UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CLON DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) POR MEDIO DE RAMILLAS EN MOCACHE

Autor:

Fernando Joel Tobar Osorio

Tutor:

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez M.Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Fernando Joel Tobar Osorio, declaro que la investigación aquí descrita 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 de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

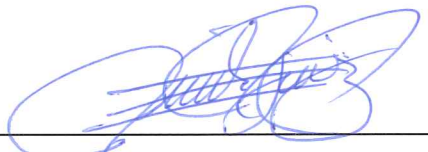
f. _____

Fernando Joel Tobar Osorio

C.C: 0929168870

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

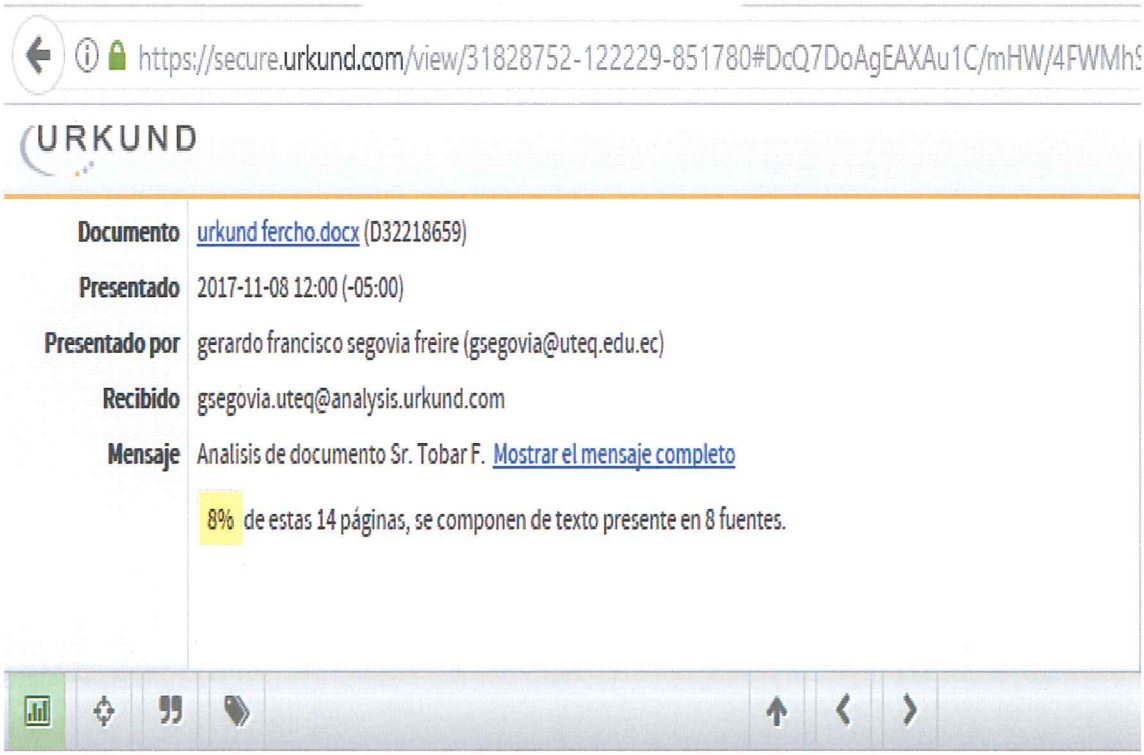
El suscrito, Erick Alberto Eguez Enriquez, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Tobar Osorio Joel Fernando, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado "**EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CLON DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) POR MEDIO DE RAMILLAS EN MOCACHE**", previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **"EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CLON DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) POR MEDIO DE RAMILLAS EN MOCACHE"** de autoría del estudiante **TOBAR OSORIO JOEL FERNANDO**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es dé 8 %, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



Atentamente

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez M.Sc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

"EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CLON DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) POR MEDIO DE RAMILLAS EN MOCACHE"

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Camilo Mestanza Uquillas .

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Rommel Ramos Remache M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Orly Cevallos Falquez

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR
2017

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo en primer lugar a Dios por permitirme alcanzar este logro y darme vida a diario.

Doy gracias también a la Universidad Tecnica Estatal de Quevedo por abrirme las puertas y permitirme alcanzar esta meta.

Gracias eternas a mi familia y amigos por ser un pilar fundamental en este logro.

A los docentes que fueron parte de mi formación académica

Fernando Tobar Osorio.

DEDICATORIA

Este logro académico lo dedico a Dios y a mi familia, por estar a mi lado en los momentos difíciles, a mis amigos por ser como mi segunda familia y apoyarme en cada decisión.

RESUMEN

Ante una gran demanda de plantas debido al notable crecimiento de la superficie cacaotera el método de propagación más utilizado es mediante el injertos de púa lateral, el cual muestra una alta efectividad así mismo alto costo de producción por elevados costos de mantenimiento ante,durante y después de la injertación debido al largo tiempo que permanecen las plantas en el vivero hasta que se encuentren listas para sembrar, por lo que surge la necesidad de contar con una metodología de propagación o clonación que más rápida, barata y eficiente para la multiplicación de plantas. Esta investigación se desarrolló basada en el empleo de auxinas para favorecer la formación de raíces a partir de ramas seleccionas, evaluando el efecto de la hormona ANA (ácido naftalenacetico) y AIB (ácido indolbutirico) en la propagación vegetativa del clon de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental "La María", de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) evaluándose cuatro dosis: 0, 3500, 4000 y 4500 ppm de las hormonas ANA y AIB en conjunto para T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Los resultados alcanzados demostraron una brotación de 61.10 % para el tratamiento T1; mientras que la mortalidad alcanzada a los 30 y 45 días fue de 38.19 y 38.20 %, siendo el T0 el que alcanzó una mortalidad superior; además el numero de brotes alcanzado por T2 fue superior con 1.89.

Palabras clave: Rizogénesis, Auxinas, Estacas, Clonal, ANA, AIB.

ABSTRACT

Given a high demand for plants due to the remarkable growth of the cocoa surface, the most widely used method of propagation is through lateral barbed grafting, which shows high effectiveness as well as high production cost due to high maintenance costs before, during and after of the grafting due to the long time that the plants remain in the nursery until they are ready to sow, so the need arises to have a propagation or cloning methodology that is faster, cheaper and more efficient for the multiplication of plants. This research was developed based on the use of auxins to favor the formation of roots from selected branches, evaluating the effect of the hormone ANA (naphthalenacetic acid) and AIB (indolbutiric acid) on the vegetative propagation of the cocoa clone CCN-51 (Theobroma cacao L.) in the Experimental Farm "La María", of the Faculty of Sciences Pecuarias (FCP) of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), located in the canton Mocache, Province of Los Ríos. A Completely Randomized Design (DCA) was used, evaluating four doses: 0, 3500, 4000 and 4500 ppm of the ANA and AIB hormones together for T0, T1, T2 and T3 respectively. The results achieved showed a sprouting of 61.10% for the T1 treatment; while the mortality reached at 30 and 45 days was 38.19 and 38.20%, being the T0 the one that reached a higher mortality; In addition, the number of outbreaks reached by T2 was higher with 1.89.

Key words: Rizogénesis, Auxinas, Bud, Clonal, ANA, AIB.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido……**Pág**

Portada..... i
Declaración de autoría y cesión de derechos..... ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación..... iii
Certificado de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico..... iv
Aprobación por miembros de tribunal v
Agradecimiento..... vi
Dedicatoria vii
Resumen..... viii
Abstract. ix
Tabla de contenido.....x
Índice de tablas xiii
Índice de anexos xiv
Código dublin xv
Introdución 1
CAPÍTULO I 2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....2
1.1. Problema de investigación. 3
1.1.1 Planteamiento del problema. 3
Diagnóstico. 3
Pronóstico. 3
1.1.2 Formulación del problema. 3
1.1.3 Sistematización del problema. 4
1.2. Objetivos. 4
1.2.1. Objetivo general. 4
1.2.2. Objetivos específicos. 4
1.3. Justificación. 5
CAPÍTULO II.....6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 6
2.1. Marco conceptual. 7

