



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ NACIONAL (*Coffea arábica*), CON EL USO DE HORMONAS ESTIMULANTES DEL ENRAIZAMIENTO ANA Y AIB EN EL CANTON BUENA FE.”

AUTOR:

ADRIANA MARGARITA FAJARDO MORA

DIRECTOR

ING. ORLY CEVALLOS FALQUEZ MSc.

QUEVEDO – LOS RIOS - ECUADOR

2015

DECLARACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS

Yo, Adriana Margarita Fajardo Mora, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Adriana Margarita Fajardo Mora

CERTIFICACION DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. Orly Cevallos Falquez MSc., docente de la Universidad Técnica Estatal Quevedo, certifica que el egresado Adriana Margarita Fajardo Mora, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada “PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ NACIONAL (*Coffea Arábica*) CON EL USO DE HORMONAS ESTIMULANTES DEL ENRRAIZAMIENTO ANA Y AIB en el Cantón Buena Fe”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Orly Cevallos Falquez MSc
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROPOGACIÓN VEGETATIVA DE CAFÉ NACIONAL (*Coffea arábica*), CON EL USO DE HORMONAS ESTIMULANTES DEL ENRAIZAMIENTO ANA Y AIB EN EL CANTON BUENA FE.

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROPECUARIA**

Aprobado:

**Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Alfonso Velasco Martínez, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Lcd. Héctor Castillo Vera, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Institución digna y grande que me acogió en especial las autoridades y personal docente, por su apoyo y conocimientos adquiridos durante mi etapa estudiantil.

Ing. Guadalupe Murillo Campuzano, MSc. Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su gestión en la UED y apoyo a los estudiantes.

Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, MSc. Coordinador de la Carrera Agropecuaria, por su apoyo y motivación para la exitosa culminación de esta investigación de tesis.

Ing. Orly Cevallos Falquez, MSc. por el enorme apoyo brindado para la elaboración de este tesis.

A familiares y amigos que de una u otra forma me ayudaron para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico al creador de las cosas, al que ha dado fortaleza para continuar y me dirigió por el sendero correcto. A mi Dios el que en todo momento ha estado conmigo ayudándome aprender de los errores y a no cometerlos otra vez y me enseñado a valorarlo cada día, gracias por culminar una meta más tu eres quien guía el camino de mi vida.

Con todo mi amor para mi hijo Edson Fajardo Mora con su amor y su inocencia me acompaño en todo este proceso de formación en la Universidad.

A mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos y todos quienes me apoyaron de otra manera estuvieron en esos momentos.

Adriana Fajardo

INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
RESUMEN EJECUTIVO	xi
ABSTRACT	xii

CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

I. Introducción	2
1.1. Problematización	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Hipótesis	5

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Categorías fundamentales.....	7
2.1.1. Generalidades del café.....	7
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.3. Descripción Botánica.....	8
2.1.4. Variedades.....	8
2.2. Métodos de propagación del cafetero.....	9
2.2.1. Propagación vegetativa.....	9
2.2.2. Técnicas que promueven la propagación.....	10
2.2.3. Propagación por esquejes.	10
2.3. Cascarilla de arroz.....	10

2.4. Efecto de las auxinas sobre las raíces.....	11
2.4.1. Hormonas para el enraizamiento	11
2.4.2. Inducción del enraizamiento	11
2.4.3. Auxina	12
2.4.4. Hormonagro 1	12
2.4.5. Ácido Indolbutírico	13
2.5. Elección y manejo de la planta madre	13
2.6. Trabajos desarrollados en propagación vegetativa.....	14

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento	18
3.2. Condiciones meteorológicas.....	18
3.3. Materiales y equipos	18
3.3.1. Material de laboratorio	18
3.3.2. Material de campo	19
3.3.3. Material vegetativo	19
3.4. Métodos científicos.....	19
3.4.1. Tratamientos.....	19
3.4.2. Análisis de varianza.....	20
3.4.3. Delineamiento experimental.....	20
3.4.4. Variables a evaluar	21
3.4.5. Diseño experimental	21
3.5. Datos registrados y método de evaluación	21
3.5.1. Número de raíces.	21
3.5.2. Longitud de raíces.	21
3.5.3. Números de brotes.	22
3.5.4. Enraizamiento de la planta en %.	22
3.5.5. Porcentaje de mortalidad.	22
3.5.6. Costos de plantas.	22
3.6. Manejo del experimento.....	22
3.7. Construcción de umbráculo	23
3.8. Sustrato empleado	23
3.9. Preparación de los polvos enraizantes	23

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	26
4.1.1. Números de brotes.....	26
4.1.2. Números de raíces.....	27
4.1.3. Longitud de raíces	28
4.1.4. Enraizamiento de la planta en porcentaje.....	29
4.1.5. Porcentaje de mortalidad.....	29
4.1.6. Costos de producción	32

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	34
5.2. Recomendaciones.....	35

CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada.....	37
-----------------------------	----

CAPITULO VIII ANEXOS

Anexo 1.....	42
Anexo 2.....	42
Anexo 3.....	43
Anexo 4.....	43
Anexo 5.....	44
Anexo 6.....	45
Anexo 7.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág
1	Condiciones meteorológica..... 18
2	Análisis de Variancia..... 20
3	Delineamiento experimental para la propagación vegetativa de café arábico (<i>Coffea arabica</i>) en cantón Buena Fe 20
4	Número de brotes en la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el Cantón Buena Fe. 26
5	Número de raíces en la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el Cantón Buena Fe. 27
6	Longitud de raíces en la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el Cantón Buena Fe. 28
7	Promedio de porcentaje de enraizamiento la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el Cantón Buena Fe. 29
8	Promedio de porcentaje de la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el Cantón Buena Fe. 30
9	Análisis económico en la propagación vegetativa de café nacional (<i>Coffea arabica</i>) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB EN el Cantón Buena Fe. 32

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arabica*), con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe, empleando un diseño completamente al azar con cinco repeticiones para cada tratamiento.

Los tratamientos fueron: T0 Sin hormonas; T1 2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB; T2 4000 mg kg⁻¹ ANA + 4000 mg kg⁻¹ AIB; T3 6000 mg kg⁻¹ ANA + 6000 mg kg⁻¹ AIB; y cinco repeticiones, se empleó DBCA, se evaluó las variables: números de brotes, números de raíz, longitud de la raíz, porcentaje de enraizamiento, porcentaje de mortalidad y costo de planta por tratamiento.

A los 45, 52 y 60 días se evaluó las variables; números de brotes, números de raíz, longitud de la raíz, porcentaje de enraizamiento, porcentaje de mortalidad aplicando la Prueba de Tukey ($p \geq 0.05$), para determinar las diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

En general la mejor resultado se obtuvo en la concentración T1 con 2000 mg kg⁻¹ AIB + 2000 mg kg⁻¹ ANA fue el mejor en número de raíces 15,55; longitud de raíces 13,80 cm; el porcentaje de enraizamiento de 80 % y porcentaje de mortalidad de 20% superando al testigo y al resto de tratamientos, y también con 62 % de rentabilidad; por lo tanto se puede propagar vegetativamente café aplicando 2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB.

ABSTRACT

In this paper vegetative propagation of national coffee (*Coffea arabica*) was evaluated with the use of hormone NAA and IBA rooting in the canton Buena Fe, using a completely randomized design with five replicates for each treatment.

The treatments were: T0 No hormonas; T1 ANA 2000 mg kg⁻¹ + 2000 mg kg AIB; T2 ANA 4000 mg kg⁻¹ + 4000 mg kg AIB; T3 ANA 6000 mg kg⁻¹ + 6000 mg kg AIB; outbreaks numbers, numbers of root, root length, rooting percentage, percentage of plant mortality and cost per treatment: five repetitions, DBCA was used, the variables are evaluated.

At 45, 52 and 60 days was assessed variables; outbreaks numbers, numbers of root, root length, rooting percentage, percentage mortality applying the Tukey test ($p \geq 0.95$) to determine significant differences between the means of treatments.

In general, the best result was obtained in the concentration T1 with 2000 mg kg AIB⁻¹ + 2000 mg kg ANA was the best number of roots 15.55; 13.80 cm root length; the rooting percentage of 80% and mortality rate of 20%, exceeding the control and other treatments, and also with 62% return; therefore coffee can propagate vegetatively⁻¹ applying kg 2000 mg 2000 mg kg ANA +⁻¹ AIB.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

I. Introducción

El Ecuador es un país pequeño en territorio, posee una gran capacidad productiva, convirtiéndose en uno de los pocos en el mundo que exporta tipos de café: Arábigo lavado, Arábigo natural y Robusta. Los diferentes ecosistemas, permiten la producción de café a lo largo y ancho del país, llegando a cultivarse inclusive en las Islas Galápagos (Santiana, 2013).

