizantes en la propagación vegetal del café robusta. El experimento se realizó de julio a octubre de 2019 en el Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para el efecto se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; las evaluaciones se realizaron a los 85 días después de la siembra; en porcentaje se determinaron las variables: sobrevivencia, mortalidad, enraizamiento, esquejes con presencia de callos, plántulas con uno y dos pares de brotes, también se evaluó, altura de brote (cm), longitud y diámetro de raíces (cm), peso seco de raíz (g) y peso fresco de raíz (g); los resultados muestran al testigo absoluto con el 55% de enraizamiento debido al potencial rizogénico del café robusta. Por otra parte, se delimita que los factores genéticos, el estado fisiológico y las condiciones ambientales intervienen en el proceso de inducción de raíces; sin embargo, los promotores de enraizamiento contribuyen a potencializar el desarrollo radicular y de los nuevos brotes.

Palabras claves: Propagación vegetal, Rizogénesis, *Coffea canephora*, Enraizantes, Elicitores.

ABSTRACT

The research work " Root efficacy in cloning *Coffea canephora* Pierre genotypes", aimed to assess the effectiveness of rooting in the plant propagation of Robusta coffee. The experiment was carried out from July to October 2019 at the Manglaralto Support Center of the Santa Elena Peninsula State University, for this purpose a completely randomized design (DCA) was used, with four treatments and four repetitions; evaluations were made 85 days after growing; in percentage the variables were determined: survival, mortality, rooting, cuttings with the presence of calluses, seedlings with one and two pairs of shoots, also evaluated, shoot height (cm), length and root diameter (cm), root dry weight (g) and root fresh weight (g); the results show the absolute control with 55% rooting due to the rhizogenic potential of Robusta coffee. On the other hand, it is delimited that genetic factors, physiological state and environmental conditions intervene in the process of root induction; however, rooting promoters contribute to potentiating root development and new shoots.

Keywords: Plant propagation, cloning, *Coffea canephora* Pierre, Rooting, Elicitors.

"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".



Carolina Campos Cuenca

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Generalidades del café.....	5
1.2 Reproducción del café.....	5
1.2.1 Reproducción sexual del café robusta.....	6
1.2.2 Reproducción asexual del café robusta.....	6
1.3 Los enraizantes y la reproducción asexual del café robusta.....	6
1.3.1 Fitohormonas.....	7
1.3.1.1 Auxinas.....	8
1.3.2 Reguladores Vegetales.....	8
1.3.2.1 Ácido Alfa-naftalen acético.....	8
1.3.2.2 Ácido acetilsalicílico.....	8
1.3.2.3 Sábila.....	9
1.3.3 Cámara de enraizamiento.....	9
1.3.4 Experiencias del uso de enraizantes en la reproducción asexual del café.....	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 Ubicación y descripción del lugar de ensayo.....	13
2.1.1 Datos de clima.....	13
2.1.2 Datos de suelo.....	13
2.1.3 Datos químicos de agua.....	14
2.2 Material biológico.....	14

2.3 Materiales y equipos.....	14
2.4 Tratamiento y diseño experimental.....	16
2.4.1 Delineamiento experimental.....	16
2.4.2 Croquis.....	17
2.5 Manejo del experimento.....	17
2.5.1 Labores culturales en el vivero	18
2.6 Variables experimentales.....	18
2.6.1 Variables independientes	18
2.6.1.1 Enraizantes.....	18
2.6.2 Variables dependientes	19
2.6.2.1 Supervivencia	19
2.6.2.2 Mortalidad.....	19
2.6.2.3 Presencia de raíces	19
2.6.2.4 Presencia de callos.....	19
2.6.2.5 Porcentaje de esquejes con un par de brotes.....	19
2.6.2.6 Porcentaje de esquejes con dos pares de brotes	19
2.6.2.7 Longitud de brotes.....	19
2.6.2.8 Longitud de raíces.....	20
2.6.2.9 Diámetro de raíces.....	20
2.6.2.10 Peso fresco de raíz.....	20
2.6.2.11 Peso seco de raíz	20
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1 RESULTADOS	21

3.1.1 Porcentaje de sobrevivencia de esquejes.....	21
3.1.2 Porcentaje de mortalidad de esquejes.....	21
3.1.3 Porcentaje de esquejes que presentaron enraizamiento	22
3.1.4 Porcentaje de esquejes que presentaron callos	23
3.1.5 Porcentaje de esquejes que presentaron dos pares de brotes.....	23
3.1.6 Porcentaje de esquejes que presentaron un par de brotes	24
3.1.7 Diámetro del esqueje	24
3.1.8 Longitud del brote.....	25
3.1.9 Longitud de la raíz por esqueje.....	25
3.1.10 Diámetro de la raíz por esqueje	26
3.1.11 Peso fresco de la raíz	26
3.1.12 Peso seco de la raíz.....	27
3.1.13 Contenido de agua en la raíz.....	27
3.2 DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
Conclusiones	31
Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis del sustrato del experimento.....	14
Tabla 2. Análisis del agua de riego del experimento.....	14
Tabla 3. Tratamientos en estudio.....	16
Tabla 4. Esquema del análisis de varianza.....	16
Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 87 días después de la siembra.....	21
Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de plantas a los 87 días después de la siembra.....	22
Tabla 7. Porcentaje de esquejes que presentaron enraizamiento a los 87 días después de la siembra $-\log(x + 1000)$	22
Tabla 8. Porcentaje de esquejes que presentaron callos a los 87 días después de la siembra $-\log(10. 1000)$	23
Tabla 9. Porcentaje de esquejes que presentaron dos pares de brotes a los 87 días después de la siembra $-\log(10. 1000)$	24
Tabla 10. Porcentaje de esquejes que presentaron un par de brotes a los 87 días después de la siembra $-\log(x+ 1000)$	24
Tabla 11. Diámetro del esqueje a los 87 días después de la siembra.....	25
Tabla 12. Longitud del brote a los 87 días después de la siembra.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 13. Longitud de la raíz por esqueje a los 87 días después de la siembra.	26
Tabla 14. Diámetro de raíz por esqueje a los 87 días después de la siembra.....	26
Tabla 15. Peso fresco de raíz a los 87 días después de la siembra.....	27

Tabla 16. Peso seco de raíz a los 89 días después de la siembra 27

Tabla 17. Contenido de agua en la raíz a los 89 días después de la siembra 28

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Toma satelital del Centro de Prácticas UPSE-Manglaralto..... 13

Figura 2. Croquis de ensayo 17

ÍNDICE DE ANEXOS

FIGURA 1A. Construcción de vivero para ensayo

FIGURA 2A. Selección de clon viable para el ensayo

FIGURA 3A. Desinfección de sustrato

FIGURA 4A. Llenado de fundas con sustrato

FIGURA 5A. Siembra de *Coffea canephora*

FIGURA 6A. Toma de datos

Tabla 1A. Análisis de la varianza del porcentaje de sobrevivencia a los 87 días después de la siembra

Tabla 2A. Análisis de la varianza del porcentaje de mortalidad a los 87 días después de la siembra

Tabla 3A. Análisis de la varianza del porcentaje de enraizamiento a los 87 días después de la siembra

Tabla 4A. Análisis de la varianza del porcentaje de presencia de callos a los 87 días después de la siembra

Tabla 5A. Análisis de la varianza del porcentaje de plantas que presentaron dos pares de brotes por planta a los 87 días después de la siembra

Tabla 6A. Análisis de la varianza del porcentaje de plantas que presentaron un par de brotes por planta a los 87 días después de la siembra

Tabla 7A. Análisis del diámetro del esqueje a los 87 días después de la siembra

Tabla 8A. Análisis de la longitud del brote a los 87 días después de la siembra

Tabla 9A. Análisis de la longitud de la raíz a los 87 días después de la siembra

Tabla 10A. Análisis del diámetro de la raíz a los 87 días después de la siembra

Tabla 11A. Análisis del peso fresco de la raíz a los 87 días después de la siembra

Tabla 12A. Análisis del peso seco de la raíz a los 89 días después de la siembra

Tabla 13A. Análisis del contenido de agua de la raíz a los 89 días después de la siembra

Tabla 14A. Costo del tratamiento T1 Ácido alfa-naftalenacético

Tabla 15A. Costo del tratamiento T2 Ácido acetilsalicílico

Tabla 16A. Costo del tratamiento T3 Aloe vera

Tabla 17A. Costo del tratamiento T4 Testigo

FORMATO 1A. Informe de análisis de sustrato de lugar del ensayo realizado

FORMATO 2A. Informe de análisis de sustrato de lugar del ensayo realizado

FORMATO 3A. Informe de análisis de agua de lugar del ensayo realizado

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el café es cultivado en 56 países de Asia, África y América (Organización Internacional de Café, 2016). De los 500 géneros y más de 6000 especies que incluye la familia *Rubbiaceae*, solo dos especies son relevantes en el ámbito económico: *Coffea arábica* cuenta con 60 a 70% de la producción mientras que *Coffea canephora* representa el 30 al 40% respectivamente (Asociación Nacional del Café, 2016).

La producción Mundial de café incrementó el 1% respecto al año 2016, para el 2019 el 63.5% de la producción se concentró en países como: Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia y Alemania (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2012).

La caficultura en Ecuador data en 1943, en registros históricos extraoficiales de la Estación Experimenta Tropical Pichilingue (EETP) y se extendió a lo largo del país, desde la región amazónica hasta la región costa en las provincias de Guayas y Santa Elena (Loor Solórzano et al., 2015). Los rendimientos de los clones de *Coffea canephora* son limitados (Avellán et al., 2015).

La producción nacional de café es baja alcanzando 270 kg/ha., a pesar de que es representativa en diferentes ámbitos, así a nivel económico forma una fuente de divisas (Duicela, 2016). En lo social, se encuentran inmersas muchas etnias y pueblos en 23 de las 24 provincias del país. En lo ambiental, forma parte de los sistemas agroforestales ayudando a la preservación de flora y fauna nativas (Ponce et al., 2018). En la parte institucional, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), promueve el plan de reactivación de la caficultura para favorecer a las organizaciones de los productores.