2.2. Marco referencial. 9
2.2.1. Historia del cacao. 9
2.2.2. Descripción botánica (morfología). 10
2.2.3. Descripción taxonómica del cacao. 11
2.2.4. Propagación. 11
2.2.4.1. Asexual. 11
2.2.5. Factores que afectan la propagación por ramillas. 13
2.2.6. Principales plagas y enfermedades. 14
2.2.6.1. Eliminación de plantas enfermas. 14
2.2.6.2. Pulgones (Aphididae ssp). 15
2.2.6.3. Pudrición negra (Phytophthora). 15
2.2.6.4. Afidos o insectos chupadores. 15
2.2.7. Características de las hormonas. 15
CAPÍTULO III 17
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 17
3.1. Localización. 18
3.2. Tipo de investigación. 18
3.3. Método de investigación. 19
3.4. Fuente de recopilación de información. 19
3.4.1. Secundaria. 19
3.4.2. Primaria. 19
3.5. Diseño de la investigación. 19
3.6. Instrumentos de investigación. 22
3.6.1. Variables de la investigación. 22
3.6.1.1. Variables estadísticas evaluadas. 22
3.7. Tratamientos de los datos. 24
3.8. Recursos humanos y materiales. 24
3.9. Manejo del ensayo. 25
3.9.1. Consideraciones una buena elección del material vegetal 26
CAPÍTULO IV 29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1. Resultados y discusión. 30
4.1.1. Porcentaje de brotación. 30
CAPÍTULO V 35

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 35
5.1. Conclusiones. 36
5.2. Recomendaciones. 37
CAPÍTULO VI 38
BIBLIOGRAFÍA 38
6.1. Referencias bibliográficas. 39
CAPÍTULO VII 44
ANEXOS 44
7.1. Anexos. 45
7.1.1. Evidencia fotográfica. 46

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido……**Pág**

Tabla 1. Condiciones agroclimatica Finca "La María", FCP-UTEQ. 18
Tabla 2. Tratamientos y dosis.....20
Tabla 3. Descripción de los tratamientos. 20
Tabla 4. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable brotación y mortalidad. 20
Tabla 5. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable numero de brotes 22
Tabla 6. Porcentaje de brotación de las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB de acuerdo a los tratamientos. 30
Tabla 7. Porcentaje de mortalidad de las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB, de acuerdo a los tratamientos. 32
Tabla 8. Número de brotes obtenidos en las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB. 32
Tabla 9. Análisis económico del proyecto investigativo. 34

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido……**Pág**

7.1. Anexos. 45
Anexo 1. Análisis de la varianza para la variable brotación. 45
Anexo 2. Análisis de la varianza para la variable mortalidad. 45
Anexo 3. Análisis de la varianza para la variable número de brotes. 45
7.1.1. Evidencia fotográfica.....46

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Efecto de la hormona ANA (ácido naftalenacetico) y AIB (ácido indolbutirico) en la propagación clonal del cacao de origen trinitario CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en Mocache.
Autor:	Fernando Joel Tobar Osorio
Palabras clave:	Rizogénesis, Auxinas, Estacas, Clonal, ANA, AIB
Fecha publicación:	15-Nov-2017
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2017
Resumen:	**Resumen. -** Ante una gran demanda de plantas debido al notable crecimiento de la superficie cacaotera el método de propagación más utilizado es mediante el injertos de púa lateral, el cual muestra una alta efectividad así mismo alto costo de producción por elevados costos de mantenimiento ante,durante y después de la injertación debido al largo tiempo que permanecen las plantas en el vivero hasta que se encuentren listas para sembrar, por lo que surge la necesidad de contar con una metodología de propagación o clonación que más rápida, barata y eficiente para la multiplicación de plantas. Esta investigación se desarrolló basada en el empleo de auxinas para favorecer la formación de raíces a partir de ramas seleccionas, evaluando el efecto de la hormona ANA (ácido naftalenacetico) y AIB (ácido indolbutirico) en la propagación vegetativa del clon de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental "La María", de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) evaluándose cuatro dosis: 0, 3500, 4000 y 4500 ppm de las hormonas ANA y AIB en conjunto para T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Los resultados alcanzados demostraron una brotación de 61.10 % para el tratamiento T1; mientras que la mortalidad alcanzada a los 30 y 45 días fue de 38.19 y 38.20 %, siendo el T0 el que alcanzó una mortalidad superior; además el numero de brotes alcanzado por T2 fue superior con 1.89.

	Abstract. - Given a high demand for plants due to the remarkable growth of the cocoa surface, the most widely used method of propagation is through lateral barbed grafting, which shows high effectiveness as well as high production cost due to high maintenance costs before, during and after of the grafting due to the long time that the plants remain in the nursery until they are ready to sow, so the need arises to have a propagation or cloning methodology that is faster, cheaper and more efficient for the multiplication of plants. This research was developed based on the use of auxins to favor the formation of roots from selected branches, evaluating the effect of the hormone ANA (naphthalenacetic acid) and AIB (indolbutiric acid) on the vegetative propagation of the cocoa clone CCN-51 (Theobroma cacao L.) in the Experimental Farm "La María", of the Faculty of Sciences Pecuarias (FCP) of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), located in the canton Mocache, Province of Los Ríos. A Completely Randomized Design (DCA) was used, evaluating four doses: 0, 3500, 4000 and 4500 ppm of the ANA and AIB hormones together for T0, T1, T2 and T3 respectively. The results achieved showed a sprouting of 61.10% for the T1 treatment; while the mortality reached at 30 and 45 days was 38.19 and 38.20%, being the T0 the one that reached a higher mortality; In addition, the number of outbreaks reached by T2 was higher with 1.89.
Descripción:	hojas + CD ROM
URI	

Introdución

El árbol del cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta perenne que rinde varias cosechas al año. Esta se empezó a cultivar en América, antes de que llegaran los colonizadores europeos, debido a que, las semillas de cacao se utilizaban como moneda en las transacciones comerciales (1) (2) (3).

El cacao procede de las regiones tropicales de México y Centroamérica, aunque en el siglo XVI se introdujo en África, que es donde más se cultiva en la actualidad. En América hoy se cultiva principalmente en países como Brasil, Ecuador, México, Colombia, Venezuela y la República Dominicana (4).

El cacao es conocido en el Ecuador como la "pepa de oro", que dominó por varios siglos la generación de divisas para el país, antes del "boom" petrólero, durante casi un siglo. Hoy el Ecuador provee más del 70% de la producción mundial de cacao fino de aroma del mundo (5) (6).

Existen a nivel nacional un aproximado de 521 091 ha sembradas y una superficie cosechada de 399 467 ha que producen alrededor de 224 163 t. Las principales áreas de cultivos se encuentran en las provincias de Los Ríos en los Cantones Vinces, Babahoyo, Palenque, Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas, al sur de la provincia del Guayas Naranjal, Balao y Tenguel , y en la provincia de El Oro Machala y Santa Rosa (7) (8).

El constante crecimiento de la superficie sembrada impulsa a la producción a gran escala de plantas élite, con características resistentes a enfermedades y con un alto potencial productivo, sin embargo, el costo que representa producir plantas asexualmente mediante injerto es elevado, mas aun cuando se presenta problemas de incompatibilidad entre injerto y patrones mermando notablemente el porcentaje final de prendimiento.

El propósito del presente trabajo es presentar al enraizamiento de ramas como una alternativa de propagación vegetativa que garantize la conservación de las características genética de los individuos y al mismo tiempo permita acortar el proceso de propagación respecto con la injertación, reduciendo notablemente los costos por gastos de materiales y mano de obra por mantenimiento en viveros (9).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

La alta variabilidad genética que se presenta en plantas propagada sexualmente constituye el principal problema al momento de propagar frutales y especialmente de cacao presentándose de esta manera plantas productivas, poco productivas e improductivas (10).

Los métodos actuales de propagación de plantas para el cultivo de caco es mediante injerto de varetas productivas en patrones resistentes a enfermedades, sin embargo, esta metodología demanda de periodos de tiempo considerables, mismos que puede ir de 3 a 6 meses lo que incrementan los costos de producción por mantenimiento, esto deriva a la necesidad de optimizar métodos de propagación mediante el enraizamiento de ramillas, empleando hormonas sintéticas de características auxínicas de manera que ofrezcan mayores ventajas que los tradicionales métodos de propagación.

Diagnóstico.

Ecuador es uno de los principales países productores de cacao y en los últimos años se ha incrementado la extensión de este cultivo por lo que aumentado la demanda de plantas por lo que es necesario implementar un método de propagación que asegure su pureza genética y tenga bajo costo de producción para los viverista.

Pronóstico.

Al menos una de las dosis de hormonas presentará un mayor porcentaje de enraizamiento, de manera favorable ya que guarda una relación positiva en cacao CCN-51 teniendo en cuenta los factores que afecta este proceso como es sombra, humedad relativa y temperatura.

1.1.2 Formulación del problema.

¿El uso de hormonas en las ramillas previo a su siembra mostrará mejores resultados en el enraizamiento de estacas del clon de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.)?