El café ecuatoriano se exporta actualmente a cerca de cincuenta países, entre los cuales se encuentran Estados Unidos, Colombia, España, Chile, Alemania, Italia, Francia, Polonia, Japón, Bélgica, Canadá, Países Bajos, Argentina y Suiza (Santiana, 2013).

En la propagación de plantas de café arábico, la multiplicación asexual es la opción más apropiada, considerando que es una especie de polinización cruzada; es decir, de naturaleza alogámica. Sin embargo, hace falta establecer los métodos apropiados para la propagación vegetativa de los cafetos que sirva de base para una difusión masiva entre los caficultores de la región amazónica ecuatoriana (Romero, 2014).

Algunas alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas son los enraizados, ya que ayudan a la proliferación y formación de un buen sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta, la formación de raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo (Romero, 2014).

Las fitohormonas que aceleran o favorecen el enraizamiento de los esquejes, viene a cubrir la necesidad de producción del material vegetativo, moderadamente se recurre al empleo de auxinas sintéticamente y del mismo

tipo que produce la planta de manera natural en los brotes terminales y al abrirse las yemas. Estas auxinas estimulan la formación de raicillas, la falta de suficiente producción de hormonas se completa con estimulantes artificiales tales como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftaleno acético (ANA), los mismos que pueden ser aplicados en solución o polvo o en forma pastosa, las cantidades a emplearse son muy pequeñas pues del contrario ocasionarán serios daños (Lema, 2012).

1.1. Problematicación

Reproducción vegetativa o asexual en el cultivo consiste en seleccionar uno o varios árboles con buenas características de producción, sanidad, calidad de fruto y semilla, para reproducirlas por propagación vegetativas que presenten la facilidad de formar raíces y tallos, para crear una nueva planta, garantizando uniformidad genética. Esta situación predispone a que los pequeños y medianos productores, en sus nuevas siembras, no realicen la enjertación de los patrones sembrados en campo. Este hecho conlleva al desarrollo de híbridos de baja productividad, en muchos casos susceptibles a enfermedades como la monilla y la escoba de bruja, que evades consecuencias en la eficiencia y por ende en la rentabilidad del cultivo. Una forma de solucionar la situación planteada anteriormente es la reproducción vegetativa o asexual por medio de la, “Propagación o enraizamiento de esquejes”.

En Ecuador no se ha desarrollado en forma masiva el sistema de propagación por estaca o enraizamiento de esquejes, debido a que tradicionalmente las siembras de café arábica y se está perdiendo en aumentar las hectáreas de cacao fino de aroma, lo que temer que las plantas al lograr su máximo desarrollo se pudieran volcar por acción de los vientos, al no disponer la planta de una raíz pivotante.

1.2. Justificación

La obtención de plantas productivas y vigorosas por los agricultores, siempre ha sido un inconveniente, pues han tratado de seleccionar material de su finca buenas características de producción, obteniendo resultados poco satisfactorios, pues la forma de reproducción sexual (semilla), no ha dado los resultados esperados debido a la alta variabilidad genética no asegura una descendencia de plantas productivas; la reproducción por semilla refleja diversidad en el desarrollo vegetativo de las plantas, grados de resistencia a enfermedades y plagas, forma y tamaño de los frutos y calidad organoléptica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la propagación vegetativa café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en cantón Buena Fe.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la mejor concentración de hormonas (ANA y AIB) en el enraizamiento de café arábico (*Coffea arábica*).
- Determinar cuál de las concentraciones es más eficaz en la formación de raíces adventicias.
- Analizar el número de brotes de los tratamientos con la aplicación de tres dosificaciones de hormonas.
- Establecer el costo de producción de cada planta de café arábico en los tratamientos a evaluar.

1.4. Hipótesis

- La aplicación de ANA y AIB estimularán la mayor formación de las raíces en la propagación de café
- Con la aplicación de dosis de 2000 mg kg^{-1} ANA y AIB en la investigación, se obtendrá plantas a bajo costo de producción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Categorías fundamentales

2.1.1. Generalidades Café (*Coffea arábica*)

El café pertenece a la familia botánica Rubiáceae, la cual tiene unos 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría son árboles tropicales y arbustos que crecen en las partes bajas de los bosques. Otros miembros de la familia incluyen las gardenias y plantas que producen quinina y otras sustancias útiles pero el *Coffea* es el miembro más importante de la familia económicamente hablando (Quezada, 2009).

Los cafetos del género *Coffea*, son de origen africano, actualmente son conocidas más de cien especies de *Coffea*, de las cuales básicamente dos son las cultivadas, *C. arábica* L. y *C. canephora* P, Aproximadamente el 75%, de la producción mundial corresponde a *C. arábica*. La especie *C. canephora* como todas las otras especies salvajes de *Coffea* es diploide y estrictamente auto incompatibles, por lo tanto las descendencias de *C. canephora* provienen de fecundaciones cruzadas y manifiestan un importante polimorfismo (Meneses, s.f.).

2.1.2. Clasificación taxonómica

La siguiente clasificación taxonómica: (Aulima, 2012).

Reino: vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Asteridae

Orden: rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: arábica

2.1.3 Descripción botánica.

Los cafetos son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, con algunas variedades salvajes hasta los 20 m. En las estaciones, con fines de recolección, son podados entre los 2 y 4 m de altura. Posee tronco recto y liso. Se considera un árbol leñoso (Aulima, 2012).

2.1.4. Variedades.

La variedad *Coffea arábica*.- Es la única especie poliploide ($2n=48$) en el género *Coffea*. Es un arbusto que alcanza 3-7 m de altura y posee ramas redondeadas o comprimidas. Su porte es semierguido en la planta joven, pero en pleno desarrollo es horizontal o caedizo (Quezada, 2009).

El café variedad *Coffea canephora* es originaria de África, y se da en la mayoría de los países africanos y asiáticos, aunque se ha ido introduciendo también en algunos países americanos como Brasil o Ecuador. Se adapta a condiciones de altitud inferiores a los 700 msnm, necesita mucha agua y una alta temperatura (García, 2008).

En el Ecuador, se produce en las provincias de Orellana, Sucumbíos, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar y Morona Santiago (García, 2008).

El café robusta es diploide ($2n=22$) además es autoincompatible, es decir que el óvulo no puede fertilizarse con su propio polen y 10 requiere polinización cruzada. Las plantas de estas especies son pequeños árboles vigorosos, de altura variable pudiendo alcanzar hasta los 12 metros. Los árboles de Robusta pueden ser monocaulares (un solo tallo productivo) o multicaules (varios tallos productivos) (Guilcapi, 2009).

2.2. Método de propagación del cafeto

En la especie *Coffea arábica* normalmente se propaga por semillas ya que la fecundación de la flor ocurre por autopolinización y se mantienen las características de la variedad sobre 90 %. En el caso de las especies *Coffea canephora* var. *Robusta* la polinización es cruzada lo que implica una alta variabilidad en el tipo y en la producción de las plantas obtenidas por semilla. Si se desea obtener plantas similares genéticamente a la variedad se hace necesario propagarlas por métodos asexuales (Monroig, s.f.).

2.2.1. Propagación vegetativa.

El medio en el cual los esquejes son puestos a enraizar es de vital importancia. Los propagadores deben reunir características que eviten cualquier desecación en los esquejes. Un propagador es una construcción que evita la pérdida del agua del medio que rodea a los esquejes, su función es similar al de un almacigo o invernadero, pues ambos, propician las condiciones ambientales adecuadas, para la germinación y establecimiento de las plántulas o para el enraizamiento de las estacas (Vivanco, 2008).

Hay propagadores con sistemas de aspersión de alto costo que regulan automáticamente la frecuencia y la intensidad de la aspersión, con control de luz y humedad. Sin embargo, la humedad también se puede controlar de manera sencilla en un compartimento, a modo de pecera, que tenga una tapa transparente para permitir el paso de la luz y evitar la pérdida de la humedad; en el fondo del compartimento se colocan los soportes que escojas para el medio de enraizamiento. Adicionalmente se debe reducir la insolación del dispositivo y dar aspersiones manuales periódicas (Vivanco, 2008).

El método óptimo de la propagación también se le considera como reproducción asexual. Se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, Tejidos u órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las zonas de abscisión tienen que ser precisas (Vivanco, 2008).

En virtud de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de la planta tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones que le permiten desarrollarse en un órgano vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora. Con base a la potencialidad presente en la naturaleza en lo que respecta a la propagación vegetativa de las plantas, se han desarrollado métodos de propagación inducida, cuya complejidad va desde las tecnologías más rusticas hasta los métodos más tecnificados (Vivanco, 2008).

