



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Agronecuaria.

Título de la investigación:

**"CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DEL ÁCIDO ALFA-NAFTALENACÉTICO
EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-
51 DE ORIGEN TRINITARIO"**

Autora:

Jeniffer Lissbeth Mora Zambrano

Director:

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez M.Sc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Mora Zambrano Jeniffer Lissbeth**, 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 de 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 normatividad institucional vigente.

Mora Zambrano Jeniffer Lissbeth

C.C. 092104612-4

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El suscrito, **Ing. Erick Eguez Enriquez**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Mora Zambrano Jeniffer Lissbeth**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: "**CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DEL ÁCIDO ALFA-NAFTALENACÉTICO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 DE ORIGEN TRINITARIO**", previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Erick Eguez Enriquez
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN 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, siguiendo las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Ing. Erick Eguez Enriquez**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado, "**CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DEL ÁCIDO ALFA-NAFTALENACÉTICO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 DE ORIGEN TRINITARIO**", de autoría de la estudiante **Mora Zambrano Jeniffer Lisssbeth**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del, 8 %, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	Trabajo de titulacion Jeniffer Mora.docx (D43056229)
Presentado	2018-10-25 08:58 (-05:00)
Presentado por	gerardo francisco segovia freire (gsegovia@uteq.edu.ec)
Recibido	gsegovia.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Análisis de Documento Mostrar el mensaje completo
	8% de estas 31 páginas, se componen de texto presente en 14 fuentes.

Ing. Erick Eguez Enriquez
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**"CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DEL ÁCIDO ALFA-NAFTALENACÉTICO
EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-
51 DE ORIGEN TRINITARIO"**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Gerardo Segovia Freire. M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Luis Godoy Montiel PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Raquel Guerrero Chuez. M.Sc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro padre celestial por darme la fortaleza de seguir luchando día a día en el transcurso de este recorrido, gracias a Él estoy culminando esta etapa importante en mi vida.

A mi madre, María Zambrano, quien ha sido el pilar fundamental en cada paso que se ha presentado siendo mi apoyo incondicional en aquellos momentos difíciles.

A mis hermanos y familia por sus infinitas palabras de aliento ya que ellos estuvieron siempre a mi lado de una u otra manera dando ánimos y consejos para seguir adelante y culminar esta gran labor.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO y a la Facultad de Ciencias Pecuarias, especialmente a la carrera Ingeniería Agropecuaria.

Agradecimiento especial al Ing. Erick Eguez Enriquez Director de Tesis, quien, con sus conocimientos y su experiencia, paciencia ha logrado que pueda finalizar mi trabajo de investigación con éxito.

A mis amigos (as) que de una u otra manera estuvieron apoyándome en esta etapa de la investigación por sus consejos y ayuda desinteresada que me brindaron a lo largo de mi vida universitaria, muchas gracias amigos por su amistad.

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa de mi vida, dedico este trabajo a Dios nuestro creador por haberme dado las fuerzas necesarias y el valor para seguirme superando.

A mi madre, María Zambrano, quien ha sido el pilar fundamental para que yo llegue hasta donde estoy además de inculcarme valores y enseñarme que no hay barreras imposibles la cual no se puedan lograr.

A mi papá, Walter Mora, quien desde el cielo me cuida a lo largo del caminar quien me dejó encaminada dando ejemplo de lucha y perseverancia día tras día.

A mis hermanos Mariuxi, Darwin, Carlos, Fernanda y sobrinos quienes son el apoyo y siempre estar en los momentos difíciles que se me presentan.

Resumen

El Ecuador, es uno de los países de mayor producción de cacao, y es una fuente importante de la economía local. Sin embargo, se estima que por cuestiones de deterioro el 40 % de la superficie actual requiere renovación. Por ello se han incorporado la metodología de enraizamiento de estacas plagiotrópicas para mantener las características genéticas de la planta madre. Esta investigación se llevó a cabo en la finca experimental "La María", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. El propósito de la investigación fue evaluar la viabilidad del ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas de cacao tipo CCN-51. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un modelo de parcelas divididas con arreglo factorial (Estados de conservación de la hormona y tiempos de evaluación). Para evaluar la viabilidad del ácido naftalenacético fueron considerados tres estados de conservación, (hormona fresca, hormona de tres meses y hormona de seis meses), en diferentes periodos de observación (0, 15, 30, 45, 60 y 75 días). Se evaluó sobrevivencia, tiempo a la brotación, número de brotes, sistema radicular y estudio de beneficio-costos. El porcentaje de sobrevivencia obtenido fue de 60.44%. El porcentaje del tiempo a la brotación fue de 81.77%, observándose que a los 75 días se estabiliza la hormona. En el número de brotes se obtuvo un porcentaje de 3.06%. El indicador estimado de beneficio costo (B/C) demostró una rentabilidad del 46%. El uso de hormonas en diferentes tiempos de conservación, no influyen en el enraizamiento de cacao, debido a que su viabilidad, parece estar influenciada por las condiciones medioambientales, además de un adecuado suministro de agua y nutrientes, en su última etapa de evaluación.