1.1.3 Sistematización del problema.

¿El método de propagación por ramilla es el más idóneo en el cual los agricultores y viverista podrán aplicar por su fácil aplicación y manejo?

¿Con este método de propagación se asegura la pureza genética y característica iguales a la planta progenitora?

¿El enraizamiento de ramillas puede llegar a tener un menor costo de producción en comparación con otros métodos de propagación?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL CLON DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) POR MEDIO DE RAMILLAS EN MOCACHE.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar la dosis de hormonas necesarias para alcanzar los mayores porcentajes de brotación en ramillas en cacao CCN-51 a nivel de vivero.

- Evaluar la sobrevivencia de estacas en la propagación vegetativa de plantas de cacao CCN-51 durante la fase de rizogéness en el Cantón Mocache.

- Determinar la Relación beneficio costo (RBC) de los tratamientos propuestos.

1.3. Justificación.

Mocache es una zona tradicionalmente cacaotera debido a que se encuentra junto al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), institución que se ha encargado de brindar capacitación a viveristas y productores cacaoteros. Además, su ubicación geográfica se ha convertido en un punto estratégico para la comercialización de plantas clónales de cacao.

El clon de cacao CCN-51 es un cacao clonado de origen Ecuatoriano este cacao es actualmente, uno de los más productivos del mundo, superando los 50 quintales por hectárea; además se lo puede cultivar de manera precoz, pues su producción inicia a los 24 meses de sembrado (11).

Es importante optimizar la tecnología de enraizamiento de estacas de cacao mediante el empleo de hormonas sintéticas de manera que sea práctico y de fácil implementación, a disposición de viveristas y productores cacaoteros de Mocache que permita obtener plantas saludables, idéntica a la planta progenitora (12).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

- **Propagación. -** La planta de cacao puede propagarse por vía sexual mediante semillas y de forma asexual, de la cual los métodos más utilizados son las estacas, ramillas, injertos, acodos aéreos y utilizando las técnicas de cultivo *in vitro* por medio de la embriogénesis somática (13).

- **Propagación vegetativa. -** La propagación asexual o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.) (14).

  Los métodos más usados para la propagación asexual del cacao son: injertos, acodos y estacas enraizadas, estos se utilizan cuando se desea reproducir fielmente una planta manera que las nuevas plantas producidas posean también los caracteres de la planta madre (15).

- **Propagación por ramillas. -** El método consiste en seleccionar un pedazo de rama (tejido plagiotrópico), ubicada preferentemente en el penúltimo crecimiento; es decir, la zona de tejidos de formación. Se preparan secciones con tres a cuatro hojas, a las que se eliminan las 2/3 partes de su área foliar, luego son tratadas con fungicidas y hormonas con la finalidad de estimular el crecimiento de raíces (16).

- **Clon de cacao CCN-51. –** Este clon de cacao es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, obtendido por el Agr. Homero Castro Zurita en Naranjal Provincia del Guayas, en el año de 1965. Es un material vegetal obtenido del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) x ICS-95 (Trinitario), cuya descendencia fue cruzada nuevamente con otro cacao propio del oriente ecuatoriano denominado Canelos por su lugar de origen. Estas características del CCN-51 responde a un híbrido doble (17).

- **ANA (ácido naftalenacético)**. – Son auxinas que se utilizan para inducir la formación de raíces aunque es más móvil y permite manejar esta fase problemática estimulando células indiferenciadas que promueven la iniciación del enraizamiento o emergencia de raíces adventicias (18)

- **AIB (ácido indolbutírico)**. – Estos reguladores pueden modificar tanto el tipo de raíces como el numero en que se produzcan, el AIB como inductor de las raíces adventicias produce un sistema de raíces fuerte y fibrosas (19).

- **Estacas**. – La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales; ésta una vez enraizada pasa a llamarse barbado. De esta misma forma, desde una acepción más amplia, se pueden denominar estacas: a raíces, hojas o fracciones de hojas utilizadas como tales, con la única finalidad de obtener nuevas plantas (20).

- **Rizogénesis.** – Es la formación de raíces a partir de células diferenciadas de cualquier parte de la planta diferente a las raíces originadas del embrión, para este mecanismo intervienen una serie de factores internos o endógenos que interactúan en forma compleja y generan un amplio rango de efectos sobre el metabolismo, crecimiento y diferenciación de las raíces adventicias producidas (21).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Historia del cacao.

El origen del género *Theobroma* se ha determinado en el alto amazonas y su domesticación se inició en el sur de México y América central con los Mayas, quienes apreciaron las buenas cualidades de las almendras de cacao hace más de 200 años, siendo también utilizado por los Aztecas (8).

El cacao se halla distribuido dentro de un área que se extiende desde la región de la cuenca del Amazonas y las Guayanas hasta el sur de México, mientras que, después de la llegada de los europeos a América, el cacao se expandió al Caribe, Asia y África, siendo cultivado principalmente en Costa de Marfil, Ghana e Indonesia, convirtiéndose en grandes exportadores a nivel mundial (22).

El género Theobroma es originario de la cuenca alta del río Amazonas que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, siendo en esta región donde la especie Theobroma cacao presenta la mayor variación (23). No obstante, su cultivo se dio en tiempos precolombinos desde México hasta Costa Rica, aunque no está claro si su expansión se dio de manera natural o con la ayuda del hombre. Gracias a un importante movimiento transoceánico de germoplasma, en la actualidad es cultivado en las regiones húmedas de ambos hemisferios (13).

En territorio ecuatoriano el cacao se cultiva mayoritariamente en el Litoral y la Amazonía, no obstante, la producción de cacao se encuentra concentrada principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos, cultivandose dos tipos de cacao: el cacao CCN-51 y el denominado cacao Nacional, el cual es un cacao fino de gran aroma conocido como sabor 'Arriba', desde la época colonial. Ecuador es el país con la mayor participación del mercado mundial (un 63% de acuerdo con las estadísticas de ProEcuador) (6) (24).

2.2.2. Descripción botánica (morfología).

La arquitectura de una planta propagada vegetativamente , por ramilla o por injerto ,como es el caso del cacao CCN-51,tiene un tipo de crecimiento lateral , el cual puede variar su ángulo de crecimiento la planta puede llegar a medir 5 - 8 m (25).

En la multiplicación a partir de estacas, las raíces desarrolladas se denominan raíces adventicias, las cuales son todas aquellas que se forman de cualquier parte de la planta, diferente a las raíces del embrión, estas se desarrollan naturalmente en muchas especies, pudiendo ser estas del tipo preformadas o provocadas por lesiones. Las raíces adventicias se desarrollan naturalmente en los tallos y ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre, surgiendo sólo luego que se corta la porción de tallo o rama (26).

Las raíces adventicias suelen originarse a partir de células que se dividen en la proximidad del floema de los vasos conductores, los cuales forman un callo del que se diferencian luego las raíces. Si se produce una herida en una planta herbácea, las células parenquimáticas próximas a la herida se diferencian y vuelven a dividirse para formar un callo cicatricial, el cual corresponde a un conjunto de células parenquimáticas en varios estados de lignificación. En los vegetales leñosos, el callo suele proceder del cambium, aunque también de la corteza y médula, más tarde empiezan a aparecer en algunas células del callo diferenciaciones que conducen a un nuevo tejido, se forman por ejemplo, puntos vegetativos caulinares o radicales y se establece la unión con los elementos conductores (27).

Las flores en cacao son hermafroditas pentámeras es decir está compuesta por cinco sépalos, cinco pétalos,cinco estambres, cinco ovarios y cinco estaminoides (10). La flores tiene una viabilidad de hasta dos días, luego de lo cual si no son fecundada se caen (28).

Tiene hojas lustrosas de hasta 30 cm de longitud, las hojas adultas son simple y enteras , medias coraceas de color verde cuando estan pequeñas el color puede variar de verde palido a café claro o pueden tener tonalidades rojizas . las hojas del cacaotero son caducas y por lo general cada dos o tres meses se presentan picos de brotacion de nuevas hojas , que reemplaza a la que se caen (29)

Los frutos son bayas indehiscentes conocidas como mazorcas que puede variar de forma, espesor, rugosidad , color y tamaño según su origen genético (30).

2.2.3. Descripción taxonómica del cacao.

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Esterculiáceas
Subfamilia:	Byttnerioideae
Tribu:	Theobromeae
Género:	*Theobroma*
Especie:	*cacao*
Nombre binomial:	*Theobroma cacao* L (16).