2.2.2. Técnicas que promueven la propagación

El tiempo requerido en ausencia de luz para que los brotes sean adecuadamente etiolados, según reportan varios investigadores, es variable. En promedio se ubica entre 3 y 8 semanas (Aguilera, 2007),

2.2.3. Propagación por esquejes.

El esqueje es un tipo de propagación (no reproducción) asexual, consiste en separar de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja que posteriormente se coloca en determinadas condiciones favorables que inducen a la formación de raíces, obteniéndose una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Mangiarua, 2008).

La multiplicación por esquejes consiste en originar una planta completa a partir de un pequeño trozo de tallo, hoja o una raíz de una planta original. habitualmente son trozos de tallo verde, que se utilizan con más frecuencia para reproducir plantas de interior (Solocannabis, 2007).

2.3. Cascarilla de arroz

Sus principales propiedades físico-químicas se destaca que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición (difícil degradación), es liviano (baja densidad), de alto volumen, de buen drenaje y buena aireación. Para mejorar

la retención de humedad de la cascarilla, se debe quemar parcial, entre la misma (Basaure, 2006).

2.4. Efecto de las auxinas sobre las raíces

Las raíces adventicias (raíces que se originan de tejido no radical) pueden surgir en una serie de localizaciones tisulares a partir de grupos de células maduras que renuevan su actividad de división celular. Estas células en división se convierten en meristemos apicales de la raíz de modo análogo a la formación de las raíces laterales. En horticultura el efecto estimulador de la auxina en la formación de raíces adventicias ha sido utilizado con éxito en la propagación vegetativa por esquejes (Taiz, 2006).

2.4.1 Hormonas para el enraizamiento

Con plantas superiores la regulación y la coordinación del metabolismo, el crecimiento y la morfogénesis suele depender de señales que van de una parte a otra de la planta, mismas que producen moléculas de señalización (llamadas hormonas) que tienen funciones importantes en el desarrollo a concentraciones tremendamente bajas. Hasta hace muy poco se creía que el desarrollo vegetal estaba únicamente regulado por cinco hormonas: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, ácido abscísico y etileno (Taiz, 2006).

2.4.2. Inducción del enraizamiento

Es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladores de crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalacético (ANA), (Vivanco, 2008)

Todos estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de los esquejes. La función de las auxinas en la promoción del

enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de los esquejes, entre otros aspectos. Un método sencillo es la aplicación de la hormona por remojo de la base de las estacas (de 2 -3cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxinas (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales. (Vivanco, 2008)

2.4.3. Auxinas

Las funciones de las auxinas son: dominancia apical, aumentar el crecimiento de los tallos, promover la división celular en el cambio vascular y diferenciación del xilema secundario, estimular la formación de raíces adventicias, estimular el desarrollo de frutos, fototropismo y promover la división celular (Fcien.edu.uy, 2008).

Las auxinas debido a esta capacidad de incentivar la reproducción celular, puede esperarse que si se incrementa la cantidad de auxinas en la zona del corte de la estaca, que luego será enterrada, se facilitará la rápida generación de raíces. No obstante, aunque en la mayoría de los casos el tratamiento con auxinas favorece el rápido enraizamiento, en otros casos no tiene efecto alguno, o incluso se convierte en un impedimento a la supervivencia de la estaca (Meneses, s.f.).

La auxina ocupa un lugar destacado al hablar de hormonas de vegetales porque fue la primera hormona descubierta en plantas. Existen diversos procesos de desarrollo controlados por las auxinas: como la elongación del tallo, la dominancia apical, la iniciación radical, el desarrollo del fruto y el crecimiento orientado o trópico (Taiz, 2006).

2.4.4. Hormonagro 1

Es un regulador fisiológico para las plantas y afecta los puntos de crecimiento en diferentes procesos. Está compuesto por una fitohormona del grupo de las

auxinas (alfanatalenacético). Es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas. Su composición es 0, 40% de A.N.A. (Colinagro, 2007).

Según Colinagro se recomienda aplicar para la emisión de raíces en, estacas, para el enraizamiento de acodos y esquejes en una dosis de 1 g/l (agua).

2.4.5. Ácido Indolbutírico

El uso es relativamente reciente, y a cada momento se publican resultados en todas partes del mundo de pruebas experimentales desarrolladas en el enraizamiento de esquejes con el uso de esta hormona, para el enraizamiento la más universalmente utilizada hasta hoy es el AIB, que se vende comúnmente para su uso doméstico como un polvo blanco con diferentes concentraciones, que van desde 100 ppm (partes por millón) hasta 1000 ppm y más. Su composición es 99% de I.B.A. (INABAR).

El mismo autor considera que la concentración se AIB es muy amplia dependiendo de cada especie; en los casos donde no se tenga información sobre la utilidad del uso de auxinas, así como su concentración, lo mejor es tratar de enraizar diferentes estacas con diferentes concentraciones y además utilizar algunas sin auxinas como testigos (INABAR).

2.5. Elección y manejo de la planta madre.

Las plantas madres deben ser vigorosas, sanas y estar sujetos a un buen manejo para asegurar la producción de esquejes de fácil enraizamiento (Vivanco, 2008).

El mejoramiento y la selección del café han proseguido en dos cauces principales: Uno, ha sido la selección de razas locales sobresalientes, en los diversos países donde el café se cultiva; el otro, el mejoramiento del café arábigo y las otras especies (Vivanco, 2008).

2.6. Trabajos desarrollados en propagación vegetativa.

Realizó una investigación con el propósito de desarrollar un sistema operativo de propagación vegetativa para *Gmelina arborea* Roxb., en este estudio evaluó el efecto de la concentración de ácido indolbutírico (AIB) en la capacidad de enraizado de diferentes tipos de estacas juveniles de esta especie. En el ensayo se incluyeron tres tipos de estaca (apical, intermedia y basal) y cuatro concentraciones de AIB (0, 1.0, 1.5 y 2.0 mg g⁻¹), en un diseño factorial completo; evaluó el contenido inicial de azúcares totales en los tres tipos de estaca, así como su capacidad de enraizado, brotación y características de las raíces formadas. Las estacas apicales mostraron mayor capacidad de enraizado (71.8 %) y brotación (54.9 %) que las estacas basales (43.7 y 38.3 %, respectivamente), y formaron 30 % más de raíces. La aplicación de AIB inhibió la capacidad de enraizado en las estacas apicales, pero la estimuló en las estacas intermedias y basales; el mayor porcentaje de enraizado se obtuvo en las estacas apicales sin AIB (80 %) y en las intermedias con 2.0 mg g⁻¹ de AIB (83 %), (Vargas, 2005).

Trabajo en Chile sobre la propagación vegetativa de *Berberidopsis corallina* es una especie endémica de Chile “en peligro de extinción”. Para la propagación vegetativa se colectaron estacas semileños. Las estacas cosechadas se trataron con ácido indolbutírico (AIB) en distintas concentraciones (0, 500, 1.000 y 1.500 mg L⁻¹) como factor de enraizamiento. Después de cinco meses de mantenidas las estacas en cama caliente se obtuvo un 87% de enraizamiento total. La concentración de AIB de 1.000 mg L⁻¹ mostró los mejores resultados respecto al proceso de rizogénesis con un 90% de enraizamiento. Además se encontró el mayor promedio de longitud de raíces en este mismo tratamiento con un promedio de 13,64 cm. El mayor número de raíces se obtuvo en el tratamiento 1.500 mg L⁻¹ con un valor promedio de 38,11 raíces por estaca (Latsague, 2008),

Trabajo en la propagación vegetativa del efectos de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum*), la interpretación de los resultados y evidencias experimentales se concluye que el tratamiento que logró el promedio más alto de número y longitud de raíces fue el T5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 5.32 y 6.52 respectivamente. El promedio del porcentaje de sobrevivencia estuvo entre 61,91 y 97 %. El porcentaje promedio más alto de enraizamiento fue el observado en el tratamiento T9 (3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 74,43%. Los mejores tratamientos para número de brotes fue el T8 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg Kg⁻¹ AIB más arena) y para la longitud el T3 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 0,54 y 1,47 respectivamente. El tratamiento que obtuvo la mejor rentabilidad fue el T2 (testigo en tierra) con 96.62 % de rentabilidad (Carranza, 2012).

El objetivo principal de esta investigación fue “Establecer la metodología para propagar vegetativamente el Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) con la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indolbutírico (AIB) estimuladores de enraizamiento”. Esta investigación se la realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). El material vegetativo se obtuvo de los viveros de la finca experimental “La Represa”, propiedad de la UTEQ.