La problemática del sector cafetalero ecuatoriano radica en un descenso en la producción nacional, lo cual se evidencia en la minoración de las exportaciones y en el incremento de importaciones, debido a la permanencia de cafetales viejos, caída de la productividad, déficit en calidad e inocuidad, pérdida del área cultivada, restringida

asistencia técnica y capacitación a los productores y conducta errática del clima (Cañas, 2014).

Es fundamental un programa de reactivación de la caficultura en el Ecuador, bajo la responsabilidad del MAG, para mejorar la curva de producción de café e integrar instituciones públicas, privadas y la academia para potenciar el desarrollo, investigación e innovación tecnológica y sostenible cafetalera (Canet et al., 2016).

La provincia de Santa Elena es la segunda provincia con mayor rendimiento a nivel nacional, a partir del año 2014; en el cual aumentó la productividad de café debido a la participación técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), ha desempeñado un rol importante para fomentar el desarrollo sostenible de la industria cafetalera y mejorar la calidad de vida y el desarrollo económico del sector rural. En las parroquias rurales: Colonche, Manglaralto, Chanduy y Simón Bolívar a través de la producción de café con la presentación de bola seca, es la aprobada en los mercados por su textura, aroma y calidad; mejorando así la matriz productiva del país, por la variedad de productos entre ellos: café arábigo y café robusta (Lucas et al., 2017).

Estudios realizados en convenio entre la Universidad Estatal Península de Santa Elena y el Consejo Cafetalero Nacional COFENAC, se evaluó 23 clones de café robusta provenientes de la región amazónica, los resultados de la investigación muestran 5 clones promisorios adaptados a las condiciones de clima y suelo de la Península de Santa Elena; clon CSE 1 (plantas 1,4, 7, 12, 14, 18, 19), clon CSE 5 (plantas 1, 2, 17, 18, 19), clon CSE 6 (plantas 2, 4, 5), clon CSE 10 (plantas 8, 9, 11, 12, 17, 18), clon CSE 14 (plantas 15, 18, 19, 20) materiales con alto rendimiento y tolerantes a la salinidad (Arzube et al., 2017).

La reproducción asexual de café robusta avala la pureza genética y garantiza niveles adecuados de productividad, para ello es necesario contar con un jardín clonal que tenga el suficiente número de cafetos que cubra la necesidad de plántulas, usadas para la producción de brotes orto trópicos (esquejes), lo cual resuelve el uso de plántulas de café robusta de origen genético desconocido, deficientes en vigor híbrido, sanidad y reducida disponibilidad en viveros de plántulas de híbridos y clones mejorados (Mesén and Jiménez, 2016).

La propagación de plantas mediante el sistema de esquejes presenta bajo porcentaje de prendimiento a nivel de vivero, por lo cual se emplea enraizadores comerciales que desarrollen condiciones nutricionales óptimas y aumentar el nivel de prendimiento en plantas clonales de robusta. Sin embargo, el déficit de conocimiento en la utilización de enraizantes, añadido a la ausencia de personal capacitado en métodos de propagación asexual, impide que exista material vegetativo con características productivas y genéticas de calidad; con estos antecedentes se plantea el problema científico (Ramírez, 2015).

Problema Científico:

¿Cuál de los enraizantes tiene mejor eficacia en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre en Manglaralto, Santa Elena?

Objetivo General:

Valorar la eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, en Manglaralto, Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el efecto de los tratamientos en las variables agronómicas.
2. Establecer el enraizante de mejor desempeño en la clonación de café robusta.
3. Determinar el costo de producción de las plántulas de café robusta en vivero.

Hipótesis:

El uso de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, no presenta diferencias significativas entre tratamientos en Manglaralto, Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades del café

El cultivo de café es procedente de Etiopía, África; es considerado un arbusto, perteneciente al género *Coffea* y a la familia *Rubiaceae*. Las tres especies que destacan por su utilidad comercial, según la producción mundial, están representadas en un 75% por *Coffea arabica*, 24% por *Coffea canephora* y 1% por *Coffea libérica* (Velásquez, 2016).

El café robusta es considerado un arbusto pequeño que alcanza 10 m de altura, su siembra es en densidades menores al arábigo, debido a la porte logrado por la planta (Méndez, 2011).

Las plantas de café presentan una copa irregular, su sistema radicular está conformado por una raíz principal pivotante con raíces laterales o raicillas, su tallo es un eje orto trópico puede ser monocaule o multicaule, sus ramas son plagiotrópicas primarias, secundarias y terciarias. Las hojas tienen forma elíptica y oblonga, cuyo ápice es agudo, presenta inflorescencia axilar de tres a cinco cimas, cada flor está constituida por cáliz, corola, estambres y pistilo; cuyo fruto es llamado drupa elipsoidal (Méndez, 2011).

El fruto de café está conformado por una cáscara dura y lisa que lo envuelve, luego del mucilago incoloro, viscoso y elevadamente hidratado; tanto el pergamino como la cascarilla recubren el hemisferio norte y sur del grano, de esta forma los separa (Adum and Jazmin, 2014).

1.2 Reproducción del café

La especie *Coffea arabica* comúnmente se propaga por semillas, planta autógama debido a que la fecundación se da por autopolinización, obteniéndose características sobre 90 % de la variedad, los granos de polen germinan velozmente; el tubo polínico se desarrolla a través del estilo, penetra el saco embrionario y da paso a la fertilización (Campbell and Reece, 2007).

La polinización cruzada de las especies *Coffea canephora* involucra una alta variabilidad en la producción y tipo de plantas adquiridas a partir de semillas. Si se quiere conseguir plantas genéticamente similares, es imprescindible propagarlas por métodos asexuales (Monroig, 2018).

1.2.1 Reproducción sexual del café robusta

La especie *Coffea canephora* tiene una limitada germinación de polen, debido a que los tubos polínicos formados son cortos, por lo cual, no pueden salir de las papilas estigmáticas, impidiendo la fertilización, evitando que el polen no fecunde la misma planta y no produce frutos; siendo imprescindible una polinización cruzada, para que se produzca una polinización normal, cuyos frutos adquiridos por este medio, no se pueden aprovechar como semillas para procrear nuevas plantas de café, debido a que exhibiría demasiada variabilidad genética, ignorando que el nuevo individuo mantenga las mismas características de producción de sus progenitores (Astorga et al., 1999).

1.2.2 Reproducción asexual del café robusta

Las semillas han generado la producción silvestre de café, teniendo conocimiento de que no es la única vía de reproducción sexual; se puede elegir sistemas de reproducción asexual como el injerto y la estaca. Asimismo, destaca que la propagación asexual radica en la reproducción de nuevos individuos a partir de fragmentos vegetativos de las plantas, debido a que algunos de estos órganos presentan totipotencia, es decir, la capacidad de regeneración (Lucero, 2013).

De acuerdo al origen de los esquejes en la planta estos pueden ser:

A.- Esquejes caulinares con yemas, pueden ser leñosos, semileñosos o herbáceos, según su naturaleza.

B.- Esquejes de raíz

C.- Esquejes de hojas (Bernita and Rocio, 2017).

1.3 Los enraizantes y la reproducción asexual del café robusta

El café robusta es una especie alógama, de libre polinización, lo que determina que la fecundación requiere del polen de una planta distinta, estas características tiene como elevada variabilidad fenotípica (Abrego, 2012).

La propagación asexual de café robusta a nivel de productor, debe efectuarse con los genotipos oficialmente seleccionados, que garanticen la productividad y pureza (Romero, 2014).

La clonación requiere la selección previa de una “cabeza de clon” o un jardín clonal, denominamos “cabeza de clon” a las características agronómicas, productivas y genéticas que reúne en un solo individuo en un genotipo selecto. El clon es determinado por la población obtenida mediante la reproducción asexual, de un solo individuo llamado “cabeza de clon”. Mientras que un “jardín clonal” es un conjunto de clones predefinidos con el fin de proporcionar material para la propagación vegetal (Avellán et al. 2015).

La propagación asexual por esquejes consiste en conseguir ramas de crecimiento ortotrópico (chupones o crecimiento vertical), seleccionando los de condiciones óptimas que tengas de 6 a 8 pares de hojas, para lo cual deben ser cosechados en la mañana y sembrados el mismo día, su altura debe ser de aproximadamente 8 cm, luego se procede a cortarlos a lo largo, dando dos partes y estas a su vez son cortadas a la mitad para mermar el proceso de transpiración (Abrego, 2012).

La formación de raíces es el resultado de la interacción entre la disponibilidad de foto asimilados y los niveles hormonales endógenos y exógenos, prácticamente la relación entre auxinas y citocininas (Boschi et al., 2017).

La capacidad de enraizar de forma natural, no se presentan en todas las plantas para lo cual es imprescindible administrar componentes químicos u orgánicos para acelerar la emisión de raíces (Rojas González et al., 2004).

Los enraizantes son componentes químicos que normalizan y organizan el ciclo vital de la planta, a su vez participan en el movimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción. La aplicación de enraizantes intervienen de manera positiva en la propagación vegetal, para lo cual es relevante conocer las normas de selección de las plantas madre. Los criterios preestablecidos van de acuerdo a las condiciones productivas y morfológicas de las plantas (Balón González, 2016).

1.3.1 Fitohormonas

Las fitohormonas son moléculas orgánicas producidas en sitio específico de la planta y se trasladan a otra zona para intervenir en los procesos fisiológicos a dosis bajas, conformadas por compuestos como: auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno y ácido abscísico (Cortes et al., 2019).

1.3.1.1 Auxinas

Las auxinas se encuentran distribuidas en toda la planta mientras que los principales puntos de acción (biosíntesis IAA) encuentran en tejidos finos jóvenes, la concentración más alta de IAA está en los meristemas en crecimiento activo; las concentraciones varías de 1 a 100 mg/kg peso fresco (Jordán and Casaretto, 2006). En cuanto al transporte de auxinas se reconocen dos vías: corta distancia y lento se da del interior hacia el exterior de la célula por difusión o por transportadores de membrana , su importancia radica en la influencia sobre la formación del eje embrionario, respuesta a tropismos, desarrollo del tejido vascular, la filotaxia, la dominancia apical y la morfogénesis de la raíz, del fruto y de la flor , mientras que la ruta rápida y de larga distancia se lleva a cabo por difusión en el floema el transporte de auxinas va desde los órganos jóvenes al resto de la planta, es relevante porque influye en el desarrollo de las raíces laterales y la ramificación del tallo (Garay et al., 2014).