2.2.4. Propagación.

2.2.4.1. Sexual.

La multiplicación sexual es una manera de reproducción que se ha efectuado d forma convencional por medio de semillas durante generaciones, sin embargo, el surgimiento de nuevos métodos de propagación empleando partes de plantas seleccionas ha permitido el desarrollo de nuevos individuos con potenciales productivos destacables, dentro de los cuales trasciende la reproducción por injerto, que generalmente se emplea en los programas de mejoramiento genético y su uso es más frecuente en la fruticultura (31).

2.2.4.2. Asexual.

Se han realizado varios ensayos para el establecimiento de métodos no convencionales de propagación vegetativa en cacao por medio de cultivo *in vitro* de tejidos, como el cultivo de ápices, microestacas, yemas axilares, embriones cigóticos, microinjertos y más ampliamente de embriogénesis somática es sistemas que superan los métodos tradicionales para reproducir plantas de teobroma cacao y así poder mejorar la especie y controlar las enfermedades de cultivo (32).

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano que puede ser: raíces, tallos, ramas y hojas; esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta propiedad se debe a factores como la totipotencia, facultad que tiene una célula vegetal donde en su material genético posee la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente en mitosis; y la desdiferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (33)

Los métodos convencionales más utilizados para la propagación de cacao en forma vegetativa son injerto, acodo, estaca y ramilla (34).

2.2.4.3. Injertos.

La técnica de injertación consiste unir dos segmentos de una planta, siendo el injerto la parte desada a propagar sea por mejores características productivas, mientras que el patrón es la parte receptiva de características más resistente a enfermedades o condiciones climaticas (14).

La técnica del injerto como medio de propagación vegetal del suele presentar varias desventajas como árboles son ramas de abanico, que no tengan un crecimiento vertical y de forma asimétrica, presentar tallos débiles y delgados y en muchos casos el patrón y el injerto son incompatibles (16).

2.2.4.4. Propagación in vitro.

Los bancos de germoplasma son una de las vías de conservación de los recursos genéticos vegetales más empleadas a nivel global, muchas de estas variantes están basadas en la conservación *in vitro*, lo cual es de gran utilidad para la conservación de cultivos tropicales de importancia agrícola y alimenticia. Puntualmente se busca maximizar la vida latente y diversidad de ejemplares vegetales recolectados de poblaciones en campo o en su centro de origen que permitan su posterior empleo en la propagación vegetativa o mejoramiento genético. En cuanto a los bancos de genes en la actualidad, el número de accesiones supera los seis millones, por lo que representan gran potencialidad para el mejoramiento genético (35).

2.2.5. Factores que afectan la propagación por ramillas.

2.2.5.1. Sombra.

Para la propagación vegetativa mediante ramillas, es recomendable el establecimiento de condiciones de sombra de un 85-95% para estimular la formación de los primordios radiculares para que el establecimiento de la planta de cacao sea adecuado, es requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodean la planta, el viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía (36). La misma que se logra con la colocación de zaram en la parte superior del invernadero se puede controlar el porcentaje de sombra que se requiere (37).

2.2.5.2. Humedad relativa.

El ambiente donde se desarrollan las ramillas debe poseer una humedad saturada próxima a 100% para evitar la evapotranspiración y a la vez mantener la turgencia de las células. Los ambientes húmedos propician el desarrollo de enfermedades en períodos secos (38).

2.2.5.3. Temperatura.

La temperatura está relacionada tanto con el desarrollo vegetal de la planta como con la floración y la fructificación del cultivo. Asimismo, ejerce un efecto sobre la actividad de las raíces y de los brotes el control de la temperatura dentro del propagador permite que la tasa fotosintética exceda la tasa de respiración para evitar el marchitamiento de las hojas (13).

2.2.5.4. Sustrato.

El sustrato en la multiplicación de las plantas es de vital importancia puesto que se compone de diminutas partículas de distintos materiales, siendo las partículas más finas las que hacen que el drenaje sea deficiente mientras que las de un tamaño mayor dan características como la porosidad que da facilidad de aireación y buen drenaje (37). El enraizamiento de estacas requiere un sustrato especial para tal fin, que dependerá principalmente de si se cuenta o no con un sistema de riego, y de si se desea que en el mismo medio de enraizamiento sea luego transferida la nueva plántula al sitio de plantación ,si no se tiene un sistema de riego automático nebulizado, entonces deberá utilizarse un sustrato capaz de retener la humedad, entre otros, tierra con arena (50:50), tierra pura o con un 10% de granza de arroz (39).

2.2.6. Principales plagas y enfermedades.

El trópico húmedo, donde se concentran la mayor cantidad de campos cacaoteros, se caracteriza por presentar condiciones que favorecen el ataque, establecimiento e impacto de los patógenos, principalmente los hongos (13).

2.2.6.1. Eliminación de plantas enfermas.

Es recomendable eliminar las plantas que presente síntomas de estar infectadas por escoba de bruja o por Phytophthora, lo cual ocurre cuando hay exceso de humedad en el vivero (40).

2.2.6.2. Pulgones (*Aphididae ssp*).

Son insectos pequeños de color negro que se agrupan en los retoños y por debajo de las hojas. Hojas encrespadas por daño de pulgones el daño se reconoce porque permanecen pegados en los retoños y chupan la savia o nutrientes de la planta hasta debilitarla. Lo podemos reconocer fácilmente por el encrespado de sus hojas (41).

2.2.6.3. Pudrición negra (*Phytophthora*).

La pudrición negra del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), provocada por especies del género *Phytophthora*. Se resumen los principales componentes de manejo de la pudrición negra del fruto, tales como control químico, métodos culturales, resistencia genética y control biológico, profundizando en el uso y perspectivas de hongos y bacterias antagonistas evitar encharcamientos y suelos pesados en el sustrato (42).

2.2.6.4. Afidos o insectos chupadores.

Los áfidos son insectos polífagos succívoros y se alimentan de una importante cantidad de cultivos. Los daños son de importancia económica y pueden ser letales para las plantas, ya que los áfidos están adaptados para transmitir diferentes virus cuando chupan la savia evitar el exceso de nitrógeno (43).

2.2.7. Características de las hormonas.

Los enraizadores hormonales son sustancias químicas de molécula grande, generalmente ácidos orgánicos o sus sales, siendo ampliamente empleadas debido a su mayor solubilidad en agua. Las concentraciones que se usan son muy bajas, expresadas en ppm, debido a la alta toxicidad que pueden presentar para el material vegetal. En general debe considerarse que el mayor efecto se logra con concentraciones elevadas, cercanas a las que tienen efecto tóxico, siendo este aspecto el limitante para el aumento de las dosis en búsqueda de mejores resultados (44).

Las tres sustancias más ampliamente usadas y que ofrecen un buen enraizamiento dentro de un elevado índice de seguridad son: el ácido indolacético (AIA), el ácido naftalenacético (NAA) y al ácido indolbutírico (IBA), ya sea en sus formas ácidas o constituyendo sales. Estas últimas son solubles en agua, mientras que las otras deben ser primero disueltas en alcohol isopropílico (44).

El ácido indolbutírico (AIB) es la auxina más utilizada para este efecto por su estabilidad y poca movilidad, ya que, al ser un regulador de crecimiento del tipo auxina, de amplio espectro se puede utilizar para estimular el desarrollo de raíces, uno de los principales usos ha sido en la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc (45).

El ácido naftalenacético (ANA), aunque es más móvil y, por tanto, sus efectos son a veces menos consistentes ,en la micropropagación por cultivos de tejidos, las auxinas ANA se utilizan para inducir la formación de raíces en los callos no diferenciados, así como para estimular la división de células (46).

El ANA es utilizado con frecuencia en la formación de raíces, sin embargo, este compuesto es más toxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas por el peligro de provocar daños a las plantas. El ácido naftalenacetico es una fuente probada de hormonas sintéticas adicionales que promueven la formación de raíces para ramillas, se presenta relativamente estable, y es una buena alternativa al AIB (47).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El presente proyecto se llevó a cabo, en la Finca "La María", Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el Km 7.5 vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, Provincia de Los Ríos con una duración de cuatro meses, comprendiendo el periodo de Junio hasta el mes de Agosto del 2017.

Tabla 1. *Condiciones agroclimatica del lugar experimental. Finca "La María", FCP-UTEQ.*

Parámetros	**Valores promedios**
Latitud Sur:	10º 06' 00''
Longitud oeste:	790º 29' 0''
Precipitación (mm/año):	3229.3
Temperatura (ºC):	24 – 26
Altura (msnm):	73
Humedad (%):	82
Heliófania (horas luz/año):	1041.1
Zona ecológica:	Bosque semi Húmedo Tropical
Topografía:	Ligeramente ondulada

Fuente (48).