Los mejores tratamientos para el enraizamiento del Fernansánchez con las auxinas (ANA y AIB) se obtuvieron en las concentraciones de 1000 mgkg⁻¹ ANA + 1000 mgkg⁻¹ AIB para la longitud de la raíz mayor con 17.67 cm promedio, para el número de raíces la concentración de 500 mgkg⁻¹ ANA y + 500 mgkg⁻¹ AIB con 5 raíces promedio, en sobrevivencia la concentración de 500 mgkg⁻¹ ANA + 500 mgkg⁻¹ AIB con 9.33 % promedio y la concentración de 1000 mgkg⁻¹ ANA +1000 mgkg⁻¹ AIB para el vigor con e100% promedio. Para el vigor 2.890 equivalente a 3, promedio en categoría (Acosta, 2006).

En el estudio: Evaluación de eficiencia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de Ramillas de Café Robusta (*Coffea canephora*), en

vivero, cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, obtuvo los siguientes resultados: El mayor porcentaje de prendimiento a los 60 días y 180 días lo obtuvo la interacción Hormonagro + Cascarilla de café+ humus, tierra de sitio y tierra de huerto con 96,67 y 96,77% respectivamente. En la altura de planta Bioplus muestra superioridad con valores de 2,16 y 10,65 cm. A los 60 y 180 respectivamente. En el número de hojas Bioplus obtuvo el mayor promedio en todas las evaluaciones llegando a 9,94 en el día 180. En cuanto a la longitud de la raíz, peso de raíz y mayor número de raíces lo presentó Hormonagro con 15,53 cm., 9,06 gr. y 6,03 respectivamente (Lema, 2012).

Trabajo realizado en enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (*Coffea canephora*), realizado en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, se propuso como objetivos: - Obtener plantas de café variedad Robusta *Coffea canephora* mediante la multiplicación por esquejes. - Establecer la hormona y dosis adecuada para la inducción de raíces en esquejes de café *Coffea canephora* (Arroyo, 2013).

Determinar el mejor sustrato para el enraizamiento de esquejes de café *Coffea canephora*. Del análisis de los datos obtenidos se concluyó que: a) El sustrato aserrín, al presentar mortalidad total de esquejes debe ser investigado en cuanto a su composición y utilización como medio de enraizamiento. b) La variable porcentaje de enraizamiento fue influenciada significativamente por el factor sustrato arena que presentó el mayor porcentaje de enraizamiento, con un promedio de 83.33%, c) La variable longitud de raíz fue afectada por el sustrato arena y la aplicación de 12 g/l de hormonagro1 por presentar los mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de raíces, obteniendo mayor longitud de raíz (7.77 cm). d) Con respecto a la variable número de yemas brotadas se produjo los mejores resultados aplicando 16 g/l de hormonagro1 en el sustrato arena obteniendo como promedio 1.97 yemas. e) La variable longitud de yemas brotadas fue influenciada por la interacción del sustrato arena y la aplicación de 12 g/l de hormonagro 1 por ser la dosis que mostro los mejores resultados con un promedio de 2.27 cm de longitud de yemas brotadas (Arroyo, 2013).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento.

La presente investigación se realizó en la propiedad del señor Lorenzo Zamora, ubicada en la parroquia Cuatro Mangas del Cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, situado geográficamente a 1° 2' 30" de Latitud Sur y 70° 20' 30" de Latitud Oeste, a una altura d 85 msnm, de clima tipo Subtropical, con una temperatura promedio de 25°C y una humedad relativa del 84%.

3.2. Condiciones meteorológicas

En el cuadro se presentan las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizara la investigación.

Cuadro 1. Datos meteorológicos del Cantón Buena Fe.

Parámetros	Promedios
Precipitación media anual (mm)	2069
Temperatura media anual (°C)	25
Humedad relativa (%)	84,1
Altitud. Msnm	82
Heliofanía (hora-luz-año)	692,3
Topografía	regular

FUENTE: Estudio Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (2014)

3.3 Materiales y equipos

3.3.1 Material de Laboratorio

- Platillo
- Pipeta
- Frasco
- Espátulas
- Balanza
- Refrigeradora

3.3.2 Materiales de Campo.

- Tijeras
- Fundas plásticas
- Navaja de poda
- Tierra del cultivo
- Piola
- Palillo

3.3.3. Material Vegetativo.

- Ramilla de café arábico (*Coffea arábica*)
- Reactivos.
- Ácido Indol Butírico (AIB)
- Ácido Naftaleno Acético (ANA)
- Talco
- Alcohol

Otros.

- Calculadora
- Computadora
- Papel
- Lápiz
- Cámara fotográfica

3.4 Métodos científicos

3.4.1. Tratamientos

Se emplearon tres concentraciones hormonales: ácido indol butírico (AIB) y ácido naftaleno acético se detalla a continuación:

T0 = Sin Hormona

T1 = 2000 mg./ kg⁻¹ ANA y AIB

T2 = 4000 mg./ kg⁻¹ ANA y AIB

T3 = 6000 mg./ kg⁻¹ ANA y AIB

3.4.2. Análisis de varianza

Se aplicó un diseño completamente al azar DBCA, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada repetición en 15 esquejes. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia para establecer la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleara la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza para la propagación vegetativa de café arábico (*Coffea arabica*) en cantón Buena Fe.

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Repeticiones	(r – 1)	4
Tratamientos	(t – 1)	3
Error Experimental	(t – 1) (r – 1)	12
Total		19

3.4.3. Delineamiento experimental.

Cuadro 3. Delineamiento experimental para la propagación vegetativa de café arábico (*Coffea arábica*) en cantón Buena Fe 2014.

Tratamientos	4
Repeticiones	5
Largo de la bloque cm	30
Ancho de bloque cm	45
Distancia entre bloque cm	50
Número de plantas por bloque	15
Plantas útiles	12
Superficie total del ensayo m ²	16

3.4.4. Variables a evaluar

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (cuadro 2) y se estableció la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

- a. Números de brotes
- b. Número de raíces.
- c. Longitud de raíces.
- d. Porcentaje de enraizamiento
- e. Porcentaje de mortalidad.
- f. Costos de las plantas.

3.4.5. Diseño experimental.

En la presente investigación se utilizó 4 tratamientos, 5 repeticiones y 15 esquejes por cada repetición en los cuatro tratamientos fueron 300 esquejes utilizados.

3.5. Datos registrados y método de evaluación

Con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos en estudio se tomaron los siguientes datos:

3.5.1. Número de raíces.

Para conocer el número de raíces de los esquejes se contó el número de raíces a los 45, 52 y 60 días que se estableció el experimento.

3.5.2. Longitud de raíces.

Se registró a los 45, 52 y 60 días de edad, para la cual se tomó la longitud en centímetros desde el cuello de la estaca hasta el ápice terminal de la raíz.

3.5.3. Números de brotes.

Se contó los números de brotes a los 45, 52 y 60 días establecido del experimento.

3.5.4. Enraizamiento de la planta en %.

Se la considero a partir de los 45 días de iniciado el ensayo. En esta variable se contó todas las raíces que se formaron en cada estaca por su prendimiento.

3.5.5. Porcentaje de mortalidad.

Este dato se lo expresó en porcentaje y se lo registro a partir de los 45 días del implante considerando todas las estacas vivas.

3.5.6. Costos de plantas.

Para el costo de cada planta en cada tratamiento, se tomó en cuenta los gastos generados por cada uno de los rubros que interviene en la implementación y desarrollo del experimento, obteniendo por separado cada

uno de los costos/rubro /enraizada, que al ser sumados (para cada tratamiento) determinaran los costos fijos o parciales por planta, para cada tratamiento en estudio. Para obtener el costo real de las planta en cada una de las variables en estudio así como para cada tratamiento (inclusive las repeticiones), se sumara al costo parcial o fijo un porcentaje del mismo, igual a la diferencia del porcentaje de plantas sobrevivientes entre 100 (que representa las plantas perdidas) de cada uno de los tratamientos.

3.6. Manejo del experimento

- Selección del material vegetativo

Se utilizó ramilla de planta de café arábico, los mismos que tienen como características: Alta producción y tolerancia a las principales enfermedades.

3.7. Construcción de umbráculo

Para reducir la intensidad luminosa y poder controlar la temperatura se construyó un umbráculo de 2 x 5m, con una estructura de caña y un sarán que permite el 20% de paso de luz

3.8. Sustrato empleado

El sustrato empleado para el enraizamiento de café será tierra más tamo de arroz quemado (1:1), el mismo que se colocó en fundas de polietileno de color negro con dimensiones de 10 x 20 cm., perforadas.