Las auxinas generan la inducción a la diferenciación celular de órganos (Castrillón et al., 2008).

1.3.2 Reguladores Vegetales

La ausencia de hormonas de forma natural en las plantas se compensa con el uso en dosis controladas de estimulantes sintéticos como ácido indol butírico y ácido alfa-naftalenacético, para evitar el deterioro del material vegetativo (Amador et al., 2013).

1.3.2.1 Ácido Alfa-naftalenacético

El ácido alfa-naftalenacético es un potente estimulante para fomentar un sistema radicular vigoroso en las plantas, la aplicación foliar y terminal de las sustancias de crecimiento de ácido alfa-naftalenacético impulsan el enraizamiento óptimo (Liang Zheng et al., 2020). Posterior a la aplicación del estimulador de crecimiento, son similares a las producidas naturalmente por las plantas. El ingrediente activo de este regulador fisiológico, es una fitohormona del grupo de las auxinas, ácido alfa-naftalenacético, que influye en el crecimiento activo y afecta a la división celular fomentando la emisión de raíces en plantas (Flores Ortiz et al., 2009).

1.3.2.2 Ácido acetilsalicílico

El ácido acetilsalicílico a partir de 1975, se reconoce su efecto en procesos fisiológicos como el cierre de estomas, sin mencionarlos en literatura oficial (Larqué Saavedra et al., 2010a).

A partir de estudios realizados se reconoce al ácido acetilsalicílico como el principio activo de la aspirina, es un compuesto fenólico análogo del SA y un regulador de crecimiento (Raskin, 1992).

Así también, queda expuesto su impacto en la estimulación del proceso de oxidación mitocondrial, germinación en semillas, crecimiento celular, almacenamiento de compuestos fenólicos y cumarinas, en la embriogénesis somática en cultivos, aumento de biomasa en cultivos de soya, pinos, maíz y trigo (Vlot et al., 2009). Además, intervienen positivamente en la fisiología de plantas bajo estrés, sequía, fitotoxicidad y bajas temperaturas (Nazar et al., 2017).

Entre los efectos negativos, al suministrar dosis elevadas de ácido acetilsalicílico provoca estrés oxidativo por el cual la planta esta incapacitada para restablecer, provocando muchas veces la muerte (Tucuch Haas et al., 2015).

1.3.2.3 Sábila

La sábila contiene 14 proteínas, 4 propiedades entre ellas actúa como antioxidante, fungicida, bacteriostático y cicatrizante, que son relevantes durante el enraizamiento para prevención fitosanitaria (Domínguez-Fernández et al., 2012). Se ha corroborado el potencial de *Aloe vera* como sustituto de enraizante en algunas especies (Rodríguez González and Hechevarría Sosa, 2004). Así como estudios que corroboran la presencia de auxinas naturales en el gel y su riqueza en aminoácidos (ácido glutámico y arginina), lactatos y ácidos orgánicos (Boschi et al., 2017).

1.3.3 Cámara de enraizamiento

La “cámara de enraizamiento” es el lugar donde se establecen los sustratos en fundas de polietileno para la “siembra” de esquejes, esta cámara debe presentar las condiciones tanto de temperatura como de humedad favorables para la emisión de nuevas raíces y brotes. El sustrato a emplearse para la propagación de café robusta puede ser suelo limoso o arenoso, no se debe emplear suelo arcilloso. La relación agua – aire debe estar en equilibrio (Asociación Nacional del Café, 2016)

1.3.4 Experiencias del uso de enraizantes en la reproducción asexual del café

El uso de ácido alfa-naftalenacético no presenta efectos positivos sobre los siguientes parámetros: el enraizamiento fue temprano sin la aplicación del estimulante en comparación con el uso de ácido alfa-naftalenacético, el número y tamaño de raíces fue mayor en carencia del bioestimulante. En las condiciones del cantón Shushufindi en la provincia de Sucumbíos; que consistió en evaluar la capacidad de enraizamiento de diez clones de café robusta (*Coffea canephora*) en tres diferentes sustratos aplicando el bioestimulante ácido alfa-naftalenacético” (Córdova, 2000).

El estudio acerca de la propagación de café robusta (*Coffea canephora*) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos en la zona de Vinces” determina que el ácido giberélico obtuvo resultados más destacado con 18% de prendimiento de esquejes a los 90 días, el tratamiento consistió en ácido giberélico + tierra de banco + tamo carbonizado, así mismo indica que el sustrato que mayor enraizamiento se consigue es el tamo carbonizado ya que en las variables preestablecidas demostró mejores porcentajes (Chonillo, 2016).

La evaluación de la eficacia de enraizadores en la propagación vegetal de *hypericum* (*Hypericum ssp.*)”, determinó que el uso de 1g/l de ácido alfa-naftalenacético alcanza 56.33% de plantas enraizadas, este tratamiento es considerado el de mayor relevancia dentro del estudio (Vivanco, 2009).

Según Fajardo and Cevallos (2015), que la aplicación de 2000 mg kg⁻¹ ANA más 2000 mg kg⁻¹ Aib, es el que mejores resultados se obtiene; 13.80 cm de raíces; 80% peso de enraizamiento; 20% de esquejes muertos en comparación con el testigo y 62% de productividad a nivel comercial, datos presentados en el ensayo de propagación vegetativa de café franquista (*Coffea arábica*) empleando enraizantes”.

La evaluación sobre el “Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (*Coffea canephora*)”, ejecutado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, logró demostrar que al utilizar arena como sustrato se obtiene un 83.33% de enraizamiento, para obtener 7.77 cm de raíces se aplicó 12 g/l de ácido alfa-naftalenacético en arena y para alcanzar 1.97 como promedio de número de yemas se coloca 16 g/l de ácido alfa-naftalenacético en arena; estos son los resultados obtenidos de la investigación (Lucero, 2013).

En concordancia con Balón González (2016), quien al utilizar lente de jobo como enraizante obtuvo 17% a 33% de average; resultados obtenidos de la tasación estadísticas del peso de enraizamiento en esquejes de café, mientras que el uso de 16g/l de ácido alfa-naftalenacético como enraizante, da como resultado 71.67% de cubiertas vegetales según (Lucero, 2013).

Según Franco et al., (2011), quien establece que al usar ácido alfa-naftalenacético en turba obtiene un 96.11% de enraizamiento a los 30 días, mientras que el 100% de sobrevivencia a los 30 días, al emplear penca de sábila como inductor de enraizamiento, lo cual se encuentra demostrado en su trabajo, empleando esquejes de tallo lateral en genotipos de papa criolla (*Solanum phureja Juz et Buk*) evaluando sustratos e inductores de crecimiento más comunes.

La aplicación de 1 µm de ácido salicílico en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), inducen la formación y crecimiento de raíz, porte del tallo y aumento en el área foliar, en comparación con el testigo (Larqué Saavedra et al., 2010).

El trabajo sobre el “Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo (*Triticum aestivum L*)”, señala que al emplear 1 µm de ácido salicílico (AS) tiende a estimular la elongación de la raíz en 21% promedio, también genera un aumento en el peso fresco de la raíz y funciona como estimulante de las plántulas al incrementar la altura y el peso fresco de la biomasa total (Tucuch Haas et al., 2015).

El test sobre “Evaluación de la propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) empleando tres enraizantes orgánicos: agua de lenteja, agua de coco y cristal de sábila”, realizado en Balao, provincia de Guayas, el enraizante que obtuvo resultados significativos, fue el cristal de sábila al ser sumergidas las varetas durante 5 minutos antes de la siembra, en comparación al de agua de coco y de lenteja. Se concluye así que tanto los enraizantes comerciales como los naturales son de beneficio, siendo estos últimos rentablemente económicos y amigables con el ambiente (Guamán et al., 2019).

El estudio sobre “Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos”, ejecutado en Colombia, se encontró que al usar cristales de sábila se obtienen raíces de menor densidad y mayor grosor mientras que el enraizador químico las raíces fueron delgadas y más numerosas. También se determinó que el exceso de humedad causa efectos negativos sobre el desarrollo y crecimiento de raíces y proliferación de enfermedades causadas por hongos y bacterias que influyen sobre el desarrollo radicular de

la planta, una de las especies que demostró mayor tolerancia fue *Salix humboldtiana*, para lo cual se considera relevante en la recuperación de suelos con mal drenaje (Giraldo et al., 2009).

Saldaña et al. (2010), manifiesta que los tratamientos que presentan mayor porcentaje de supervivencia de las estacas, mayor masa radicular, son los de agua de coco y cristales de sábila, y no presentan diferencias significativas con ácido alfa-naftalenacéticoen, en su investigación sobre “Evaluación del prendimiento de estacas de especies de las familias *Euforbiaceae* y *Urticaceae*”, efectuado en Chile.

Ballesteros Venegas and Peña Velásquez (2012), afirma que uno de los principales promotores de raíces son el extracto de *Aloe vera* en su test sobre la evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L, *Sedum luteoviride* R.T. Clausen, *Sedum reflexum* (L.) Grulich y *Sedum sediforme* (Jacq.).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación y descripción del lugar de ensayo

La investigación se desarrollará en el centro de producción y práctica Manglaralto, que forma parte de la UPSE, ubicada en la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, ubicado en la vía Dos Mangas, con coordenadas geográficas 01° 50' 32'' S, 80° 44' 22'' O, a una altura de 12 msnm y una topografía plana cuya pendiente es menor al 1%.

2.1.1 Datos de clima



Figura 1. Toma satelital del Centro de Prácticas UPSE-Manglaralto.

La temperatura desde julio a octubre tuvo una variación de 22 a 17 grados Celsius, humedad relativa máxima fue de 96% y la mínima de 88% (Diebel et al., 2019).

2.1.2 Datos de suelo

La muestra de sustrato conformado por 50% mantillo y 50% arena, fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue para su análisis, cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 1. Análisis del sustrato del experimento

Nutrientes	Contenido	Interpretación
Ph	7.5	Prácticamente neutro
M.O.	2.1	Bajo
NH ₄	16 ppm	Bajo
P	35 ppm	Alto
K	0.74 meq/100 ml	Alto
Ca	15 meq/100 ml	Alto
Mg	3.5 meq/100 ml	Alto
Cu	4.6 ppm	Alto
Fe	93 ppm	Alto
Mn	16.2 ppm	Alto
B	0.91 ppm	Medio

2.1.3 Datos químicos de agua

Las muestras de agua fueron enviadas al Laboratorio de Suelos, tejidos vegetales y aguas de la Estación Experimental de Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja” para su análisis.