Palabras Claves: Hormonas, viabilidad, propagación, rizogénesis, brotación.

ABSTRACT AND KEYWORD

Ecuador is one of the countries with the highest production of cocoa, and is an important source of the local economy. However, it is estimated that 40% of the current surface area requires renewal due to deterioration. For this reason, the methodology of rooting plagiotropic cuttings has been incorporated to maintain the genetic characteristics of the mother plant. This investigation was carried out in the experimental farm "La María", property of the State Technical University of Quevedo. The purpose of the research was to evaluate the viability of alpha-naphthalenacetic acid 0.40% (Hormonagro # 1) in the rooting of cocoa stakes type CCN-51. Completely Randomized Design (CRD) was applied with a model of divided plots with factorial arrangement (states of conservation of the hormone and evaluation times). To evaluate the viability of naphthaleneacetic acid, three conservation states were considered (fresh hormone, hormone of three months and hormone of six months), in different periods of observation (0, 15, 30, 45, 60 and 75 days). Survival, sprouting time, number of shoots, root system and benefit-cost study were evaluated. The percentage of survival obtained was 60.44%. The percentage of time to sprouting was 81.77%, observing that after 75 days the hormone stabilizes. In the number of outbreaks a percentage of 3.06% was obtained. The estimated cost benefit indicator (B / C) showed a profitability of 46%. The use of hormones in different conservation times does not influence the rooting of cocoa, because its viability seems to be influenced by environmental conditions, in addition to an adequate supply of water and nutrients, in its last stage of evaluation.

Key words: Hormones, viability, Propagation, rhizogenesis, sprouting.

.

Tabla de contenido

Resumen	viii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Estacas.....	9
2.1.2. Enraizamiento.....	9
2.1.3. Plántulas.....	9
2.1.4. Hormonas.....	9
2.1.5. Propagación vegetativa.....	9
2.2. Marco referencial.....	9
2.2.1. Origen del cacao.....	10
2.2.2. Características botánicas.....	10
2.2.3. Características del clon CCN-51.....	11
2.2.4. Métodos de propagación de cacao.....	11
2.2.4.1. Propagación sexual.....	11
2.2.4.2. Propagación asexual.....	11
2.2.5. Uso y eficacia de los enraizadores.....	11
2.2.6. Enraizado de estacas y acodos.....	12
2.2.6.1. Procesos a realizar.....	12
2.2.7. Técnica de micro propagación.....	12
2.2.8. Técnica de estaca.....	12
2.2.8.1. Ácido Abscísico (ABA).....	13
2.2.8.2. Giberelinas (GA).....	14

2.2.8.3 Etileno	14
2.2.8.4 Poliaminas (PA)	14
2.2.8.5 Jasmonatos	14
2.2.8.6. Ácido Salicílico (SA)	14
2.2.8.7. Rizogénesis.....	15
2.2.9. Hormonas.	15
Hormonagro	15
CAPÍTULO III	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1. Localización.	21
3.2. Tipo de investigación.	21
3.3. Método de investigación.	21
3.4. Fuentes de recopilación de la información.	22
3.5. Diseño de la investigación.	22
3.6. Instrumentos de investigación.	24
3.7. Procedimiento experimental.....	24
3.7.1. Métodos de manejo del experimento.	24
3.8. Recursos humanos y materiales.	26
3.8.1. Materiales de invernadero.	26
3.8.2. Genotipos.....	26
3.8.3. Hormona.....	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Sobrevivencia.	28
4.2. Tiempo de brotación.....	29
4.5. Costo/ Beneficio	36
CAPÍTULO V	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1. Conclusiones.	40
5.2. Recomendaciones.....	41
CAPÍTULO VI	42
BIBLIOGRAFÍA	42
6.1. Bibliografía.	43
CAPÍTULO VII	47
ANEXOS	47