3.9. PREPARACIÓN DE LOS POLVOS ENRAIZANTES

Para preparar los polvos enraizantes se procedió a pesar 30 g. de talco y las diferentes concentraciones de ANA y AIB, una vez pesado el contenido de las hormona será diluida nitrato de amonio y con alcohol al 75% en un vaso de

precipitación con la ayuda de una espátula, mezclamos bien hasta lograr formar una masa añadiendo más alcohol según sea necesario, luego se mezcla las hormonas para sus respectivas dosis, una vez mezclado se colocó en su recipiente, este se lo coloco en un lugar que lleguen los rayos solares y se lo deja por un día.

Las ramillas de café una vez cortadas, inmediatamente se las coloco en un recipiente con agua para evitar que se deshidraten. Las ramillas terminales en "abanico" se cortaron usando el criterio de madurez o edad de la madera y se denominaron ramas "jóvenes" y se caracteriza por tener tallos de color verde claro, sin presentar manchas marrones; con hojas suaves, también de color verde claro y tierno. De estas ramas, se prepararon estacas, de la manera siguiente: Cada rama se cortó en secciones o estacas de tallo de unos 15 cm. de largo, a las cuales se les dejo de una a tres hojas, el resto de ellas, se las cortó por la base de sus pecíolos.

Las estacas de cada tratamiento se introdujeron unos 0.5 -1.0 cm. de la base en las soluciones de desinfectante, combinadas de ANA y AIB e inmediatamente fueron colocadas en el sustrato de enraizamiento hasta una profundidad de 3 a 4cm, una estaca por funda, finalmente se cubrió con plástico el umbráculo a esperar los 45 días para registrar las variables a evaluar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

Con la aplicación de los polvo enraizadores ANA y AIB se demostró que esta hormona influye significativamente en la presente investigación que tiene como fin proporcionar una alternativa que facilite la disponibilidad de un material de siembra en óptimas condiciones (características deseables, excelente calidad genética y aspecto fitosanitario, etc.), que simplifique la instalación de sistemas de producción con plantas uniformes en su tasa de desarrollo fisiológico, y permita realizar labores de cosecha de manera homogénea.

4.1.1 Número de brotes.

Los valores correspondientes al número de brotes, se tomó a los 45, 52 y 60. En el cuadro 5 se muestra que a los 45, 52 y 60 días si hubo diferencia significativa según tukey al 5% con un Coeficiente de variación es de 4,23 6,58 y 5,21%. Demuestra a los 45 días el T2 (4000 ANA + 4000AIB) muestra deferencia estimada frente al resto de tratamientos.

Se aprecia los 52 y los 60 días T2 (4000 ANA + 4000AIB) muestra deferencia estimada frente al resto de tratamientos.

Cuadro 4. Números de brotes en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Tratamientos		Números de brotes.		
		45 días	52 días	60 días
0	SIN HORMONA	7,30 a	7,27 a	7,66 a
1	2000 ANA+ 2000 AIB mg/kg	8,55 a	8,45 a	8,70 a
2	4000 ANA+ 4000 AIB mg/kg	5,35 b	5,00 b	4,70 b
3	6000 ANA+ 6000 AIB mg/kg	8,45 a	8,51 a	8,76 a
C.V. %		4,23%	6,58%	5,21%

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de tukey ($p \geq 0.95$)

4.1.2. Número de raíces

En el cuadro 6, se muestran los promedios del números de raíces a los 45, 52 y 60, se observaron diferencias altamente significativas con un coeficiente de variación de 8,90; 12,44 y 5,21%. a los 60 días el T3 con 6000 mg kg⁻¹ ANA y AIB alcanzó 15.65 número de raíces, seguido del T1 con 2000 mg kg⁻¹ ANA y AIB obtuvo un promedio de 15.55 número de raíces, T2 con 4000 mg kg⁻¹ ANA y AIB alcanzó el 9,45 número de raíces, y por último T0 (sin hormonas) quien no registro un promedio de número de raíces.

El análisis de varianza para el numero de raíces de estacas de café (*Coffea arábica*), las dosis de hormona ANA + AIB presenta influencia altamente significativa ($p \geq 0.95$), es decir, que los niveles de dosis de ácido Naftalacético (ANA) más ácido indol-3-butírico (AIB) usados influyeron en el número de raíces (cuadro 6). En la mayoría de las especies el uso de las citoquininas y auxina sintética ANA + AIB demostró su efectividad frente a otras auxinas como ácido indol acético (AIA) (Latsague, 2008). Del mismo modo (Vargas, 2005, y Carranza, 2012), determinaron que aplicando ANA + AIB se optimizó notablemente el número de raíces en estacas de otras especies obteniendo de 7 a 15 raíces frente al T0 0,00 raíces en las estacas que no fueron tratadas con ANA + AIB (testigo).

Cuadro 5. Números de raíces en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB EN el cantón Buena Fe.

Tratamientos		Números de raíz		
		45 días	52 días	60 días
0	SIN HORMONA	0,00 c	0,00 d	0,00 c
1	2000 ANA+ 2000 AIB mg/kg	2,80 a	8,40 a	15,55 a
2	4000 ANA+ 4000 AIB mg/kg	0,90 b	6,25 c	9,75 b
3	6000 ANA+ 6000 AIB mg/kg	2,60 a	7,60 b	15,65 a
C.V. %		8,90%	12,44%	5,21%

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de tukey ($p \geq 0.95$).

4.1.3. Longitud de raíces

El cuadro 7. Se muestra el análisis de varianza con diferencias altamente significativa con la prueba de tukey al 95%, en la longitud de raíz promedio por estacas de café (*Coffea arábica*), en la longitud de raíz a los 45, 52 y 60 días.

Promedio debido a las dosis de ANA más AIB. Relación con las comparaciones de medias (cuadro 7 y figura 3) realizadas para la misma variable la dosis que influyó significativamente más fue para T1 (2000 mg kg⁻¹ AIB + 2000 mg kg⁻¹ ANA), produciendo hasta 13,15 cm de longitud de raíz promedio por estaca respectivamente, esta dosis que representa la longitud más larga de raíz, indicaría que a mayores concentraciones de las hormonas ANA más AIB se satisface el alongamiento o crecimiento en longitud; seguido de la dosis (6000 mg kg⁻¹ AIB + 6000 mg kg⁻¹ ANA) también obtuvo una longitud de raíz promedio estadísticamente de 12,80 cm, seguido por el T2 (8,62 cm) y finalmente, T0, con las que no se obtuvo promedio de 0,00 cm.

En la aplicación exógena de auxinas en la base de estacas tuvo un impacto positivo en la longitud de raíces promedio en estacas de morera; asimismo, otras investigaciones en propagación vegetativa de árboles tropicales como Fernansanchez, moral, teca y morera (Acosta, 2006).

Cuadro 6. Longitud de raíces en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe

Tratamientos		Longitud de raíces.		
		45 días	52 días	60 días
0	SIN HORMONA	0,00 c	0,00 c	0,00 c
1	2000 ANA+ 2000 AIB mg/kg	8,30 a	10,15 a	13,15 a
2	4000 ANA+ 4000 AIB mg/kg	2,86 b	5,01 b	8,62 b
3	6000 ANA+ 6000 AIB mg/kg	8,15 a	9,75 a	12,80 a
C.V. %		9,31%	10,73%	4,56%

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de tukey ($p \geq 0.95$).

4.1.4. Enraizamiento de la planta en porcentaje

El análisis de varianza para el porcentaje enraizamiento de estacas café (*Coffea arábica*), el análisis de varianza con diferencias altamente significativa prueba de tukey al 95 % debido a las dosis de ANA más AIB, es decir, que los niveles de dosis de ácido Naptalacetico (ANA) más ácido indol-3-butírico (AIB) usados influyeron en el enraizamiento cuadro 8. En la mayoría de las especies el uso de la auxina sintética AIB demostró su efectividad frente a otras auxinas como ácido indol acético (AIA) y ácido naftalenacético (ANA), (Cerqueda, 2010). Del mismo modo (Latsague, 2008, Villacis, 2003 y Vidal, 2010), determinaron que aplicando ANA + AIB se optimizara el porcentaje de enraizamiento en estacas de café obteniendo de un 56% T2 ; 70% T3 y un 80% T1 frente a 0 % de enraizamiento en las estacas que no fueron tratadas con ANA + AIB (testigo).

Cuadro 7. Promedio de porcentaje de enraizamiento la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Tratamientos		Porcentaje de enraizamiento		
		45 días	52 días	60 días
0	SIN HORMONA	0,00 c	0,00 c	0,00 c
1	2000 ANA+ 2000 AIB mg/kg	90,00 a	90,00 a	100,00 a
2	4000 ANA+ 4000 AIB mg/kg	45,00 b	60,00 b	65,00 b
3	6000 ANA+ 6000 AIB mg/kg	85,00 a	90,00 a	95,00 a
C.V. %		16,54%	9,81%	7,30%

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de tukey ($p \geq 0.95$).