Tabla 2. Análisis del agua de riego del experimento

Nutrientes	Contenido	Interpretación
Ph	7.9	
C.E.	1669.0 uS/cm	
Ca	172.7 mg/L	
Na	141.2 mg/l	
Mg	32.8 mg/l	C3= Agua de salinidad media alta
K	10.4 mg/l	
*CO ₃	ND	
*HCO ₃	3.84 meq/100 ml	
*SO ₄	3.52 meq/100 ml	S1= agua de contenido bajo en sodio
*Cl	10.34 meq/100 ml	
RAS	3	
PSI	2	
%Na	35.11	

2.2 Material biológico

El material genético que se utilizó en el experimento fue el clon CSE 1 de café robusta, este material fue introducido desde el oriente ecuatoriano y adaptado a las condiciones de clima y suelo de la zona de norte de la Península de Santa Elena, en un periodo de 5 años, con las características de alta productividad 1.9 t/ha y tolerancia a la salinidad (Arzube et al., 2017).

2.3 Materiales y equipos

Caña guadua

Plástico transparente UV

Fundas de polietileno 6x4

Tamiz

Mantillo

Arena

Fertilizantes

Desinfectantes

Enraizantes

Tijeras de podar

Carretillas

Guantes

Lonas

Palas

Rastrillo

Baldes

Flexómetro

Balanza

Cámara fotográfica

Computadora

Impresora

Mangueras

2.4 Tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos están constituidos por tres enraizante, ácido alfa-naftalenacético, ácido acetilsalicílico, *Aloe vera* y un testigo absoluto.

Tabla 3. Tratamientos en estudio

Tratamientos
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)
T2 (Ácido acetilsalicílico)
T3 (<i>Aloe vera</i>)
T4 (Testigo)

El diseño experimental utilizado fue Diseño Completamente al Azar, con cuatro repeticiones, el análisis de las medias poblacionales se analizará mediante Tukey al 5% de significancia estadística.

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error experimental	12

2.4.1 Delineamiento experimental

- Número de cámaras 1
- Dimensiones de la cámara (m) 1.20 x 9
- Área de cada cámara (m²) 10.80
- Número de repeticiones 4
- Número de tratamientos 4
- Área total del tratamiento (m²) 0.29
- Área total del ensayo 10.80
- Número de plantas por tratamiento 20
- Número total de plantas 320

2.4.2 Croquis

La ubicación de cada tratamiento fue en base al tipo de diseño elegido, en esta investigación se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) y estuvo distribuido como se muestra en el siguiente cuadro.

T1R1	0.20 m
T3R1	0.20 m
T4R1	0.20 m
T2R1	0.30 m
T1R2	0.20 m
T2R2	0.20 m
T3R2	0.20 m
T4R2	0.30 m
T1R3	0.20 m
T4R3	0.20 m
T2R3	0.20 m
T3R3	0.30 m
T2R4	0.20 m
T4R4	0.20 m
T3R4	0.20 m
T1R4	0.20 m

Figura 2. Croquis de ensayo

2.5 Manejo del experimento

La metodología que se usó para la propagación de esquejes fue la especificada en la Guía práctica de viveristas (Duicela et al., 2012), que se fundamenta en el corte de brotes ortotrópicos en la mañana empleando tijeras de podar de las plantas agobiadas, denominadas “cabeza de clon”.

Las características que priman en el brote del cual se separan los esquejes, tenía una consistencia semi leñosa y color verde claro oscuro, se cortó los brotes en pequeñas secciones, cada sección se denomina esqueje el cual contó con un nudo y un par de hojas, se realizó el corte de la parte superior del esqueje por encima del nudo y en la parte inferior del esqueje, el corte fue ligeramente en bisel a 3.5 centímetros. Luego con una tijera se cortó el par de hojas del nudo se cortan 1/3 de hoja para reducir la transpiración. No se utilizó más de dos esquejes por brote, los nudos ubicados en la parte superior del brote no se emplearon debido a que son tiernos y de poca consistencia ni los inferiores por su contenido de lignina. Posteriormente se desinfectó el sustrato 50% arena y 50% mantillo con vitavax, con una dosis de 2.5 gr/l, aplicado con un aspersor manual de mochila.

Por otra parte, a los esquejes se sumergió en una solución con fungicida por 15 minutos, para no reducir la capacidad de enraizamiento.

Se untó cada enraizante en la parte basal del esqueje, según el tratamiento. La siembra se hizo en funda de polietileno, color negro de 6 x 10 pulgadas, consistió en hacer un hoyo en la parte central de 3-5 centímetros, luego se colocó los esquejes en el centro del hoyo de manera vertical, hasta el nudo, presionando sutilmente alrededor para evitar queden “bolsas de aire”, se procedió a dar un riego con la finalidad de mantener alto porcentaje de humedad. Al finalizar la “siembra” de los esquejes se cubrió la cámara de enraizamiento con una lámina de plástico transparente y al día siguiente se cerró herméticamente la cámara de enraizamiento.

En un lapso de 75 días a partir de la siembra, se realizó la aclimatación, la cual consistió en retirar progresivamente el plástico de la cámara de enraizamiento; de manera que el primer día la cámara no estuvo cubierta con plástico por dos horas, hasta completar el octavo día con ocho horas. Se mantuvo la cámara totalmente descubierta a partir del noveno día.

2.5.1 Labores culturales en el vivero

Las prácticas aplicadas al vivero, con el fin de dar confort para el crecimiento sano y vigoroso de las plántulas de café, tenemos:

Los riegos a nivel vivero fueron periódicos, según las necesidades hídricas de las plántulas de café.

El control de malezas fue periódico, se mantuvo el vivero limpio para evitar la competencia por recursos, evitar plagas y enfermedades.

Se emplearon medidas preventivas fitosanitarias como la desinfección del sustrato, deshierbe, riego controlado y regulación de la luminosidad.

2.6 Variables experimentales

2.6.1 Variables independientes

2.6.1.1 Enraizantes

Se evaluó la eficacia de enraizantes dos químicos y un vegetal; ácido alfa-naftalenacético, ácido acetilsalicílico y *Aloe vera*.

2.6.2 Variables dependientes

2.6.2.1 Supervivencia

La supervivencia se calculó mediante la relación de esquejes vivos entre el número total de esquejes, multiplicado por cien y se mide en porcentaje.

2.6.2.2 Mortalidad

Se evaluó el porcentaje de mortalidad en cada uno de los tratamientos, mediante la relación esquejes muertos sobre el total de esquejes multiplicado por cien.

2.6.2.3 Presencia de raíces

Se determinó el porcentaje de prendimiento en cada uno de los tratamientos respectivamente a los 87 días, mediante la relación de esquejes prendidas entre el total de esquejes vivos multiplicado por cien.

2.6.2.4 Presencia de callos

El porcentaje de callos se midió a los 87 días mediante la relación esquejes con callos entre el total de esquejes vivos multiplicado por cien.

2.6.2.5 Porcentaje de esquejes con un par de brotes

El porcentaje de esquejes con un par de brotes por esqueje se calculó mediante la relación del número de esquejes con un par brotes entre el número total de esquejes sobrevivientes, multiplicado por cien.

2.6.2.6 Porcentaje de esquejes con dos pares de brotes

El porcentaje de esquejes con un par de brotes por esqueje se calculó mediante la relación del número de esquejes con dos pares de brotes entre el número total de esquejes sobrevivientes, multiplicado por cien.

2.6.2.7 Longitud de brotes

La medición de la longitud de brotes fue en centímetros, se realizó mediante el uso de calibrador vernier electrónico a los 87 días.

2.6.2.8 Longitud de raíces

La longitud de raíces se evaluó en centímetros con ayuda del calibrador vernier electrónico, su evaluación fue a los 87 días.

2.6.2.9 Diámetro de raíces

El diámetro de raíces se calculó en milímetros con ayuda del calibrador vernier electrónico.

2.6.2.10 Peso fresco de raíz

Se tomó 10 plantas al azar por cada tratamiento, se las lavó con agua destilada y luego para pesar en gramos se utilizó una balanza analítica FB 223 con un error de 0.0001 g

2.6.2.11 Peso seco de raíz

Los 10 esquejes que se tomó para el peso fresco, cada fracción fue secada hasta peso constante en estufa a 65 °C por un lapso de 48 horas para posteriormente emplear la balanza analítica FB 223 con un error de 0.0001 g y fijar el peso seco en gramos de las mismas.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre en Manglaralto, Santa Elena se examinan a continuación, basándose en la descripción de las variables cuantitativas y cualitativas, los análisis de laboratorio y la información recopilada en campo.

3.1 RESULTADOS

3.1.1 Porcentaje de sobrevivencia de esquejes

La Tabla 1A del análisis de varianza señala que no existió diferencia significativa entre los tratamientos a los 87 días después de la siembra, la media fue de 51.87% de sobrevivencia y el coeficiente de variación se sitúa en 2.38%.

El análisis de las medias poblacionales (Tabla 5) mediante la prueba de Tukey con el 5% de probabilidad, no encuentra diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo, considera al tratamiento T3 (*Aloe vera*) como el de mejor desempeño con 61.25% de sobrevivencia, mientras que el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) es el de menor sobrevivencia con un 42.50 %.

Tabla 5. Porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 87 días después de la siembra -log (x.1000)

Tratamientos	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	42.50	a	4.62	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	52.50	a	4.72	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	61.25	a	4.78	a
T4 (Testigo)	51.25	a	4.69	a

C.V.= 2.38%

3.1.2 Porcentaje de mortalidad de esquejes

Los datos de esta variable fueron transformados mediante -log (x.1000); una vez realizado el análisis de la varianza presentados en la Tabla A2, no presentó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, el coeficiente de variación es confiable, se situó en 2.41%.

El tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) es el de mayor mortalidad, seguido del tratamiento T4 (Testigo) con 48.75%, tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) con 47.50%; mientras que el T3 (*Aloe vera*) con 57.50% presenta menor mortalidad (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de plantas a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	-log (x.1000)			
	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	57.50	a	4.75	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	47.50	a	4.67	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	38.75	a	4.57	a
T4 (Testigo)	48.75	a	4.67	a

C.V.= 2.41%

3.1.3 Porcentaje de esquejes que presentaron enraizamiento

La Tabla 3A indica que los tratamientos evaluados no presentan diferencia significativa entre ellos, el coeficiente de variación es 0.318 %.

En los promedios evaluados con la prueba de Tukey se encuentra que en los tratamientos donde se aplicaron los enraizantes, se observó menor formación de raíces en contraste con el desarrollo rizogénico del tratamiento T4 (testigo absoluto).

El tratamiento T4 (Testigo) es considerado el más sobresaliente con un 55% de esquejes que presentaron raíces, seguido del tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) con un 25%, y los tratamientos T2 (Ácido acetilsalicílico), T3 (*Aloe vera*) son considerados los de menor rendimiento con 15% respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de esquejes que presentaron enraizamiento a los 87 días después de la siembra -log (x + 1000)

Tratamientos	-log (x + 1000)			
	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	25.00	a	3.01	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	15.00	a	3.01	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	15.00	a	3.01	a
T4 (Testigo)	55.00	a	3.03	a

C.V.=0.32%

3.1.4 Porcentaje de esquejes que presentaron callos

En la Tabla 4A se observan los resultados del análisis de la varianza, la variable muestra diferencias significativas entre tratamientos a los 87 días después de la siembra, cuyo coeficiente de variación registrado es 2.53%.

El análisis de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, determinó tres grupos estadísticos. El primer grupo estadístico está formado por el tratamiento T4 (Testigo) y el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético), que a su vez forma parte del grupo dos conjuntamente con el tratamiento T3 (*Aloe vera*) y tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico).

Los tratamientos de mejor comportamiento fueron el T2 (Ácido acetilsalicílico) y T3 (*Aloe vera*) con un 85% de esquejes que presentaron callos de color cremoso, seguido por el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) con un 75%, mientras que el tratamiento T4 (Testigo) con un 45% registra el menor valor. La media general de la variable fue de 63.91% (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de esquejes que presentaron callos a los 87 días después de la siembra–log (10. 1000)

Tratamientos	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados			
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	75	a	b	4.85	a	b
T2 (Ácido acetilsalicílico)	85		b	4.92		b
T3 (<i>Aloe vera</i>)	85		b	4.92		b
T4 (Testigo)	45	a		4.65	a	

C.V. =2.53%

3.1.5 Porcentaje de esquejes que presentaron dos pares de brotes

Los resultados del ANDEVA determina que la variable no presenta diferencias significativas al 5% de probabilidad; el coeficiente de variación se sitúa en 1.34% (Tabla 5A).

El análisis del porcentaje de esquejes que presentaron dos pares de brotes se muestra en la Tabla 9, señala al tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) como el de mejor desempeño, con 100% de esquejes que presentaron dos pares de brotes a los 87 días después de la siembra, seguido del tratamiento T3 (*Aloe vera*) y el tratamiento T4 (Testigo) con 90%. En contraste con el tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) el cual obtuvo el menor valor 85%.

El promedio de los tratamientos es de 91.25%.

Tabla 9. Porcentaje de esquejes que presentaron dos pares de brotes a los 87 días después de la siembra –log (10. 1000)

Tratamientos	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	100	a	5.00	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	85	a	4.92	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	90	a	4.95	a
T4 (Testigo)	90	a	4.95	a

C.V. = 1.34%

3.1.6 Porcentaje de esquejes que presentaron un par de brotes

El análisis de varianza (Tabla 6A) no encontró diferencias significativas en el porcentaje de esquejes que presentan un par de brotes, con un coeficiente de variación de 0.21% y promedio general de 8.75%.

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad, señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos a los 87 días después de la siembra de los esquejes. El tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) con 15% corresponde al de mejor resultado, seguido del tratamiento T3 (*Aloe vera*) y el tratamiento T4 (Testigo) con 10%.

El tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) obtuvo 0% de esquejes con presencia de un brote (Tabla 10).

Tabla 10. Porcentaje de esquejes que presentaron un par de brotes a los 87 días después de la siembra –log (x+ 1000)

Tratamientos	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	0	a	3.00	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	15	a	3.01	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	10	a	3.01	a
T4 (Testigo)	10	a	3.01	a

C.V. = 0.21%

3.1.7 Diámetro del esqueje

Los resultados de ANDEVA del diámetro del esqueje presentado en la Tabla 7A, revela que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y la confiabilidad del coeficiente de variación se sitúa en 9.41%.

Los resultados de la prueba de Tukey al nivel del 5% de significancia mostrados en la Tabla 11, señala que el tratamiento T3 (*Aloe vera*) obtiene 6.98 mm superando la media de los demás tratamientos, seguida del tratamiento T4 (Testigo) con 6.80 mm, el tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) 6.72 mm, mientras que, el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) con 6.27 mm de diámetro del esqueje, es considerado el de menor desempeño.

Tabla 11. Diámetro del esqueje a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	Datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	6.27	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	6.72	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	6.98	a
T4 (Testigo)	6.80	a

C.V. = 9.41%

3.1.8 Longitud del brote

La Tabla 8A del ANDEVA indica que hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos durante la evaluación respectiva, con un coeficiente de variación de 50.76%.

El resultado de la longitud del brote mostrado en la Tabla 12 de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, el tratamiento T3 (*Aloe vera*) muestra diferencia estadística con 3.60 cm sobresaliendo de los demás tratamientos. El tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) muestra diferencia estadística con 1.22 cm respectivamente.

Tabla 12. Longitud del brote a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	Porcentaje datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	1.22	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	2.20	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	3.60	b
T4 (Testigo)	2.00	a

C.V= 31.69

3.1.9 Longitud de la raíz por esqueje

Según los resultados del Análisis de la Varianza, se puede observar en la Tabla 9A que no existe diferencia estadística significativa al 5% de la evaluación, con un coeficiente de variación de 39.01%.

En la evaluación descrita en la Tabla 13 consta que a los 87 días los tratamientos presentaron igualdad estadística con 6.50 mm, 8.64 mm, 7.28 mm y 4.53 mm, concluyendo que el tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) fue el de mayor longitud, superando a los demás tratamientos.

Tabla 13. Longitud de la raíz por esqueje a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	Datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	6.50	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	8.64	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	7.28	a
T4 (Testigo)	4.53	a

C.V.=39.01%

3.1.10 Diámetro de la raíz por esqueje

El Análisis de la Varianza señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación se sitúa en 15.91% (Tabla 10A).

A los 87 días después de la siembra los tratamientos T1(Ácido alfa-naftalen acético) y el tratamiento T4 (Testigo), son considerados los de mejor desempeño con un promedio de 1.53 mm, seguida del tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) con 1.52 mm y el de menor desempeño fue el tratamiento T3 (*Aloe vera*) con 1.32 mm respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14. Diámetro de raíz por esqueje a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	Datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	1.53	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	1.52	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	1.32	a
T4 (Testigo)	1.53	a

C.V.= 15.91%

3.1.11 Peso fresco de la raíz

La Tabla 11A 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 10.46%.

En la Tabla 15 son presentados los valores medios de peso fresco de raíz evaluados a los 87 días después de la siembra. El primer grupo estadístico categorizado como el de mejor

desempeño, conformado por el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) con 0.19 gr, seguido por el segundo grupo compuesto por el tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) con 0.17 gr el mismo que es estadísticamente igual al tratamiento T4 (Testigo) con 0.12 gr; mientras que el tercer grupo considerado como el de menor rendimiento pertenece el tratamiento T3 (*Aloe vera*) con 0.10 gr respectivamente.

Tabla 15. Peso fresco de raíz a los 87 días después de la siembra

Tratamientos	Datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	0.19	b
T2 (Ácido acetilsalicílico)	0.17	a b
T3 (<i>Aloe vera</i>)	0.10	a
T4 (Testigo)	0.12	a b

C.V. =10.46 %

3.1.12 Peso seco de la raíz

El Análisis de Varianza del peso seco de la raíz registrado a los 89 días después de la siembra determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con el 5% de probabilidad, el coeficiente de variación se sitúa en 4.92% (Tabla 12A).

En la Tabla 16 son mostrados los valores medios del peso seco de raíz, donde las raíces del tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) y el tratamiento T2 (ácido acetilsalicílico) con 0.04 gr son valorados como los de mayor peso mientras que el tratamiento T3 (*Aloe vera*) y el tratamiento T4 (Testigo) con 0.02 gr sus raíces son consideradas de menor peso.

Tabla 16. Peso seco de raíz a los 89 días después de la siembra

Tratamientos	Datos reales	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	0.04	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	0.04	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	0.02	a
T4 (Testigo)	0.02	a

C.V.= 4.92%

3.1.13 Contenido de agua en la raíz

Los resultados del Análisis de la varianza se pueden observar en la Tabla 13A, revela diferencias significativas entre los tratamientos, sometido a la prueba de Tukey con el 5% de probabilidad se indicaron dos grupos estadísticos, con su respectivo coeficiente de variación situado en 0.25%.

El primer grupo constituido por el tratamiento T4 (Testigo) con 4.92 y el tratamiento T3 (*Aloe vera*) con 4.91, son considerados los de mayor contenido de agua; mientras que con una valoración de 4.88 el tratamiento T2 (Ácido acetilsalicílico) y el tratamiento T1 (Ácido alfa-naftalenacético) son considerados los de menor contenido de agua (Tabla 17).

Tabla 17. Contenido de agua en la raíz a los 89 días después de la siembra

Tratamientos	Porcentaje datos reales		Porcentaje datos transformados	
T1 (Ácido alfa-naftalenacético)	74.96	a	4.88	a
T2 (Ácido acetilsalicílico)	76.14	a	4.88	a
T3 (<i>Aloe vera</i>)	81.07	b	4.91	b
T4 (Testigo)	82.66	b	4.92	b

C.V. = 0.25 %

ANÁLISIS ECONÓMICO

El gasto que se efectuó para la elaboración del experimento proyectado para la obtención de 4600 plántulas de café según las dimensiones del vivero 10 m de ancho por 12 m de largo. La variación de los tratamientos se vio fijada por el costo de enraizantes empleados en cada tratamiento, ácido alfa-naftalenacético (Tabla 14A), ácido acetyl salicílico (Tabla 15A), *Aloe vera* (Tabla 16A) y Testigo (Tabla 17A). El costo promedio para la obtención de plántulas se sitúa en 0.15 dólares por planta, el costo por hectárea fluctúa en 165.45 dólares por hectárea, los 85 días en se desarrolló el experimento. El costo general del vivero alcanza un total de 153.44 dólares, cuya depreciación considera 3 ciclos de producción al año durante 3 años, para lo cual serán 9 ciclos de producción para realizar la depreciación.