Tabla 1. <i>Composición química de hormonagro</i>	16
Tabla 2. <i>Condiciones meteorológicas de la finca experimental La María.</i>	21
Tabla 3. <i>Esquema del análisis de la varianza.</i>	23
Tabla 4. <i>Esquema del experimento.</i>	23
Tabla 5. <i>Promedios de brotación en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético</i>	29
Tabla 6. <i>Promedios del número de brotes en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético.</i>	32
Tabla 7. <i>Promedios del sistema radicular en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético</i>	34
Tabla 8. <i>Costos fijos y variables en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético.</i>	37
Anexo 1. <i>Suministrando la hormona</i>	48
Anexo 2. <i>Siembra de las estacas</i>	48
Anexo 3. <i>Aplicacion de agua</i>	48
Anexo 4. <i>Admosfera controlada</i>	48
Anexo 5. <i>Estaca Enraizada</i>	48
Anexo 6. <i>Hormona enraizadora</i>	48
Anexo 7. <i>Croquis del campo de investigación.</i>	49
Anexo 8. <i>Análisis de varianza</i>	51
Anexo 9. <i>Análisis de varianza modelo lineal</i>	51
Anexo 10. <i>Análisis de varianza modelo cuadrático</i>	51
Anexo 11. <i>Análisis de varianza modelo cubico</i>	52
Anexo 12. <i>Análisis de varianza Brotacion</i>	52
Anexo 13. <i>Análisis de varianza modelo lineal Brotación</i>	52
Anexo 14. <i>Análisis de varianza modelo cuadrático Brotación</i>	53
Anexo 15. <i>Análisis de varianza modelo cubico Brotacion</i>	53
Anexo 16. <i>Análisis de varianza Número de Brotes</i>	53
Anexo 17. <i>Análisis de varianza modelo lineal Número de Brotes</i>	54
Anexo 18. <i>Análisis de varianza modelo cuadrático Número de Brotes</i>	54
Anexo 19. <i>Análisis de varianza modelo cubico Numero de Brotes</i>	54

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	"CONSERVACIÓN Y VIABILIDAD DEL ÁCIDO ALFA-NAFTALENACÉTICO EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) CCN-51 DE ORIGEN TRINITARIO"			
Autor:	Mora Zambrano Jeniffer Lissbeth			
Palabras clave:	Hormonas	Viabilidad	Propagación	Rizogenesis
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen	El Ecuador es uno de los países de mayor producción de cacao y es una fuente importante de la economía local. Sin embargo, se estima que por cuestiones de deterioro el 40 % de la superficie actual requiere renovación. Por ello se han incorporado la metodología de enraizamiento de estacas plagiotrópicas para mantener las características genéticas de la planta madre. Esta investigación se llevó a cabo en la finca experimental "La María", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. El propósito de la investigación fue evaluar la viabilidad del ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas de cacao tipo CCN-51. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA).			
Abstract	Ecuador is one of the countries with the highest production of cocoa, and is an important source of the local economy. However, it is estimated that 40% of the current surface area requires renewal due to deterioration. For this reason, the methodology of rooting plagiotropic cuttings has been incorporated to maintain the genetic characteristics of the mother plant. This investigation was carried out in the experimental farm "La María", property of the State Technical University of Quevedo. The purpose of the research was to evaluate the viability of alpha-naphthalenacetic acid 0.40% (Hormonagro # 1) in the rooting of cocoa stakes type CCN-51.			
Descripción	90 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM			

Introducción.

El cacao, *Theobroma cacao* L., es una planta de origen americano. Debido al medio de vida nómada que constantemente llevaron los pueblos originarios de este continente, es metódicamente imposible decir a ciencia cierta cuál fue el territorio de procedencia de esta planta. En el Ecuador la superficie total de cultivo de cacao es de 378520 hectáreas, que corresponden a 54000 unidades de producción, es el séptimo productor mundial de cacao, con un volumen de 89036 toneladas métricas por año. Aproximadamente el 90% de la superficie dedicada a la producción de cacao está en manos de pequeños propietarios y representa casi el 65% de la producción nacional (1).

En cuanto a los sistemas de reproducción, el método en el cual se utiliza semilla botánica para la propagación es conocida como propagación sexual, y es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción. Sin embargo, cuando se usa un método de reproducción asexual (utilizando partes vegetativas de la planta seleccionada) no implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta.