4.1.5. Porcentaje de mortalidad.

Tras el análisis de varianza se determinó la existencia de diferencias significativas ($p \geq 0.95$), en el porcentaje de mortalidad debido a las dosis de ANA Y AIB. En cuanto a la prueba de comparación de medias (Tukey) realizada, el porcentaje de mortalidad que se muestra en el cuadro 9 y es

destacable ya que en general todos las concentraciones utilizados de ANA y AIB ayudan a mantener vivas una alta población de estacas, pero la dosis T2 con 4000 mg kg⁻¹ de AIB obtuvo significativamente el valor mayor de mortalidad de 45%, frente a los otras dosis, T1 con 2000 mg kg⁻¹ de AIB y T3 con 6000 mg kg⁻¹ de AIB con mortalidad similar 20% y 30% respectivamente). No así para el T0 se diferenció de los tratamiento ante mencionado y que fue del 32% plantas muertas y 78% plantas vivas pero sin ningún beneficio ya que no presentaron enraizamiento.

La sobrevivencia de las estacas de café se debió principalmente a la característica de la especie y del medio de enraizamiento ya que la perdida de suministro de agua de las estacas es lenta evitando el estrés fisiológico y por ende el marchitamiento; posiblemente a que se mantuvo una adecuada retención de la humedad al interior de la cámara y buena aireación en el sustrato lo que favoreció la sobrevivencia general de la especie.

En una atmósfera de suelo saturado, particularmente cuando carece de oxígeno, permite las pudriciones y muerte del material vegetativo y por el contrario un riego deficiente permite la marchites de las hojas por pérdida de agua Según (Núñez 1997). Esto confirma lo investigado por Acosta (2006), quienes mencionan que estudios realizados en fernansanchez y moral fino individualmente tuvieron igual porcentaje en estas especies.

Cuadro 8. Promedio de porcentaje de la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arabica*) con el uso de hormonas estimulante del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Tratamientos		Porcentaje de mortalidad		
		45 días	52 días	60 días
0	SIN HORMONA	15,00 a	6,25 a	10,00 a
1	2000 ANA+ 2000 AIB mg/kg	10,00 a	10,00 a	0,00 a
2	4000 ANA+ 4000 AIB mg/kg	55,00 b	40,00 b	35,00 b
3	6000 ANA+ 6000 AIB mg/kg	15,00 a	10,00 a	5,00 a
C.V. %		66,16%	63,38%	50,61%

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de tukey ($p \geq 0.95$).

Según los resultados que muestra el análisis de varianza que las hipótesis se aprueban. “La aplicación de ANA y AIB estimula la mayor formación de raíces en la propagación de café”, porque en los tres tratamientos que se empleó las hormonas tuvieron enraizamientos del 93%; 90% y 56%, el tratamiento que no se utilizó hormonas obtuvo un 0.00% de enraizamiento.

La segunda hipótesis, “Con la aplicación de la dosis de 2000 mg kg⁻¹ ANA y AIB en la investigación se obtendrán plantas a bajo costo de producción.” El cuadro 10. Costo de producción muestra que el T1 (2000 mg kg⁻¹ ANA y AIB) respectivamente es el menor costo de producción frente al resto de los tratamientos, con un costo total de \$ 7.56; costo unitario por planta de \$ 0,13; precio de venta en el mercado de \$ 0.25, total de ingresos de \$ 15.00; obteniendo una beneficio neto de \$ 7,44; una relación beneficio costo de \$ 1,98 esto indica que por cada dólar que venda gana \$ 0,98 de rentabilidad.

4.1.6. Costos de producción.

Cuadro 9. Costo de producción en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*Coffea arabica*) utilizando enraizados ácido naftalacético y ácido indolbutírico en cantón Buena Fe.

RUBROS	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
	USD	USD	USD	USD
Hormona ANA		0,15	0,22	0,33
Hormona AIB		0,15	0,22	0,33
Alcohol		0,17	0,17	0,17
Material vegetal		0,12	0,12	0,12
Fungicida Vitavax	0,10	0,10	0,10	0,10
Tamo de arroz	0,50	0,50	0,50	0,50
fundas	0,20	0,20	0,20	0,20
Pala	0,04	0,04	0,04	0,04
Machete	0,01	0,01	0,01	0,01
tina	0,01	0,01	0,01	0,01
Tijera de podar	0,03	0,03	0,03	0,03
Plástico transparente	0,75	0,75	0,75	0,75
cañas	0,16	0,16	0,16	0,16
piola	0,01	0,01	0,02	0,01
Guantes	0,20	0,20	0,20	0,20
Jornales	5,00	5,00	5,00	5,00
COSTO TOTAL USD/T	7,00	7,56	7,69	7,91
Plantas Vivas	52	60	25	48
Costo unitario por planta USD	0,13	0,13	0,31	0,16
Precio de venta en el mercado USD	0,25	0,25	0,25	0,25
Total de ingresos USD	13,00	15,00	6,25	12,00
Beneficio Neto USD	6,00	7,44	-1,44	4,09
Relación beneficio costo USD	1,86	1,98	-0,86	1,52

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- ✓ El tratamiento T1 (2000 mg kg⁻¹ AIB + 2000 mg kg⁻¹ ANA) fue el mejor en número de raíces 15,55; longitud de raíces 13,80 cm; el porcentaje de enraizamiento de 80% y porcentaje de mortalidad de 20% superando al testigo y al resto de tratamientos.
- ✓ No fue necesaria la utilización de sombra de sarán, si la instalación de un túnel de plástico transparente para reducir la actividad fotosintética y en consecuencia, las temperaturas aéreas, a fin de mantener la humedad relativa interna y de esta forma lograr un 80% de enraizamiento a excepción del testigo que fue de ,00%
- ✓ El café nacional (*Coffea arábica*), requiere de reguladores de crecimiento para inducir formación de raíces, sin embargo, las concentraciones de 2000 mg kg⁻¹ ANA y AIB, usadas en este estudio permitieron esclarecer la dosis más adecuada, para obtener producción con plantas uniformes en su tasa de desarrollo fisiológico, y permita realizar labores de cosecha de manera homogénea.
- ✓ En cuanto a la relación beneficio costo (B/C), el tratamiento con mayor rentabilidad fue el T1 (2000 mg kg⁻¹ AIB + 2000 mg kg⁻¹ ANA) con 98%.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Emplear para la propagación de estacas con hormonas la concentración: (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB).
- ✓ Como existe muy poca información de este tipo de propagación vegetal en el cultivo de Café (*Coffea Arábica*) entre los agricultores, recomiendo dar a conocer e impulsar su uso, ya que los beneficios que presenta brinda mejores alternativas de propagación.
- ✓ Continuar con las investigaciones, aplicando ensayos en otras localidades, para comprobar los resultados.

CAPÍTULO VI.

BIBLIOGRAFIA

6.1. Bibliografía

- Acosta (2006). Propagación Vegetativa de *Triplaris guayaquilensis* (Fernansánchez) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB). Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniería Forestal., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 54p.
- Aguilera, 2007). Ernst, 1999; Rodríguez, 2003; De los Santos, 2001; Velho Da Silveira *et al.* 2004; Universidad de Cuenca
- Alulima (2012). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis. El manejo del café(*coffea arabica*) Pag.15
- Arroyo (2013). Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (*Coffea canephora*). Tesis de Ing. Agrónomo. UTA. 117p.
- Basaure (2006). Cascarilla de arroz: consideraciones al compostar. (en línea). Santiago, CL. Consultado 2 marz. 2014. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/16663.html>
- Colinagro (2007). Ficha técnica: Hormonagro 1. Regulador Fisiológico. Fitohormona promotora de la formación de raíces. (En línea). Consultado 18 oct. 2012. Disponible en: <http://www.colinagro.com/index.php/productos/18-galeria/165-hormonagro-1>
- Carranza (2012). Efectos de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*piper nigrum*). Tesis de grado Investigativo previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Ecuador.

Fcién.edu.uy. (2008). Hormonas vegetales: reguladores de crecimiento y desarrollo. 2008. (en línea). Consultado el 27 de marz. 2015. Disponible en: http://bmv.fcién.edu.uy/clases/hormonas_2008.pdf

García (2008). Programa de desarrollo de proveedores para la comercialización del café. (en línea). Tesis Ing. Ind. Oaxaca, MX. Universidad Tecnológica de los Mixteca. 30p. Consultado el 20 Feb. 2013. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10691.pdf

García, E. y A. Menéndez. Embriogénesis somática a partir de explantes foliares del cafeto 'Catimor'. *Café Cacao The* 31(1):15-22. 1987.