3.2. Tipo de investigación.

El presente trabajo de investigación es de tipo científico-experimental, ya que se resolvieron interrogantes debido a que es un método de propagación poco aplicado con el cual se puede argumentar recomendaciones claras y concretas y de manera armoniosa a los viverista y productores agrícolas garantizando una planta genéticamente igual a la planta progenitora**.**

3.3. Método de investigación.

El presente trabajo de investigación empleó un método analítico, con capacidad de síntesis, con el fin de establecer los límites más aptos, para poder evaluar los efectos de las hormonas, en el proceso de enraizamiento en respuestas al porcentaje de ramillas brotadas, se determinara mediante un análisis físico en el cual se logró establecer la dosis de hormonas más idónea.

3.4. Fuente de recopilación de información.

3.4.1. Secundaria.

La información recopilada de fuente secundaria corresponde a libros, tesis, revista, monografías las cuales se encuentran indexadas a internet con información que tienen síntesis con el presente proyecto de investigación.

3.4.2. Primaria.

La fuente primaria corresponde a información directa de los datos obtenido y analizado en el desarrollo de la investigación que permita brindar información clara y precisa sobre el presente trabajo de investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones para las variable número de brotes, mientras que para la variable brotación y mortalidad se empleó un diseño de parcelas divididas, donde se evaluó dos tiempos de toma de datos a los 30 y 45 días. La comparación de las medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de los rangos múltiples de Tukey ($P \geq 0.05$).

En la Tabla 2 se da a conocer el número de tratamientos y las dosificaciones de cada uno de ellos.

Tabla 2. *Tratamientos y dosis*.

Tratamiento	**Dosis**
To: testigo	S / H (Sin Hormonas)
T1: hormonas	3500 ppm ANA más 3500 ppm AIB
T2: hormonas	4000 ppm ANA más 4000 ppm AIB
T3: hormonas	4500 ppm ANA más 4500 ppm AIB

En la Tabla 3 se da a conocer los tratamientos seguido por las unidades experiméntales que son 9 plantas y las repeticiones de cada tratamiento que son 4, por último se da a conocer el total de plantas bajo estudio.

Tabla 3. *Descripción de los tratamientos***.**

Tratamientos	**Plantas/Unidad Experimental**	**Repeticiones**	**Total de plantas**
To: S / H	9	4	36
T1: 3500 ppm ANA y 3500 ppm AIB	9	4	36
T2: 4000 ppm ANA y 4000 ppm AIB	9	4	36
T3: 4500 ppm ANA y 4500 ppm AIB	9	4	36
Total de Plantas			144

En la Tabla 4 se muestra el esquema del análisis de varianza empleado en el análisis de los datos obtenidos en las variables brotación y mortalidad en la presente investigación.

Tabla 4. *Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable numeros de brotes.*

Fuente de Variación	**Grados de Libertad**	
Tratamientos	*t-1*	3
Error	(t-1) (r-1)	12
Total	t_x r-1	15

El modelo matemático que responde al diseño escogido para esta variable responde a la siguiente ecuación:

$$(Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij})$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del tratamiento i.

E_{ij} = Error experimental.

Tabla 5. *Análisis de la varianza (ANDEVA) para la variable brotación y mortalidad.*

Fuente de variación	**Grados de libertad**	
Días (D)	i-j	1
Error A	(i-j)(k-j)	6
Parcela	ik-1	13
Tratamiento (T)	j-1	3
DxT	(i-1)(j-1)	3
Residuo	i(j-1)(k-1)	18
Total	ijk-1	32

El modelo matemático al cual corresponde este diseño empleado para las variables mencionadas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = m + a_i + \sigma_{ik} + \beta_j + (a\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$\boldsymbol{Y_{ijk}}$ Variable de respuesta

$\boldsymbol{m}$ Media general

$\boldsymbol{a_i}$ Efecto del i-ésimo nivel del factor A

$\boldsymbol{\beta_j}$ Efecto del i-ésimo nivel del factor B

σ_{ik} Efecto residual de las parcelas

$\boldsymbol{(a\beta)_{ij}}$ Efecto de la interacción del factor A con el factor B

$\boldsymbol{e_{ijk}}$ Efecto residual de las subparcelas

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables de la investigación.

- Variable Independiente:

X1 = Dosis de Acido Indolbutírico (AIB) más (ANA) (Acido Naftalenacetico) .

X1.1 = Dosis de Acido Indolbutírico de 3500, 4000 y 4500 mg/kg.

X1.2= Dosis de Acido Naftalenacetico de 3500, 4000 y 4500 mg/kg.

- Variable Dependiente:

Y1 = Enraizamientos en brotes.

Y1.1 = Número de brotes.

Y1.2 = Porcentaje de mortalidad.

Y1.3 = Costo final (Análisis económico).

3.6.1.1. Variables estadísticas evaluadas.

En el presente estudio se estudiaron las siguientes variables:

- **Enraizamiento de las estacas.** – Para la estimación de esta variable se contabilizó el numero de estacas prendidas y se estableció su relación con la cantidad de estacas sembradas. El valor obtenido se expreso en porcentaje.

- **Mortalidad**. – Esta variable expresa el numero de estacas que no presentaron enraizamiento, estableciéndose su relación con el numero de estacas sembradas. El valor obtenido se expreso en porcentaje.

- **Numero de brotes**. – Se contabilizó el número de brotes axilares que presento las estacas enraizadas en cada tratamiento.

- **Análisis económico**. – Para efectuar el análisis económico se tomaron en cuenta el tamaño y el estado de las plantas y se lo realizo con el propósito de descubrir la rentabilidad económica de los tratamientos, utilizando la relación beneficio costo **(46)**. Costos totales es la suma de los costos fijo y los costos variables, mediante la siguiente formula.

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT = costos totales
CF = costos fijos
CV = costos variables

Utilidad neta es la diferencia de los ingresos y los costos, mediante la siguiente formula.

$$UN = IT - C$$

Donde:

UN = utilidad neta
IT = ingreso
C = costos

La rentabilidad se calculó mediante la relación beneficio costo, utilizando la siguiente formula.

$$rentabilidad = \frac{\text{ingreso totales}}{\text{egresos totales}}\ x\ 100$$

3.7. Tratamientos de los datos.

Los datos que se obtenga del presente trabajo de investigación serán analizados, y se plasmara en el (ADEVA) en donde las medias serán separadas mediante la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), mediante la utilización del paquete estadístico R.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Director de Proyecto de Investigación.
Ing. Agr. Erick Eguez Enriquez. M.Sc

Cooperación.
Dr. Orly Cevallos Falquez

Autor de la investigación.
Fernando Tobar Osorio

Materiales de campo.

- ✓ Fundas
- ✓ Tierra
- ✓ Tamo
- ✓ Arena
- ✓ Tijera de podar.
- ✓ Navaja
- ✓ Saran
- ✓ Plástico
- ✓ Libreta
- ✓ Ramillas de cacao variedad CCN-51

Materiales de oficina.

- ✓ Computador
- ✓ Lápiz
- ✓ Cuaderno

- ✓ Hojas de papel A4
- ✓ Impresora

Materiales de laboratorio.

- ✓ Hormonas
- ✓ Recipientes
- ✓ Alcohol
- ✓ Gramera

3.9. Manejo del ensayo.

Las labores que se realizaron durante el experimento fueron las siguientes:

- Nivelación el terreno destinado para establecer el vivero también se utiliza plástico, sombra al 65%.

- Mezcla de tierra, arena y aserrín 50-50-30%, para el llenado de las fundas.

- Las fundas serán llenadas con una mezcla de tierra y arena y se hasta las tres cuartas partes y se completaron con aserrín como sustrato enraizante.

- Desinfección de las camas y el material genético a enraizar, selección del material vegetal de acuerdo a caracetristicas de sanidad y turgencia.

- Siembra, para lo cual se impregna las hormonas en las varetas de acuerdo a los tratamietos y dosis ya señaladas. Terminada la siembra se cubre con un plástico.

- A los 65 días se saca el plástico y se mide la variable números de brotes y se procede adaptar la planta por una hora, a los 66 días por 2 horas, a los 67 días por 3 horas, a los 68 días por 4 horas, a los 69 días por 5 horas, a los 70 días por 6 horas, a los 71 días por 7 horas, a los 72 días por 8 horas respectivamente.