La metodología de enraizamiento de estacas plagiotrópicas es uno de los métodos más usados ya que además de mantener las características genéticas de la planta madre, permite la multiplicación masiva de plantas, para obtener plantas de buenas características y altos rendimientos se debe realizar una buena selección del material a producir en el vivero (2). Sin embargo a pesar de la masificación de producción de plántulas en viveros, por métodos tradicionales como el enraizamiento de ramas o estacas, todavía no supera la eficiencia del 50%, debido al uso de hormonas que han perdido su efectividad a lo largo del tiempo o el mal manejo del material vegetal durante el proceso de formación de las plantas (3).

La multiplicación de varetas de cacao a través de la técnica de enraizamiento, se está desarrollando a escalas considerables en países productores de cacao como Colombia, Brasil, Ecuador, Costa Rica y otros a nivel mundial, quienes han tenido éxito al utilizar esta técnica, logrando establecer plantaciones de considerable magnitud y producciones a corto plazo (2).

Los procesos de enraizamiento están bajo el control de las diversas hormonas naturales que se sintetizan en las diferentes partes de la planta. La fitohormona actúa de forma conjunta

no aislada, de modo que el desarrollo normal de una planta es el resultado del efecto neto de un equilibrio hormonal. Estas sustancias pueden ser de cuatro tipos: auxinas, citocininas, giberelinas y etileno, producidas en diferentes órganos de la planta, y son movilizadas a otras partes o sitio de acción en bajas concentraciones (4).

Por lo expuesto, es necesario mejorar este proceso optimizando el uso y manejo de hormonas enraizadoras con la finalidad de perfeccionar la propagación masiva de materiales genéticos mejorados. En esta investigación se aportó a elevar los ingresos de los viveristas y productores, minimizando las pérdidas por la poca o nula efectividad de sus mecanismos de reproducción sexual (5).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El cacao tiene gran demanda y aprecio por el mercado internacional; sin embargo, el alto costo de las plantas obtenidas por injertación en los viveros, incrementa el costo inicial de producción para los pequeños y medianos agricultores, por lo que, la propagación por estacas podría ser más factible para superar el inconveniente de precio. No obstante, el nivel de prendimiento de plántula por estaca es bajo (40 - 50%), debido a que no se ha desarrollado una técnica que permita elevar el porcentaje de prendimiento de plántulas, esto limita la producción masiva de plantas por este método.

Ante la necesidad de implementar nuevas plantaciones de cacao, la renovación y rehabilitación de huertas viejas, surge la necesidad de efectuar nuevas técnicas de propagación o mejorar las técnicas ya existentes, siendo muy conveniente la aplicación de productos hormonales, cuya efectividad todavía es desconocida por parte de muchos productores cacaoteros. Dado que las hormonas desempeñan funciones vitales en la fisiología de la planta la optimización en el uso de estas puede llegar a ser una alternativa muy útil.

Diagnóstico.

En general los procesos de renovación de las plantaciones, han sido afectados debido a la carencia o escaso material genético mejorado. Además, este proceso se ha visto limitado por su dependencia de las metodologías tradicionales de propagación, siendo estas principalmente los métodos de injertación de yemas (con muchas variantes) y enraizamiento de ramas plagiotrópicas.

Pronóstico.

¿Cuál será el comportamiento del cacao CCN-51, si se obtiene una baja viabilidad del ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas?

1.1.2. Formulación del problema.

¿Es efectivo el uso de ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas de cacao tipo CCN-51?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿La aplicación de ácido alfa-naftalenacético (0,40%) en óptimas condiciones en el enraizamiento de estacas de cacao estimulará el desarrollo de la biomasa radicular?

¿El uso de hormonas enraizantes en óptimas condiciones será una alternativa viable en la propagación por estaca de cacao CCN-51?

1.2.Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- Evaluar la viabilidad del ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas de cacao tipo CCN-51.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el desarrollo y crecimiento del sistema radicular en estacas de cacao tipo CCN-51 con la utilización del ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1).
- Establecer el tiempo de conservación del Ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) para el enraizamiento de estacas de cacao CCN-51.
- Calcular el beneficio costo (B/C) en la conservación y viabilidad de la hormona (Hormonagro #1).

1.3. Justificación.

Los altos costos de producción de plántulas en el vivero y el bajo porcentaje de efectividad, sobre todo en la multiplicación por estacas, posiblemente se debe a que aún no se ha estimado cual es el nivel óptimo de insumos enraizantes que se deben utilizar en este tipo de multiplicación, lo que probablemente también influya en el porcentaje de prendimiento de plántulas, que en el caso de cacao CCN-51, no es el ideal.