Guilcapi (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café variedad cuturra a nivel de vivero. (en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 95p. Consultado 21 dic. 2012. Disponible en: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627 GUILCAPI%20DANILO.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627%20GUILCAPI%20DANILO.pdf)

INABAR (s.f.). Hormonas de enraizamiento: A.I.B. (Ácido indolbutírico). (En línea). Consultado el 27, marzo. 2015. Disponible en: <http://www.inabar.com/>

INIAP (2014.) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Latsague (2008). Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. *BOSQUE* 29: 227-230.

Lema (2011). Evaluación de la eficacia de seis enraizadores en la propagación de por esquejes de tres cultivares de Hypericum (HYPERICUM S.P.) Tesis Ing. Agrónomo Riobamba. Facultad de recursos naturales. Escuela Politécnica de Chimborazo. Pag 2. Consultado 5. Marzo. 2015.

Mangiarua (2008). Como hacer un esqueje. (en línea). Consultado 28 feb. 2013. Disponible en: <http://bonsai-baires-esquejes.blogspot.com/>

Meneses, s.f. Cultivo de café. (en línea). Consultado 5 marzo. 2015. Disponible en: <http://es.scribd.com/amenesesh/d/44171151-Tesis-Ferti-Cafe>

Monroig (s.f.). Ecos del café: manual para la propagación del cafeto en Puerto Rico. (en línea).PR. Consultado 20 Feb. 2015. Disponible en:<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id48.htm>

Quezada (2009).Validación de una método de análisis para acratoxina a en café verde, utilizando columnas se inmunoafinidad y cromatogramas liquidas de alta resolución.(enlínea).TesisIng.Agr.Riobamba,EC. EscuelaPolitécnicaDeChimborazo.87p.Consultado2dic.2012.Disponibleen: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/215/1/56T00189.pd>

Romero (2014). “Efecto e sustratos orgánicos en la propagación clonal de café robusta en Lago Agrio- Sucumbíos”. Universidad Nacional de Loja; Tesis en Administración y Producción Agropecuaria .Pág. 7-8. Consultado el 5 de marzo. 2015.

Tiaz (2006). Fisiología Vegetal. Los Ángeles, US. Universidad Jaume. p. 664-669; 856-870. Consultado: 5-marz-2015 <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1138/1/T-UCE-0004-4.pdf>

Santiana (2013), Proyecto de factibilidad para creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de café molido Lojano en la Ciudad Quito. Universidad Politecnica Salesianasede Quito Tesis.pag10 <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5237/1/UPS-QT03693.pdf>

Solocannabis (2007). "Propagación por esquejes" Disponible en: <http://www.solocannabis.com/modules.pp?name=Content&pa=showpage&pid=58%20>. Consultado: 2010-06-21 Central de Venezuela. 1985. 110 p

Vargas, J. 2005. Efecto del Ácido Indolbutírico (AIB) y tipo de estacas en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 28: 319 – 326.

Vivanco (2008). Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum (hipericum ssp)*. (en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 135p. Consultado 23 dic. 2012. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/361/1/13T0656%20VIVANCO%20JULIO.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la variación de número de brotes en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Días	Ggrados de libertad			suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
	45	52	60	45	52	60	45	52	60	45	52	60
							13,98	30,31		0,0		
TRATAMIENTOS	3	1,107	1,400	1,936	26,303		1	2	0,00	0	0,00	
ERROR	16	0,224	0,534	0,341								
TOTAL	19	1,332	1,934	2,277								
CV%		4,23%	6,58%	5,21%								

Anexo 2. Análisis de la variación de números de raíces en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Días	Grados de libertad			suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
	45	52	60	45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	4,100	16,731	36,425	93,027	69,755	158,586	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ERROR	16	0,235	1,279	1,225								
TOTAL	19	4,335	18,01	37,650								
CV%		8,90%	12,44%	9,30%								

Anexo 3. Análisis de la variación de longitud de raíz en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Días	Grados de libertad	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
		45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	17,307	19,697	29,596	150,229	105,348	618,807	0,00	0,00	0,00
ERROR	16	0,614	0,997	0,255						
TOTAL	19	17,922	20,694	29,851						
CV%		9,31%	10,73%	4,56%						

Anexo 4. Análisis de la variación de enraizamiento en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Días	Grados de libertad	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
		45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	248,010	262,066	286,575	71,663	193,022	346,513	0,00	0,00	0,00
ERROR	16	18,457	7,241	4,411						
TOTAL	19	266,468	269,307	290,986						
CV%		16,54%	9,81%	7,36%						

Anexo 5. Análisis de la variación del porcentaje de mortalidad la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe

	Grados de libertad	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
Días		45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	80,238	66,454	91,620	4,074	5,422	24,237	0,00	0,00	0,00
ERROR	16	105,049	65,366	20,161						
TOTAL	19	185,287	131,37	111,781						
CV%		66,16%	63,38%	50,61%						

Anexo 6. Figuras

Figura 1. Números de brotes en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*Coffea arabica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

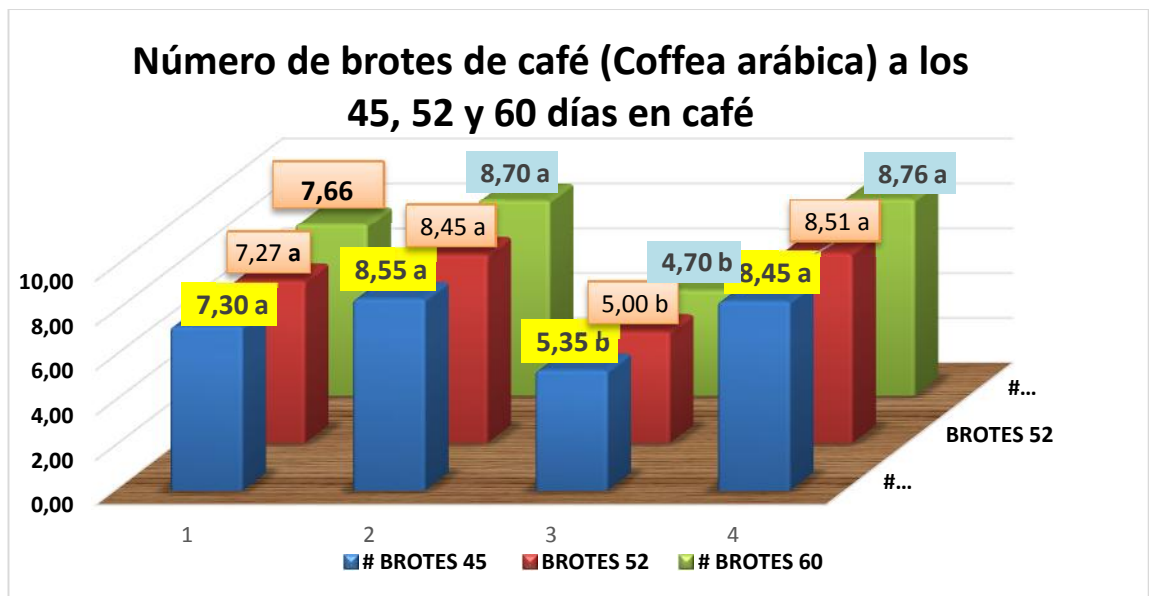


Figura 2. Números de raíces en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*Coffea arabica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

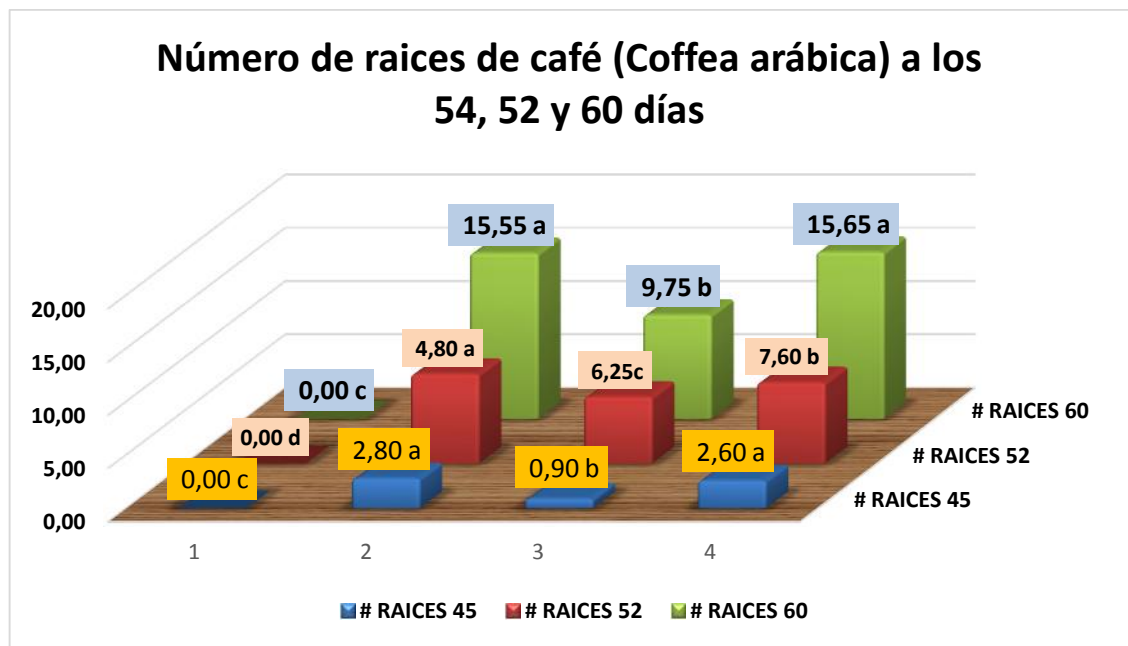


Figura 3. Longitud de raíces en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