3.9.1. Consideraciones de una buena elección del material vegetal

Al momento de propagar clonalmente el cacao debe tenerse en ecuenta las siguientes consideraciones (9).

- Las plantas seleccionadas a propagar deben ser de excelente producción, con buenas características agronómicas, buena arquitectura, resistente a plagas y enfermedades y buena calidad de grano.

- Seleccionado los árboles para la extracción de las ramillas se coloca las ramas leñosas o semileñosas de color verde por la parte inferior y café-verdoso en la parte superior, con follaje vigoroso, en lo posible ramas finales en forma de abanico.

- Las ramillas se cortar con una longitud de 30 a 40 cm. El diámetro del tallo no debe ser inferior, en lo posible, a un centímetro.
- Las ramillas se deben obtener entre 6 y 9 de la mañana o entre 5 y 6 de la tarde, con el propósito de no exponerlas a los rayos del sol para evitar su deshidratación.

- Las ramillas se van colocando en un recipiente con agua si la cantidad de ramillas es grande, se puede cubrir el tallo de las ramillas con un pedazo de tela o papel periódico húmedos para evitar la deshidratación.

- El corte en el tallo de la ramilla, al iniciar el proceso de preparación para la siembra, debe ser en bisel. Al entorno del corte se raspa un poco la corteza para que la hormona quede impregnada en el área de enraizamiento.

- El sustrato o suelo para llenar las bolsas juega un papel determinante para lograr un buen desarrollo de las raíces y de la planta. La bolsa utilizada debe facilitar el almacenamiento de agua y nutrientes y permitir que los excesos de líquido salgan con facilidad. Un sustrato ideal es aquel que lleva una mezcla, en partes iguales, de tierra, arena y compost o abono orgánico descompuesto. El productor puede elaborar su propio sustrato siempre y cuando cumpla con los criterios enunciados anteriormente. Con este sustrato se procede a llenar las bolsas que se van a utilizar en el vivero.

- Llenas las bolsas se procede a organizarlas en hileras de 4 a 6 bolsas a lo ancho por la longitud que lo permita el vivero, este agrupamiento permite una fácil manipulación, dejando calles de 60 a 80 cm. Estas bolsas se deben ubicar en un lugar que cuente con sombra regulada donde los rayos del sol penetren máximo el 30%.

- Es importante secar el exceso de agua que tengan las hojas y el tallo con el fin de evitar que al taparlas con plástico se estimule o favorezca el desarrollo de hongos.

- Las bolsas utilizadas en el vivero para esta clase de multiplicación deben ser de polietileno negro y tener de 30 x 17cm, alto y ancho respectivamente. Estas dimensiones facilitan un volumen de sustrato adecuado, favoreciendo un excelente desarrollo radicular y una buena conservación de humedad.

- En un recipiente limpio se deposita la hormona en la cantidad establecida que permita impregnar bien la base de la ramilla.

- En un recipiente limpio y desinfectado se deposita agua limpia para humedecer la punta o el área de corte realizado en la ramilla.

- Humedecida la punta del tallo de la estaca o ramilla se introduce dentro del recipiente que contiene la hormona, logrando que ésta quede adherida con facilidad.

- En muchos casos, la punta de la ramilla queda demasiado impregnada de hormona, lo que hace necesario dar unos golpes suaves contra el recipiente que contiene la hormona a fin de disminuir su cantidad.

- Antes de realizar la siembra es necesario regar con agua limpia el sustrato que contienen las bolsas y dejarlo en capacidad de campo, es decir, húmedo pero no encharcado, con el objeto de lograr que esta humedad permita que la hormona y la ramilla puedan iniciar el proceso fisiológico de enraizamiento.

- Hacer un hueco en el sustrato con el fin de permitir una buena siembra de la ramilla y de lograr que la hormona siga en contacto con ésta, es necesario hacer un hueco en el centro del sustrato con un palo ahoyador un poco más ancho que el tallo de la ramilla, con una profundidad de 3 a 5 cm.

- Una vez se tenga el hueco hecho en el sustrato se procede a sembrar la ramilla, procurando no despegar la hormona del tallo al introducirla en el hueco preparado.

- Con los dedos o con un palo en forma de cuña se debe apretar la tierra desde abajo contra el tronco de la ramilla, procurando que quede bien ajustada.
- Organizadas las bolsas en el vivero se procede a la aplicación de un fungicida protector que proteja y prevenga la aparición de hongos como phytophtora. Esta aplicación es determinante, ya que se ha demostrado en diferentes trabajos que cuando no se realiza, la pudrición de las hojas y de los tallos dentro del plástico es alta.

- Una vez aplicado el fungicida en las ramillas se procede a cubrirlas con un plástico transparente.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión.

4.1.1. Porcentaje de brotación.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la presente investigación, para la variable porcentaje de brotación, los datos fueron sometidos al análisis de varianza, mientras que las medias que fueron sometidas al test Tukey alcanzaron valores medios de 30.55 y 61.80 % de brotación de las estacas a los 30 y 45 días respectivamente. De acuerdo al análisis de la varianza empleado para esta variable (Anexo 1) no se verificó un ainteración positica para los factores (parcelas) estudiados.

En la evaluación de los tratamientos se determinó que tratamiento T1 alcanzó mayores valores de brotación con 61.10 % mientras que el tratamiento testigo evidenció valores muy bajos de brotación alcanzando el 31.94 %. Estos valores pueden observarse en la Tabla 8.

Estos valores permiten demostrar que la dosis mas baja de hormonas enraizantes evaluada durante esta investigación alcanzó una mayor adaptabilidad y por ende una mayor brotación de las estacas, a diferencia de las otras dosis evaluadas que alcanzaron una igualdad estadística con valores inferiores al T1 pero superiores al testigo.

Estos resultados discrepan con los obtenidos por Macías, quien al evaluar diferentes concentraciones hormonas en el enraizamiento de ramas de cacao mediante la técnica de acodo aéreo reportó que el mayor porcentaje de prendimiento lo alcanzó empleando dosis elevadas de hormonas (2500 ppm ANA y AIB) en comparación con el testigo (49).

Tabla 6. *Porcentaje de brotación de las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB de acuerdo a los tratamientos.*

Tratamientos		**Brotación (%)**
T0	S / H (Sin Hormonas)	31.94 b
T1	3500 ppm ANA más 3500 ppm AIB	61.10 a
T2	4000 ppm ANA más 4000 ppm AIB	45.83 ab
T3	4500 ppm ANA más 4500 ppm AIB	45.83 ab

Se evidencia que conforme aumeta la concentración homonal el porcentaje de estacas vivas diminuye, este efecto de acuerdo a Weaver, citado por Tucupa, es debido a la toxicidad que presentan las hormonas ANA en comparación con AIB, puesto que en sus investigaciones encontraron que la aplicación de ANA concentrado a 5000 ppm, induce un enraizamiento, pero el índice de supervivencia al final fue inferior al 90 %, en comparación con AIB fue del 95% (44).

4.1.2. Sobrevivencia.

El porcentaje de mortalidad de las estacas enraizadas se registró de acuerdo a periodos, alcanzando valores medios de 38.19 y 38.20 % para los 30 y 45 días después de la siembra respectivamente. De acuerdo al análisis de la varianza para esta variable (Anexo 2) no se evidenció interacción para los factores (parcelas) estudiados.

En la evaluación de las dosis de hormonas enraizantes se pudo observar que el tratamiento testigo alcanzó los valores mas altos de mortalidad con el 61.11 %, mientras que el T1 registro la tasa de mortalidad mas baja con 22.22 %. No se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos hormonasles, sin embargo, se evidenció significancia comparado con el tratamiento testigo. Estos valores se pueden observar en la Tabla 10.

El empleo de hormonas enraizantes reduce notablemete el porcentaje de mortalidad de las estacas sometidas a enraizamiento, estos valores concuerdan con los datos obtenidos por Gallegos, quien en su investigación demostró que al emplear dosis ascendentes de auxinas para el enraizamiento de ramillas de cacao, la tasa de mortalidad iba disminuyendo, hasta alcanzar el 0% empleando 1500 ppm. Cabe recalcar que, de acuerdo a estos datos, el ácido indolbutírico es el responsable de reducir la mortalidad de las ramillas sometidas a enraizamiento (50).