3.2 DISCUSIÓN

El promedio general de sobrevivencia de los esquejes fue 51.88%, sin embargo, el tratamiento con *Aloe vera* obtuvo de 61.25% de sobrevivencia, menor a lo reportado por Velásquez (2017), quien obtuvo 82.07% como resultado en su investigación sobre propagación vegetativa de la especie *Coffea canephora*. Por otra parte, Alvarado and Munzón (2019), al evaluar la sobrevivencia en la especie *Ficus benjamina* con *Aloe vera*, logró 54.17%.

De acuerdo con Castrillón et al. (2008), las condiciones ambientales y fisiológicas a la que se encuentra expuesta la instalación del ensayo influyen en el porcentaje de mortalidad, en el ensayo se obtuvo como media general 48.22% de esquejes muertos, pudo deberse a la desórdenes citológicos en cadena, mínima producción de fotosintatos y carencia de un sistema radicular lo que provocó que los esquejes abortaran sus hojas en una fase temprana de propagación, ennegreciendo los esquejes y posterior muerte del mismo (Cárdenas and López, 2011).

El enraizamiento de esquejes durante la investigación alcanzó 27% como promedio general, mismo que es regulado por diversos factores como selección del material, tratamiento de la estaca y condiciones ambientales (Milani Zem et al., 2016). Durante el ensayo no se logró potencializar la tasa fotosintética debido a que no se cumplió en el ensayo temperaturas de 30 °C a 35 °C (Mesén and Jiménez, 2016), lo cual minimizó la iniciación de raíces, influenciado con la aplicación de enraizantes al haber un desbalance hormonal a nivel interno/ externo de la planta. Así también, la luminosidad indujo al incremento de temperatura aumentando la transpiración, el cierre estomático, reduciendo el tejido mesófilo y la fijación de carbono (Gutierrez and Meinzer, 1994).

En cuanto al uso del gel de *Aloe vera* se obtuvo promedio de 15% de raíces formadas, menor a lo reportado por (Guamán et al., 2019) y (Velásquez, 2017). Sin embargo, con el Ácido alfa-naftalenacético el promedio creció a 25%, valor mayor a los reportado por Bernita and Rocio (2017), quien consiguió 12% de raíces formadas y 17.67% en la especie *hypericum ssp.* (Julio, 2009).

El uso de enraizante no superan a los obtenidos por el testigo, quien presenta mayor capacidad de respuesta a la formación de raíces con 55%, estos resultados probablemente se deban a la capacidad rizogénico de la planta (Hartmann et al., 2002). En este sentido Sampayo Maldonado et al. (2016), manifiesta que el contenido de auxinas endógenas es suficiente para fomentar el enraizamiento.

La formación de callos en los esquejes obtuvo un porcentaje general de 72.5%, considerada una valoración superior a la de enraizamiento, una respuesta común en la propagación vegetativa por esquejes, al respecto Davies et al. (2011), menciona que la inducción de raíces adventicias es inversamente proporcional a la inducción de callos y está directamente relacionada con los factores internos de la planta y ambientales. Sin embargo, el color de

callos obtenidos en la investigación fue de color crema y al respecto González (2003), considera que los callos cremoso son embriogénicos que formarán raíces adventicias.

El porcentaje de pares de brotes por esqueje logrado en la investigación es de un 85% para dos pares de brotes por esqueje, mientras que para la altura brote que más destaca es el tratamiento dos que involucra la aplicación de ácido acetilsalicílico con 8.6 cm; los datos obtenidos se relacionan con Cob et al. (2010), quien manifiesta que dosis A/C <1 beneficia a la inducción de puntos de crecimiento.

La capacidad de brotación de los esquejes apicales y medio, según Ruíz et al. (2005), guarda relación con los resultados logrados en las variables longitud de raíz, diámetro de raíz y peso fresco de raíz guardan comportamientos estadísticos similares.

Los factores ambientales son quienes influyen directamente en la elongación de raíces para lo cual tenemos el T1 alcanzó en el estudio 6.50 cm, resultado similar a lo reportado por Velásquez (2017) quien en su estudio logró 6.80 cm con la aplicación de 400 mg de Ácido alfa-naftalenacético, lo cual corrobora Sampayo Maldonado et al. (2016), quien determina que el tipo de la estaca influye progresivamente sobre la longitud de la raíz, con mayor longitud en las apicales a menor en las basales.

En el peso seco de raíces no hubo diferencia entre los tratamientos, los resultados presentados son respaldados por Chonillo (2016), quien determina que no existe diferencia significativa entre el peso seco de raíces de la especie *Coffea canephora* P.

El contenido de agua es mayor en el tratamiento T4 con 4.92 lo que equivale a que la raíz está conformada por 82.66% de agua, lo cual indica una óptima retención de agua del sustrato, de acuerdo con Dirchwolf and Schroeder (2015) expresa que los niveles de estrés hídrico a los cuales son propensos los esquejes en etapa de enraizamiento son bajos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis de los resultados permiten concluir:

- La aplicación de enraizantes de origen natural y sintéticos contribuyen en la formación estructural del sistema radical y en la altura de los brotes.
- En cuanto al desarrollo radicular el tratamiento con ácido acetilsalicílico alcanzó 8.64 cm, sin embargo, con el mayor diámetro de raíces se destaca el ácido alfa-naftalenacético con 1.53 mm.
- El tratamiento con *Aloe vera* es el de mejor desempeño en las variables sobrevivencia 61%, número de callos 85% y longitud de raíz 7.28 cm.
- El tratamiento T4 testigo absoluto presenta mayor cantidad de esquejes enraizados, poniendo de manifiesto la capacidad rizogénica de la especie *Coffea canephora* con 55% de plantas con raíces.
- El análisis económico realizado a los tratamientos fue mediante el costo de producción; el tratamiento uno fue el de mayor inversión (hormonagro). El costo por planta del tratamiento con ácido acetilsalicílico está en \$ 1.51 siendo el más alto y el menor coste es el testigo de \$ 1.47.

Recomendaciones

- Realizar ensayos con diferentes dosis de *Aloe vera*, auxinas y citoquininas
- Realizar investigaciones en diferentes épocas del año considerando las particularidades climáticas de la península de Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego, C., 2012. Manual para la producción orgánica del café robusta. Panamá.
- Adum, B., Jazmin, C., 2014. Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café robusta (*Coffea canephora* L.). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Alvarado, A., Munzón, M., 2019. 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*.
- Amador-Alfárez, K.A., Díaz-González, J., Loza-Cornejo, S., Bivián-Castro, E.Y., 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica* 109–131.
- Arzube, M., Orrala, N., León, Á., Ramírez, L., 2017. Comportamiento productivo de clones de café robusta (*Coffea Canephora* p) en Manglaralto, Ecuador. *Rev. Científica Tecnológica UPSE* 4, 34–38. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i1.237>
- Asociación Nacional del Café, 2016. Manual técnico para la producción de café robusta.
- Astorga, C., Berthaud, J., Fracois, A., 1999. LOS RECURSOS GENÉTICOS: LAS BASES DE UNA SOLUCI6N GENÉTICA A LOS PROBLEMAS DE LA CAFICULTURA LATINOAMERICANA, in: *Desafíos de La Caficultura En Centroamérica*. San José.
- Avellán, L.F., Solórzano, R.G.L., Castillo, H.E.G., Guambi, L.A.D., 2015. PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF *Coffea canephora* Pierre 8.
- Ballesteros Venegas, I.A., Peña Velásquez, R.R., 2012. Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L, *Sedum luteoviride* R.T.Clausen, *Sedum reflexum*(L.) Grulich y *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau. (masters). Universidad Nacional de Colombia.

- Balón González, H.R., 2016. Evaluación de Enraizadores Orgánicos en el crecimiento de la planta de Café, Variedad Robusta (*Coffea canephora*) en viveros en el cantón General Villamil Playas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Bernita, C., Rocio, M.D., 2017. "PROPAGACIÓN DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora*) POR ESQUEJES USANDO FITOHORMONAS Y MEZCLA DE SUSTRATOS, EN LA ZONA DE VINCES - ECUADOR.
- Boschi, C., Gandolfo, E., Vence, L., 2017. Evaluación del gel de Aloe vera en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*).
- Campbell, N.A., Reece, J.B., 2007. Biología. Ed. Médica Panamericana.
- Cañas, M.A.P., 2014. Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000 – 2011. 80.
- Canet, G., Soto, C., Ocampos, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., Villanueva, S., 2016. La situación y tendencias de la reproducción de café en América Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José.
- Cárdenas, R., López, L., 2011. Propagación vegetativa de rosa: efecto del sustrato, luminosidad y permanencia de la hoja.
- Castrillón, J.C., Carvajal, E., Ligarreto, G., Magnitskiy, S., 2008. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos. Agron. Colomb. 26, 16–22.
- Chonillo, M., 2016. Propagación de café robusta (*Coffea canephora*) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos, en la zona de Vinces-Ecuador. Universidad de Guayaquil, Vinces.
- Cob, J., Sabja, A.M., Ríos, D., Lara, A., Donoso, P.J., Arias, L., Escobar, B., 2010. Potential of organogenesis as a strategy to the in vitro propagation of *Persea lingue* in the south-central region of Chile. Bosque Valdivia 31, 202–208. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000300004>