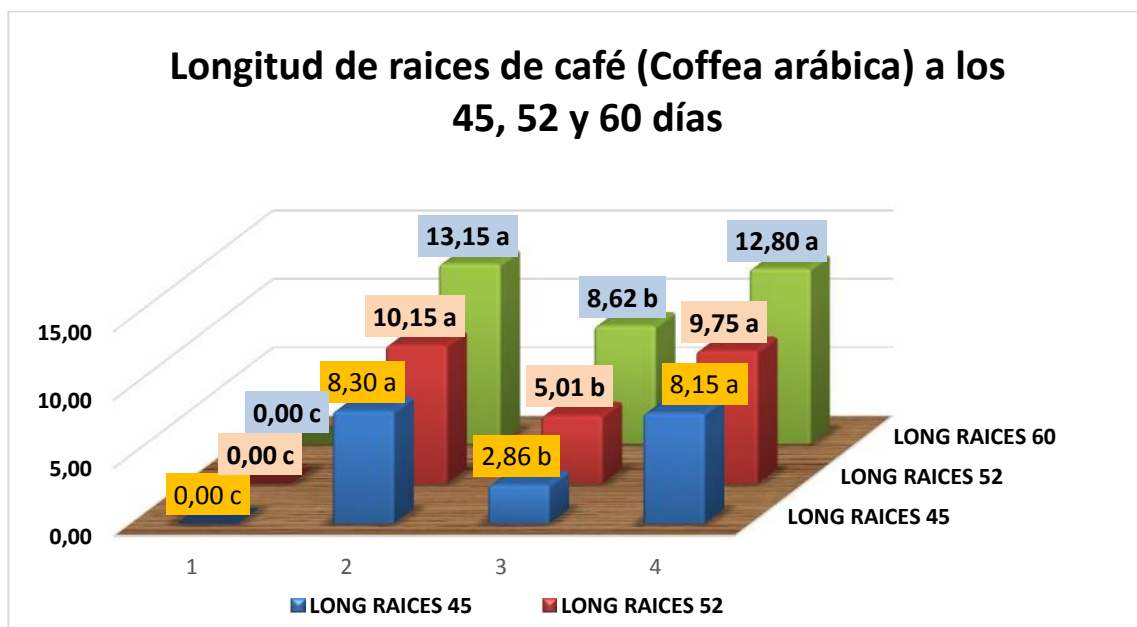


Figura 4. Porcentaje de enraizamiento en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

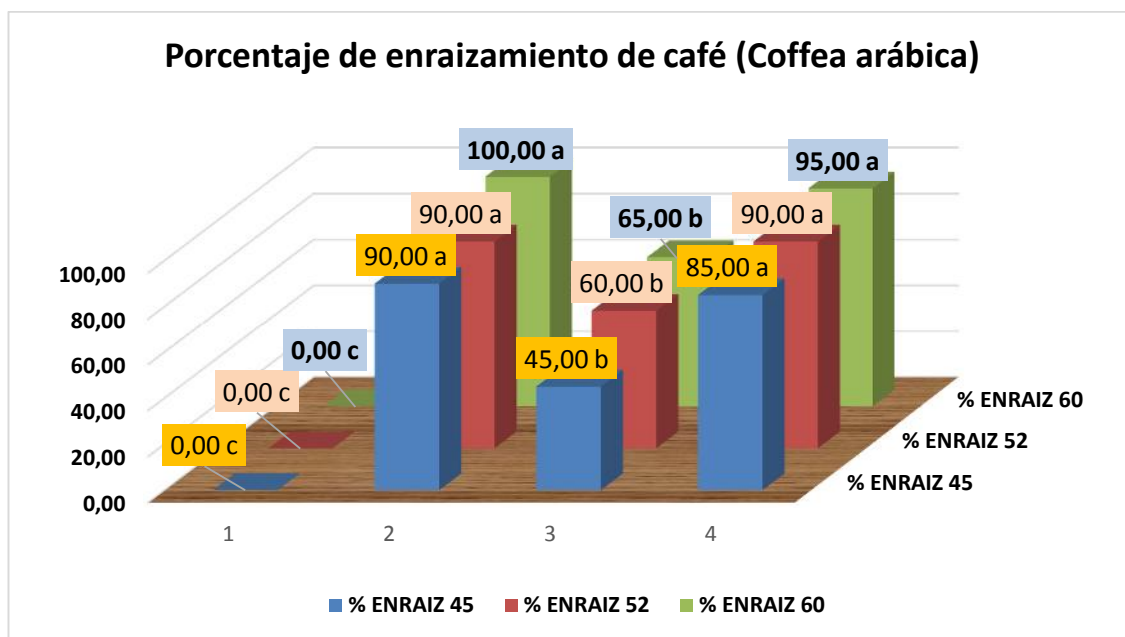
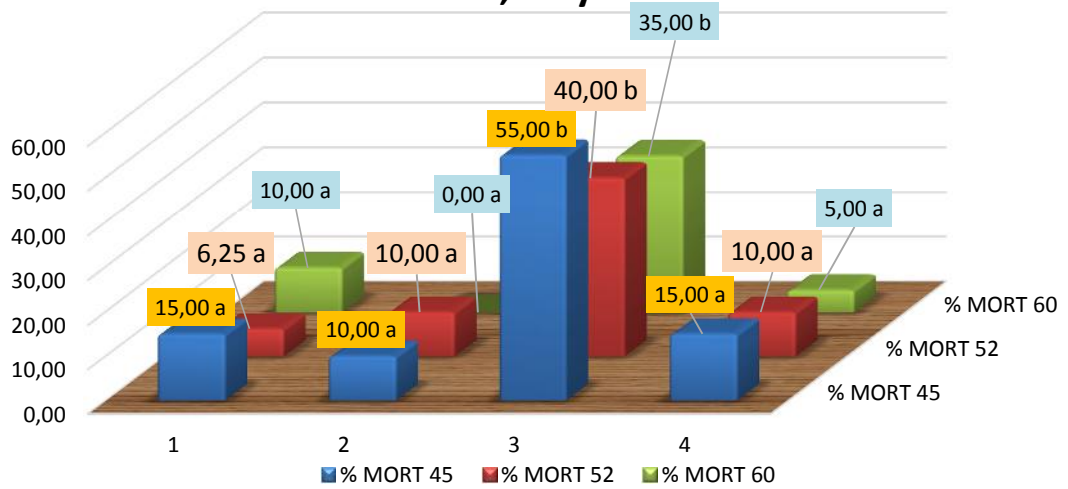


Figura 5. Porcentaje de mortalidad en la propagación vegetativa por enraizamiento de estacas de café nacional (*Coffea arábica*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB en el cantón Buena Fe.

Porcentaje de mortalidad de café *Coffea arábica*) a los 45, 52 y 60 días



Anexos 7. Fotos



Foto1. Limpieza del lugar donde se llevó a cabo la investigación.



Foto 4. Medicion del terreno para la investigacion.



Foto 2. Ubicando las fundas llenas con cascarilla de arroz y tierra.



Foto 5. Los tratamientos con sus respectivas dosis y señaleticas.



Foto3. Ubicando la amazón del umbráculo para ubicar el plástico.



Foto 6. Ubicando la cobertura plastica y tapando con tierra las orilla para formar una camara humeda, durante 45 dias



Foto 7. Umbráculo a los 45 días.



Foto 10. Esquejes enraizados con 2000 mg kg^{-1} ANA + 2000 mg kg^{-1} AIB



Foto 8. Toma de datos a 52 días T3.



Foto 9. Raíces y brotes en esquejes de café del T1 a los 60 días