Tabla 7. *Porcentaje de mortalidad de las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB, de acuerdo a los tratamientos.*

Tratamientos		Mortalidad (%)
T0	S / H (Sin Hormonas)	61.11 a
T1	3500 ppm ANA más 3500 ppm AIB	22.22 b
T2	4000 ppm ANA más 4000 ppm AIB	33.34 b
T3	4500 ppm ANA más 4500 ppm AIB	36.11 b

4.1.3. Numero de brotes.

De acuerdo a los tratamientos evaluados, el tratamiento T2 presentó la mayor cantidad de brotes formados con 1.89 en promedio, sin embargo, no se registró diferencias significativas entre las dosis hormonales evaluadas. El tratamiento testigo presentó un número menor de brotes. El coeficiente de variación otenido fue de 9.57 %, el mismo que se encuentra dentro de un rango aceptable para la presente investigación. Estos datos pueden verificarse en la Tabla 11.

Tabla 8. *Número de brotes obtenidos en las estacas de cacao de origen trinitario CCN-51 sometidas a enraizamiento con hormonas ANA y AIB.*

Tratamientos		Número de brotes
T0	S / H (Sin Hormonas)	1.29 b
T1	3500 ppm ANA más 3500 ppm AIB	1.84 a
T2	4000 ppm ANA más 4000 ppm AIB	1.89 a
T3	4500 ppm ANA más 4500 ppm AIB	1.70 a
C.V.		9.57

Los datos obtenidos en la presente investigación concuerdan con los resultados publicados en la investigación realizada por Campoverde, quien alcanzó un mayor número de brotes formados al emplear dosis mas altas de hormonas comerciales. Este autor establece que el numero de brotes es proporcional al estado nutricional de la estaca y a la cantidad de raíces formadas (51).

4.1.4. Análisis económico.

El análisis económico de la investigación refleja que existe beneficio al emplear esta técnica de propagación asexual al momento de obtener plantas de cacao, sin embargo, emplear esta metodología demanda gastos de producción en comparación al testigo, el cual alcanzó los costos mas bajos con $ 0.76, mientras que las dosis de hormonas alcanzaron costos que fueron de $ 1.46 a $ 1.58. Los ingresos obtenidos si fueron significativos, alcanzando hasta $ 16.00 en tratamiento T1, mientras que para el testigo apenas alcanzó los $ 7.00 respectivamente, esto debido al numero de plantas hábiles para la venta que se alcanza empleando las hormonas enraizadoras.

La relación beneficio costo sin embargo refleja que los mayores índices de beneficio costo se obtienen en el tratamiento testigo con 8.21, comparado con el T1 que alcanzó un índice de 6.20. No obstante, las plantas obtendinas mediante el empleo de hormonas presentaron mayor vigor y mejor estado vegetativo, lo cual compensa al tratamiento T1 al tener una menor tasa de mortalidad de plantas en comparación al tratamiento testigo. Estos valores pueden observarse en la Tabla 12.

Tabla 9. *Análisis económico del proyecto investigativo.*

Rubros	**TRATAMIENTOS**			
	Sin hormona	**(3500 ppm ANA + 3500 ppm AIB)**	**(4000 ppm ANA + 4000 ppm AIB)**	**(4500 ppm ANA + 4500 ppm AIB)**
	USD	**USD**	**USD**	**USD**
Hormonas ANA		0.27	0.30	0.33
Hormonas AIB		0.27	0.30	0.33
Alcohol		0.15	0.15	0.15
Talco inerte		0.40	0.40	0.40
Envases		0.37	0.37	0.37
Costos variables		**1.46**	**1.52**	**1.58**
Piola	0.30	0.30	0.30	0.30
Benomil	0.05	0.05	0.05	0.05
Plástico	0.13	0.13	0.13	0.13
Bomba atomizadora	0.18	0.18	0.18	0.18
Guantes	0.10	0.10	0.10	0.10
Costo fijo	**0.76**	**0.76**	**0.76**	**0.76**
Costo total	**0.76**	**2.22**	**2.28**	**2.34**
Plantas en venta	14	32	28	23
Precio	0.50	0.50	0.50	0.5
Total de ingresos	**7.00**	**16.00**	**14.00**	**11.50**
Beneficio neto	**6.24**	**13.78**	**11.72**	**9.16**
Relación beneficio costo	**8.21**	**6.20**	**5.14**	**3.91**

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Se determinó que la dosis de hormonas necesarias para alcanzar los mayores porcentajes de brotación en ramillas de cacao CCN-51 a nivel de vivero correspondió al tratamiento T1 cuya concentración es de 3500 ppm ANA + 3500 ppm AIB.

Se evaluó la sobrevivencia de las plantas de cacao CCN-51 en fase de climatación, donde se determinó que la mayor tasa de mortalidad fue registrada por el tratamiento testigo y que el empleo de hormonas enraizantes en dosis de 3500 ppm ANA + 3500 ppm AIB reduce notablemente la mortalidad.

El análisis económico del proyecto demostró que el empleo de hormonas enraizantes permite alcanzar un mayor beneficio, sin embargo la relación beneficio/costo fue mayor para el tratamiento testigo.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienta evaluar otras dosis de hormonas enraizantes en diferentes combinaciones que permitan alcanzar mejores resultados y mayores beneficios económicos.

Se recomienda evaluar metodologías de aclimatación de las estacas, siendo esta etapa una de las mas críticas para la obtención final de plantas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.

1. ANECAFÉ. Programa de Diversificacion del Ingresos en la Empresa Cafetelera Medellín, Colombia: Asociacion Nacional de Productores de Cafe; 2004.
2. Franco J. Ciencia con sabor a chocolate Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
3. Aguirre MI. El cacao orgullosamente Mexicano Mexico; 2005.
4. Bluer SL. Eliminacion de olores de la industria de cacao origen del cacao Madrid, España; 2010.
5. Pazmiño J. La Epoca cacaotera en Ecuador Quito; 2011.
6. Proecuador. Analisis del sector cacao y elaborados Quito, Ecuador: Instituto de promoción de exportaciones e inversiones; 2013.
7. Granda L, Alulema R. Plan estrategico para la produccion y comercializacion internacional de chocolates elaborados en base al cacao Ecuatoriano Quito, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana; 2012.
8. Morante JL. Efecto del activador microorganismo Biorootz , sobre el comportamiento agronomico de plantulas en semilleros de cacao en la zona de Caracol Babahoyo: Universidad Tecnica de Babahoyo; 2014.
9. Aldana M. La Multiplicacion por estaca o enraizamiento de ramilla: Una excelente alternativa para la reproducción asexual o vegetativa del cultivo de cacao Medellin, Colombia: USAID; 2011.
10. Somarriba E, Cepeda R, Asturga C, Quezada F, Vasquez N. Reproducion sexual del cacao Turrialba, Costa Rica; 2010.
11. Villalta J. Costos de produccion de 2 Hectareas de cacao CCN-51 de la finca Monica Narcisa , Reciento Cañalito,Canton Quevedo Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2015.
12. Quiroz J. Multiplicacion clonal de cacao por el metodo de enraizamiento(ramillas) Yaguache; 2010.

13. Mata A. Establecimiento de un sistema de propagacion vegetativo de genotipo superior de cacao (Theobroma cacao L.) por medio de ramillas en el Caite Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2006.

14. Rojas S, García J, Alarcón M. Propagacion Asexual de plantas (Conceptos basicos y Experiencia con especies Amazonica Bogotá, Colombia: Produmedios; 2004.

15. Hidalgo N. Algunos metodos de proagacion del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). 2014. Ministerio de Agricultura y Ganadería Costa Rica.

16. Eguez E. Potencial de enraizamiento de estacas ortotropicas proveniente de plantas somaticas de cuatro genotipo de cacao(theobroma cacao L.)Tipo nacional.Quevedo.Los Rios Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2010.

17. Macías J. Comportamiento agronómico de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato Quevedo, Ecuador: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2013.

18. Uribe M, Ulloa J, Delaveau C, Sáez K, Muñoz F, Cartes P. Influencia de las auxinas sobre el enraizamiento in vitro de microtallos de Nothofagus glauca (Phil.) Krasser. Gayana Botánica. 2012; 69(1): p. 105-112.

19. Cassini M. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y de la presencia de hojas en el arraigamiento de estacas de Nothofagus glauca (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. Ecología Austral. 2007 enero./junio; 17(1): p. 151-158.

20. Cuculiza P. Propagación de plantas Villanueva PL, editor. Lima, Perú; 1956.

21. Gutierrez R. Especies frutales nativos de la selva del Perú: estudio botánico y propagación por semillas La Molina, Perú: UNAS; 1969.

22. Dostert N, Roque J, Cano A, Latorre M. Hoja botanica: Cacao (Theobroma cacao L.) Lima, Peru; 2012.

23. Martínez W. Caracteristicas morfologicas y molecular del cacao Nacional Boliviano y deseleccion elite del Alto Beni Bolivia Turrialba - Costa Rica; 2007.