- Córdova, D., 2000. Evaluación de 10 clones de café robusta (*Coffea canephora*) y su capacidad de enraizamiento en tres sustratos aplicando el estimulante alfa-naftalenacético en el Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbios. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo.
- Cortes, J.S.A., Jovanna, A.G., David, A.C.J., Melida, S.M.R., 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal 21.
- Davies, F.T., Geneve, R.L., Kester, D.E., Hartmann, H.T., 2011. Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practice, 8th ed. ed. Prentice Hall, Boston.
- Diebel, J., Norda, J., Kretchmer, O., 2019. El clima típico de cualquier lugar del mundo [WWW Document]. Weather Spark. URL <https://es.weatherspark.com/>
- Dirchwolf, P., Schroeder, M., 2015. Establecimiento de un método de propagación vegetativa para *Catharanthus roseus* (L.). Rev Cubana Plant Med 20.
- Domínguez-Fernández, R.N., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, J.J., Welti-Chanes, J.S., Alvarado-González, J.S., Calderón-Domínguez, G., Garibay-Febles, V., Gutiérrez-López, G.F., 2012. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Rev. Mex. Ing. Quím. 11, 23–43.
- Duicela, L., 2016. Investigación y desarrollo cafetalero en el Ecuador: Situación actual y perspectivas.
- Duicela, L., Castillo, R., Muñoz, R., Vergara, L., Romero, F., 2012. Multiplicación clonal de café robusta: Guía práctica para viverista.
- Fajardo, A., Cevallos, O., 2015. Propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*), con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ana y aib en el cantón Buena Fe. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Buena Fé.
- Flores Ortiz, C.M., Cabañas-Cabrera, A., Peñalosa Castro, I., Quintanar Zúñiga, R.E., Vázquez Medrano, J., Urzúa Meza, M.A., 2009. Auxinas endógenas, AIA-oxidasa y enraizamiento en

- Vigna radiola L. Wilczek inducido por auxina exógena libre y conjugada. Rev. Fitotec. Mex. 32, 61–66.
- Franco, L.A.R., Amaya, C.M.Z., Torres, J.M.C., 2011. Evaluación de Metodologías de Enraizamiento de Esquejes de Tallo Lateral en Genotipos de Solanum phureja. Rev. Fac. Cienc. Básicas 7, 192–203. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2103>
- Garay Arroyo, A., de la Paz Sánchez, M., García Ponce, B., Álvarez Buylla, E.R., Gutiérrez, C., 2014. La Homeostasis de las Auxinas y su Importancia en el Desarrollo de Arabidopsis Thaliana. REB Rev. Educ. Bioquímica 33, 13–22.
- Giraldo, L., Ríos, H., Polanco, M., 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos.
- González, M., 2003. Estudio del proceso de callogénesis en genotipos promisorios de cafeto (Coffea canephora P.). Rev. Colomb. Biotecnol. ISSN 1909-8758 Vol 5 N° 1 2003 Pags 16-23 5.
- Guamán, R., Leython, S., Martínez, T., 2019. Enraizantes Naturales en Coffea canephora var. robusta (L. Linden) A. Chev. | INVESTIGATIO RESEARCH REVIEW.
- Gutierrez, M.V., Meinzer, F.C., 1994. Carbon Isotope Discrimination and Photosynthetic Gas Exchange in Coffee Hedgerows During Canopy Development. Funct. Plant Biol. 21, 207–219. <https://doi.org/10.1071/pp9940207>
- Hartmann, H., Kester, D., Davies, F., Geneve, R., 2002. Plant propagation : principles and practices, Séptima. ed.
- Jordán, M., Casaretto, J., 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas, in: Fisiología Vegetal. Chile.
- Julio, V., 2009. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DEL BIOPLUS, HORMONAGRO Y ENRAIZADOR UNIVERSAL EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE HYPERICUM (hypericum ssp.) - PDF Free Download. Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Riobamba.

- Larqué-Saavedra, A., Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, Á., Vergara-Yoisura, S., Gutiérrez-Rendón, M., 2010a. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16, 183–187.
- Larqué-Saavedra, A., Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, Á., Vergara-Yoisura, S., Gutiérrez-Rendón, M., 2010b. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16, 183–187.
- Liang Zheng, Zibin Xiao, Weitang Song, songchali@cau.edu.cn, 2020. Effects of Substrate and Exogenous Auxin on the Adventitious Rooting of *Dianthus caryophyllus* L. *HortScience* 55, 170–173. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14334-19>
- Loor Solórzano, R.G., Plaza Avellán, L.F., Guerrero Castillo, H.E., Zambrano Flores, F.G., 2015. Desarrollo de una variedad policlonal de café robusta (*Coffea canephora* P.) para Quevedo y otras zonas agroclimáticas similares de la Costa ecuatoriana.
- Lucas, R., Álvarez, R., Castro, D., Muñoz, M., 2017. La producción de café “Robusta” en la Provincia de Santa Elena, Ecuador: Un enfoque de sostenibilidad 3.
- Lucero, D.E.L., 2013. “ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA *Coffea canephora*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Méndez, I., 2011. Paquete Tecnológico Café Robusta (*Coffea canephora* P).
- Mesén, F., Jiménez, L., 2016. Producción de clones de café por miniestacas.
- Milani Zem, L., luzem@uol.com.br, Christina Zuffellato-Ribas, K., Izabel Radomski, M., Soares Koehler, H., 2016. Rooting of semi-hardwood stem cuttings from current year shoots of *Drymis brasiliensis*. *Enraizamento Estac. Caulinares Semilenhosas Drimys Bras. Oriundas Brotação* Ano 46, 2129–2134. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141486>
- Monroig, M., 2018. MANUAL PARA LA PROPAGACIÓN DEL CAFETO EN PUERTO RICO.
- Nazar, R., Iqbal, N., Khan, N.A., 2017. *Salicylic Acid: A Multifaceted Hormone*. Springer.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2012. FAOSTAT Database Results.

- Organización Internacional de Café, 2016. Historical Data on the Global Coffee [WWW Document]. URL <http://www.ico.org/>
- Ponce, L., Orellana, K., Acuña, I., Alfonso, J., Fuentes, T., 2018. Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas 6.
- Ramírez, J., 2015. Propagación vegetativa de café Conilon para producción de almácigo clonal [WWW Document]. RamirezCafeCostaRica. URL <https://www.ramirezcaficulturadesdecostarica.com/> (accessed 3.18.20).
- Raskin, I., 1992. Role of Salicylic Acid in Plants | Annual Review of Plant Biology. Rev. Plant Physiol.
- Rodríguez González, H., Hechevarría Sosa, I., 2004. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (L.) N. L. Burm. Rev. Cuba. Plantas Med. 9, 0–0.
- Rojas González, S., García Lozano, J., Alarcón Rojas, M., 2004. Propagación asexual de las plantas : conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas.
- Romero, V., 2014. Efecto de sustratos orgánicos en la propagación clonal de café robusta en Lago Agrio- Sucumbíos. Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Ruíz, R., Vargas, J., Cetina, V., Villegas, Á., 2005. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de Gmelina arborea Roxb [WWW Document]. ResearchGate. URL https://www.researchgate.net/publication/26477754_Efecto_del_acido_indolbutirico_AI_B_y_tipo_de_estaca_en_el_enraizado_de_Gmelina_arborea_Roxb (accessed 10.27.19).
- Saldaña, D.S., Cruz, H.G.C., Suárez, Á.G., Velásquez, J.E., 2010. Evaluacion del prendimiento de estacas de especies de las familias Euforbiaceae y Urticaceae. Momentos Cienc. 7.
- Sampayo-Maldonado, S., Jiménez-Casas, M., López-Upton, J., Sánchez-Monsalvo, V., Jasso-Mata, J., Equihua-Martínez, A., Castillo-Martínez, C.R., Sampayo-Maldonado, S., Jiménez-Casas, M., López-Upton, J., Sánchez-Monsalvo, V., Jasso-Mata, J., Equihua-Martínez, A., Castillo-Martínez, C.R., 2016. Enraizado de miniestacas de Cedrela odorata L. Agrociencia 50, 919–929.

- Tucuch Haas, C.J., Alcántar González, G., sa, A., 2015. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. *Terra Latinoam.* 33, 63–68.
- Velásquez, R., 2016. Guía de variedades de café Guatemala.
- Velásquez, V., 2017. EFICACIA DE ENRAIZADORES BAJO DOS SISTEMAS DE PROPAGACIÓN PARA LA CLONACIÓN DE GENOTIPOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora*), EN BABAHOYO, PROVINCIA DE LOS RÍOS. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, Babahoyo.
- Vivanco, J., 2009. Evaluación de la eficacia de bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de *Hipericum* (*Hipericum* sp.). Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Riobamba.
- Vlot, A.C., Dempsey, D.A., Klessig, D.F., 2009. Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 47, 177–206.
<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>

ANEXOS

FIGURA 1A. Construcción de vivero para ensayo



FIGURA 2A. Selección de clon viable para el ensayo



FIGURA 3A. Desinfección de sustrato



FIGURA 4A. Llenado de fundas con sustrato



FIGURA 5A. Siembra de Coffea canephora



FIGURA 6A. Toma de datos

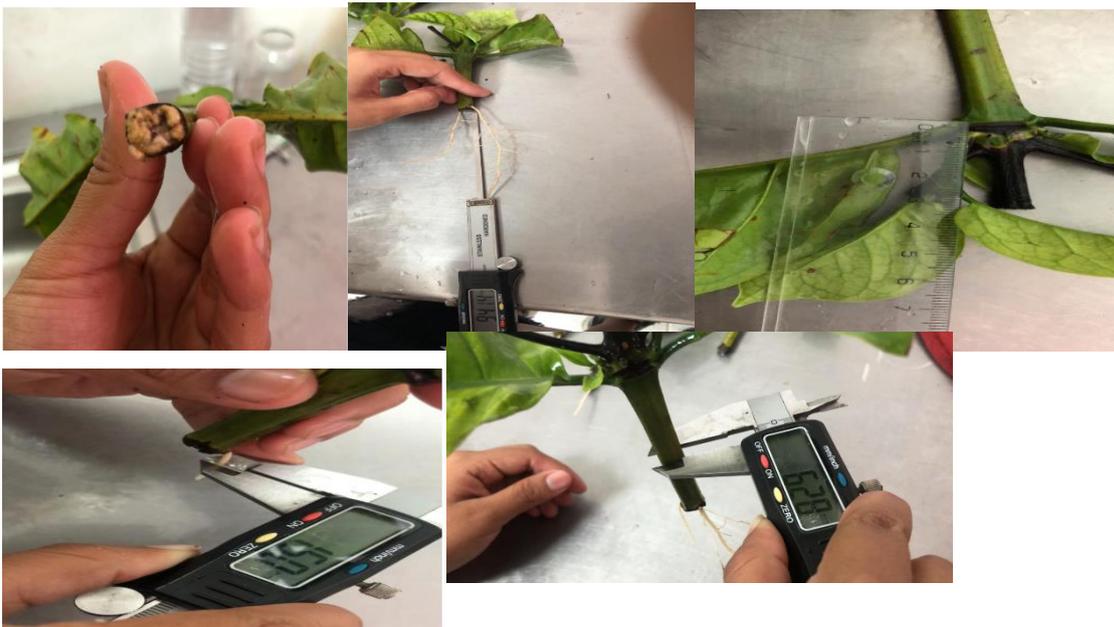


Tabla 1A. Análisis de la varianza del porcentaje de sobrevivencia a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sobrevivencia	16	0,27	0,09	2,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	3	0,02	1,49	0,2679
Tratamientos	0,06	3	0,02	1,49	0,2679
Error	0,15	12	0,01		
Total	0,21	15			