24. Isla E, Andrade B. Propuesta para el manejo de Cacao organico Lima- Peru; 2009.

25. Angulo F. Evaluacion de cuatros bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao(Teobroma cacao L.)Cultivar Nacional Riobamba, Ecuador: ESPOCH; 2009.

26. Silva G. Efecto de diferentes dosis de acido indol butirico en el enraizamiento de estacas de Lonchocarpus utilis (Barbasco) en vivero Yarinacocha, Perú: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía; 2015.

27. Dominguez D. Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas semileñosas de Pourouma cecropiifolia M. (Uvilla) utilizando propagadores de nebulización en Yarinacocha – Perú Yarinacocha, Perú: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía; 2015.

28. Avalos A, Porres M, Poll E, Durdon E, Arevalo L, Rosales JA. Caracterizacion agronomica, botanica y molecular de clones de cacao tipo criollo y mejorado de la zona sur de Guatemala Guatemala; 2012.

29. Morales J, García J, Méndez B. Qué sabe usted acerca de Cacao. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. 2012; 43(1): p. 79-81.

30. Benítez M. Manejo integrado de Moniliasis (Moniliothora roreri)en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)Mediante el uso de fungicidas y combinados con labores culturales Guayaquil- Ecuador; 2008.

31. Jimenez F, Agramonte D. Cultivo in vitro y macropropagación como vía de sostenibilidad de la propagacion de especies forestales. Biotecnologia vegetal. 2013 Enero; 13(1): p. 3-21.

32. Solano W. Embriogénesis somática en clones superiores de cacao (Theobroma cacao L.) obtenidos en el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE Turrialba (Costa Rica).; 2008.

33. Rojas S, García J, Alarcón M. Propagación asexual de plantas: Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas Bogotá, Colombia: Produmedios; 2004.

34. Morán E, Vera J. Influencia dela edad del patron de cacao(theobroma cacao L.)Sobre el rendimiento de los ingertos EET-575,EET-576 Y EET-103 ESPM-MFL Calceta; 2012.

35. Perez S, Ávila G, Coto O. El aguacatero (Persea americana Mill). Cultrop. 2015 Junio; 36(2): p. 111-123.

36. Instituto General de Investigacion y Extensión. Aspectos tecnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agricola Costa Rica; 2012.

37. Nieves F. Propagacion por esquejes de stevia (stevia rebaudiana bert)en tres sustratos y dos dosis de hormonas de enraizamiento bajo inverbadero Cuenca; 2012.

38. Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuaria. Guia Tecnologica del cultivo de cacao (theobroma cacao L.) Managua - Nicaragua; 2010.

39. Badilla Y, Murillo O. Enraizamiento de estacas de esecie forestales Costa Rica; 2005.

40. Carvajal T, Carrillo R, Solorzano G, Cobeña G, Rivera R, Valdez J. Propagacion de Plantas en Viveros en Zona Tropical Portoviejo: INIAP, Estación Experimental Portoviejo; 2008.

41. Melba Navarro Prado IMA. Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales Nicaragua.

42. Hernandez A. Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en Theobroma cacao L: Estado actual y perspectivas de uso en Cuba. scielo. 2014 abril; 29(1): p. 11-19.

43. Simbaqueba R, Serna F, Posada F. Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera:Aphididae) del museo entomológico UNAB. Primera aproximación. Bol.Cient.Mus.Hist.Nat. 2014 enero - junio; 18(1): p. 222-246.

44. Tucupa W. Efecto de la aplicación de tres tipos de hormonas enraizantes en tres sustratos, para la propagación de estacas GXN como pie de injerto para el duraznero, en el municipio de Luribay, provincia Loayza – La Paz La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres; 2012.

45. Andrade M. Biomanejo Integral Organico Sustentable para la Agricultura SPP de RL de CV Michoacam; 2010.

46. Villa E. Efectos de dos hormonas enraizantes sobre plantas clonales de cacao(teobroma cacao L.)de la variedad CCN-51 a nivel de vivero en la zona de la troncal,provincia del Cañar; 2015.

47. Sánchez E. Evaluacion de dos fitorreguladores en cuatro sustratos para el enraizamiento del porta injerto en (Rosa manetti) en el Centro Experimental de Cota Cota La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres; 2015.

48. INAMHI. Anuario Meteorologico; 2016.

49. Macías J. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.

50. Gallegos J. Enraizamiento de ramillas de cacao (Theobroma cacao) utilizando dos fitohormonas Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2016.

51. Campoverde J. Efecto de dos hormonas enraizantes sobre estacas de cacao (Theobroma cacao L) de la variedad CCN-51 en la zona de Matilde Esther, en la provincia del guayas Cumandá, Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato; 2017.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos.

Anexo 1. *Análisis de la varianza para la variable brotación.*

FV	GL	SC	CM	FC	Pr<Fc
Días	1	7810.9	7810.9	73.193	0.0001
Error A	6	640.3	106.7		
Tratamiento	3	3406.0	1135.3	5.330	0.0083
Días*Tratamiento	3	875.6	219.9	1.370	0.2837
Error B	18	3834.1	213.0		
Total	32	16566.9			
C.V. A					22.37 %
C.V. B					31.61 %

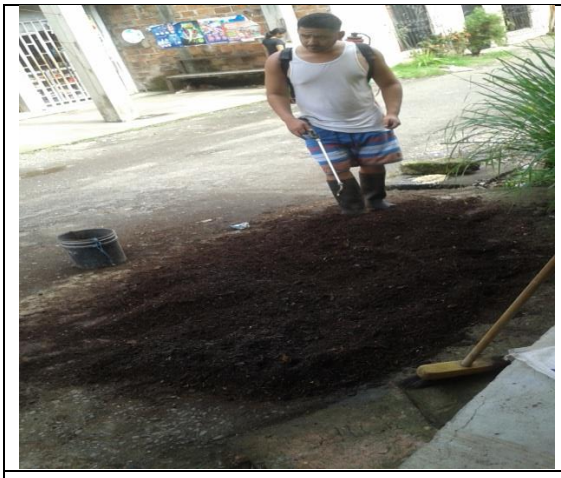
Anexo 2. *Análisis de la varianza para la variable mortalidad.*

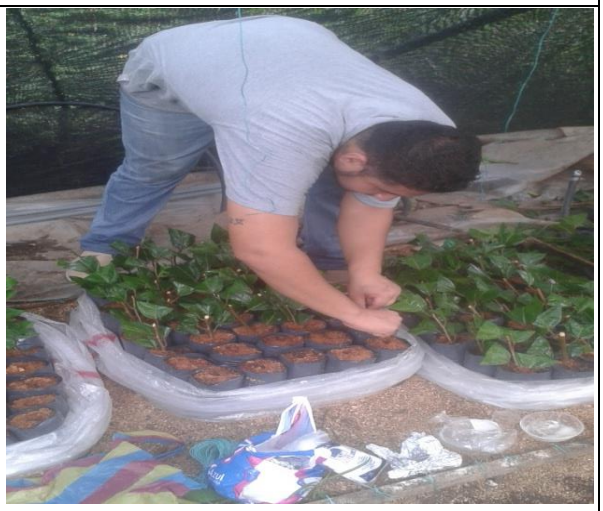
FV	GL	SC	CM	FC	Pr<Fc
Días	1	0.0	0.00	0.0000	0.9985
Error A	6	1280.6	213.43		
Tratamiento	3	6464.8	2154.92	8.4646	0.0010
Días*Tratamiento	3	0.0	0.00	0.0000	1.0000
Error B	18	4582.4	254.58		
Total	32	12327.8			
C.V. A					38.25 %
C.V. B					41.77 %

Anexo . *Análisis de la varianza para la variable número de brotes.*

FV	GL	SC	CM	FC	Pr<Fc
Tratamiento	3	0.8768	0.2923	11.33	0.0008
Residuo	12	0.3094	0.0258		
Total	15	1.1863			
C.V.					9.57 %

7.1.1. Evidencia fotográfica.

<table>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>A. Fumigación del sustrato</td><td>B. Llenado de funda</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>C. Peso de la hormonas</td><td>D. Mescla homogenia en la preparación de las hormonas</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>E. Reactivos utilizados</td><td>F. Vareta</td></tr>
</table>

G. Desinfección de las varetas en fungicida	H. Corte en bixel de la vareta
	
I. Impregnación de la hormona en la vareta	J. Siembra
K. Estado microclima	L. Presencia de brotes

N.Brotes	O. Hojas verdadera