Tabla 2A. Análisis de la varianza del porcentaje de mortalidad a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mortalidad	16	0,31	0,13	2,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	3	0,02	1,77	0,2066
Tratamientos	0,07	3	0,02	1,77	0,2066
Error	0,15	12	0,01		
Total	0,22	15			

Tabla 3A. Análisis de la varianza del porcentaje de enraizamiento a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Enraizamiento	16	0,49	0,37	0,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,1E-03	3	3,6E-04	3,91	0,0369
Tratamientos	1,1E-03	3	3,6E-04	3,91	0,0369
Error	1,1E-03	12	9,2E-05		
Total	2,2E-03	15			

Tabla 4A. Análisis de la varianza del porcentaje de presencia de callos a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Callos	16	0,53	0,41	2,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	3	0,07	4,52	0,0243
Tratamientos	0,20	3	0,07	4,52	0,0243
Error	0,18	12	0,01		
Total	0,38	15			

Tabla 5A. Análisis de la varianza del porcentaje de plantas que presentaron dos pares de brotes por planta a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2brotes/planta	16	0,20	0,00	1,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,4E-03	1,00	0,4262
Tratamientos	0,01	3	4,4E-03	1,00	0,4262
Error	0,05	12	4,4E-03		
Total	0,07	15			

Tabla 6A. Análisis de la varianza del porcentaje de plantas que presentaron un par de brotes por planta a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1brote/planta	16	0,20	0,00	0,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,2E-04	3	4,0E-05	1,00	0,4262
Tratamientos	1,2E-04	3	4,0E-05	1,00	0,4262
Error	4,7E-04	12	4,0E-05		
Total	5,9E-04	15			

Tabla 7A. Análisis del diámetro del esqueje a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro del esqueje	16	0,19	0,00	9,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,11	3	0,37	0,93	0,4554
Tratamientos	1,11	3	0,37	0,93	0,4554
Error	4,76	12	0,40		
Total	5,87	15			

Tabla 8A. Análisis de la longitud del brote a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de brote	16	0,66	0,58	31,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,83	3	4,61	7,90	0,0036
Tratamientos	13,83	3	4,61	7,90	0,0036
Error	7,01	12	0,58		
Total	20,84	15			

Tabla 9A. Análisis de la longitud de la raíz a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz	16	0,30	0,12	39,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,31	3	11,77	1,70	0,2191
Tratamientos	35,31	3	11,77	1,70	0,2191
Error	82,89	12	6,91		
Total	118,20	15			

Tabla 10A. Análisis del diámetro de la raíz a los 87 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de raíz	16	0,16	0,00	15,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	3	0,04	0,77	0,5333
Tratamientos	0,13	3	0,04	0,77	0,5333
Error	0,65	12	0,05		
Total	0,78	15			

Tabla 11A. Análisis del peso fresco de la raíz a los 89 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco raíz	16	0,55	0,44	10,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	4,98	0,0180
Tratamientos	0,02	3	0,01	4,98	0,0180
Error	0,02	12	1,3E-03		
Total	0,04	15			

Tabla 12A. Análisis del peso seco de la raíz a los 89 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco raíz	16	0,45	0,31	4,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,4E-03	3	4,8E-04	3,21	0,0617
Tratamientos	1,4E-03	3	4,8E-04	3,21	0,0617
Error	1,8E-03	12	1,5E-04		
Total	3,3E-03	15			

Tabla 13A. Análisis del contenido de agua de la raíz a los 89 días después de la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Contenido de agua	16	0,80	0,75	0,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	1,8E-03	15,76	0,0002
Tratamientos	0,01	3	1,8E-03	15,76	0,0002
Error	1,4E-03	12	1,1E-04		
Total	0,01	15			

Tabla 14A. Costo del tratamiento T1 Ácido alfa-naftalenacético

HORMONAGRO

Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1.6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3 m	12	12.5	150
Manguera PE Flex 32 mm	m	50	1	50
Caña guadua	unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	lb	20	3.1	62
Alambre galvanizado No 10	lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206.25	825
Carretilla metálica	unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	unidad	6	10	60
Construcción vivero	jornales	6	15	90
Total Vivero				1 534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170.44
Construcción cámara y materiales de clonación	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
hormonagro 1	100 gr	1	14	14
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tierra Común	metro	20	1	20
Tamiz	metro	1.25	3	3.75
Guantes de látex	guantes	0.5	10	5
Construcción de cámaras	jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	jornales	6	15	90
Total				392.75
SUBTOTAL (Dólares)				563.19
Costos administrativos 10%				56.32
Costos financieros 12%				74.34
SUBTOTAL (Dólares)				693.86
Número de plantas clonales				4 600
Costos por plántula usd				0.151
Costo por hectárea				167.58

Tabla 15A. Costo del tratamiento T2 Ácido acetilsalicílico

ACIDO ACETILSALICILICO				
Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1.6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3 m	12	12.5	150
Manguera PE Flex 32 mm	m	50	1	50
Caña guadua	unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	lb	20	3,1	62
Alambre galvanizado N°10	lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206.25	825
Carretilla metálica	unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	unidad	6	10	60
Construcción vivero	jornales	6	15	90
Total Vivero				1 534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170,44
Construcción cámara y materiales de clonación	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Ácido acetilsalicílico	100 mg	0.15	29	4.35
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tierra Común	metro	20	1	20
Tamiz	metro	1.25	3	3.75
Guantes de látex	guantes	0.5	10	5
Construcción de cámaras	jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	jornales	6	15	90
Total				383.1
SUBTOTAL (Dólares)				553.54
Costos administrativos 10%				55.35
Costos financieros 12%				73.07
SUBTOTAL (Dólares)				681.97
Número de plantas clonales				4 600
Costos por plántula usd				0.148
Costo por hectárea				164.71

Tabla 16A. Costo del tratamiento T3 *Aloe vera*

ALOE VERA				
Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1.6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12.5	150
Manguera PE Flex 32 mm	m	50	1	50
Caña guadua	unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	lb	20	3.1	62
Alambre galvanizado N° 10	lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206.25	825
Carretilla metálica	unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	unidad	6	10	60
Construcción vivero	jornales	6	15	90
Total Vivero				1 534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170.44
construcción cámara y materiales de clonación	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
<i>Aloe vera</i>	planta	3	3	9
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tierra Común	metro	20	1	20
Tamiz	metro	1.25	3	3.75
Guantes de látex	guantes	0.5	10	5
Construcción de cámaras	jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	jornales	6	15	90
Total				387.75
SUBTOTAL (Dólares)				558.19
Costos administrativos 10%				55.82
Costos financieros 12%				73.68
SUBTOTAL (Dólares)				687.70
Número de plantas clonales				4 600
Costos por plántula usd				0.149
Costo por hectárea				166.09

Tabla 17A. Costo del tratamiento T4 Testigo

TESTIGO				
Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1.6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12.5	150
Manguera PE Flex 32 mm	m	50	1	50
Caña guadua	unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	lb	20	3.1	62
Alambre galvanizado N° 10	lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206.25	825
Carretilla metálica	unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	unidad	6	10	60
Construcción vivero	jornales	6	15	90
Total Vivero				1 534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170344
Construcción cámara y materiales de clonación	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tierra Común	metro	20	1	20
Tamiz	metro	1.25	3	3.75
Guantes de látex	guantes	0.5	10	5
Construcción de cámaras	jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	jornales	6	15	90
Total				378.75
SUBTOTAL (Dólares)				549.19
Costos administrativos 10%				54.92
Costos financieros 12%				72.49
SUBTOTAL (Dólares)				676.61
Número de plantas clonales				4 600
Costos por plántula usd				0.147
Costo por hectárea				163.42

FORMATO 3A. Informe de análisis de agua de lugar del ensayo realizado.

NOMBRE DEL CLIENTE		NOMBRE DE LA PROPIEDAD				FORMA DE LA MUESTRA	
Nombre	ANTONIO VERGARA CARACHE	Nombre	PROYECTO	Informe No.	02019	Factura No.	66502
Dirección	A DE NOVIEMBRE Y ABO CASTAÑO	Provincia	SANTA ELENA	Responsable Bimestro	CLIENTS	Fecha Análisis	24/06/2019
Ciudad	SUQUIA SUQUIA	Cantón	SANTA ELENA	Fecha muestreo	14/06/2019	Fecha Emisión	24/06/2019
Teléfono	3871061	Parroquia	MANGLARALTO	Fecha ingreso	14/06/2019	Fecha Impresión	01/07/2019
Fax	N/E	Ubicación	MANGLARALTO	Condiciones Ambientales	T °C : 22.6 %H : 48.8		

N° Laborat.	Identificación del Lote	a/c/cm	mg/l				mg/l				pH	RAS	PSI	%Na	Clase
			Ca	Na	Mg	K	* CO ₃	* HCO ₃	* SO ₄	* Cl					
2425	MUESTRA 1	1690.0	172.7	141.2	32.8	10.9	ND	3.84	3.52	10.34	7.9	3	2	35.11	C3-S1

ABRIGOS INDICADOS	ACTIVIDAD INDICADA
CE	Agua de consumo humano

pH, CE, Electrometria

K, Ca, Na, Mg, Aluminio, Arsénico



Ing. Leopoldo Guzmán Guzmán
Responsable Técnico Laboratorio

Página 1 de 1