El material vegetal a enraizar debe ser seleccionado de plantas madres con alta genética tanto en la producción, resistencia a plagas y enfermedades y sobre todo que se encuentre adaptadas a las zonas del cultivo.

Al desarrollarse una técnica de propagación que aumente el porcentaje de prendimiento esta permitirá a los pequeños y medianos productores, así como también a los viveristas, invertir menos recursos en esta actividad y fomentar la actividad cacaotera generando mayores fuentes de trabajo, mejores ingresos y condiciones de vida para los agricultores. Los agricultores necesitan efectuar la rehabilitación en las plantaciones de cacao por medio de plántulas por estacas, los enraizantes surgen como una alternativa para brindar una mejor adaptabilidad y viabilidad de producción de las plántulas que se comercializan en viveros.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Estacas.

Una estaca es un fragmento de tallo con yemas (o esqueje) de consistencia leñosa que se separa de un árbol o de un arbusto y se introduce en el suelo o en un sustrato para que arraigue en él y forme una nueva planta. Las estacas, por consiguiente, son un medio para la propagación vegetativa o asexual de muchas variedades y especies arbóreas y arbustivas (6).

2.1.2. Enraizamiento.

Hace referencia al proceso vegetativo de propagación, mediante el uso de hormonas que permitan formar raíces a partes vegetales específicas (7).

2.1.3. Plántulas.

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas (6).

2.1.4. Hormonas.

Las hormonas son sustancias segregadas por células especializadas, localizadas en glándulas endocrinas (carentes de conductos), o también por células epiteliales e intersticiales cuyo fin es el de influir en la función de otras células (8).

2.1.5. Propagación vegetativa.

También llamada regeneración vegetativa, es la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido o un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas) de la planta madre. Cualquier parte de una parte (en teoría) puede dar origen a otra de iguales características (9).

2.2. Marco referencial.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia Malvaceae. Las especies del género *Theobroma* son árboles ramificados con hojas simples y con un fruto indehiscente carnosos (mazorca). El género forma pequeños árboles con hojas palmaticompuestas (10).

2.2.1. Origen del cacao.

Esta planta es originaria de los trópicos húmedos de América. Su centro de origen parece estar situado en el noroeste de América del Sur, en la zona amazónica. Cuando los españoles llegaron a América encontraron el cacao en México, importante centro de dispersión de la especie. Su nombre botánico es *Theobroma cacao* L. Pertenece a la familia de las Esterculiáceas. El Ecuador con el pasar de los años ha sido tradicionalmente uno de los países más grandes productores de cacao fino y de aroma. El cacao es conocido como la pepa de oro (11).

2.2.2. CCN-51.

Castro, hace más de 30 años seleccionó y estudio el clon CCN-51. Este incansable científico investigaba la población de cacao en nuestro alto Amazonas, coleccionando material genético para usarlos en programas de cruzamientos con variedades Trinitarias y otros cultivares, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades que más afectan a nuestros huertos de cacao: como es la Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*), Monilia (*Moniliophthora roreri*) y Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*) (10).

2.2.3. Características botánicas.

- ❖ **Planta:** este árbol de tamaño mediano mide (5 a 8 metros de altura) aunque si le deja crecer libremente baso sombra intensa puede llegar a medir hasta 20 metros.
- ❖ **Sistema radicular:** raíz principal pivotante y muchas secundarias, de las cuales la mayoría se encuentra en los primeros 30 cm de suelo.
- ❖ **Hojas:** simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de peciolo corto.
- ❖ **Flores:** son pequeñas y se producen al igual que el fruto en racimos pequeños sobre el tronco y las ramas, alrededor de donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas y se abren en la tarde y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos, la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*.

❖ **Frutos:** el fruto del árbol de cacao es una baya grande comúnmente llamada mazorca que crece de manera inusual, sale directamente del tronco y de igual manera de las ramas más antiguas (12).

❖ **Variedades.**

Existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario (13).

2.2.4. Métodos de propagación de cacao.

2.2.4.1. Propagación sexual.

La reproducción sexual tiene lugar por medio a la unión de dos individuos de géneros diferentes. En cacao el resultado del cruzamiento entre dos clones da lugar a una planta híbrida, cuyas características genéticas van a depender de transmisión de los caracteres de ambos padres. Al inicio de la colonización, la explotación del cultivo del cacao se desarrollaba con plantaciones uniformes de los grupos Criollos, Nacional, etc. A medida que aumentaba la propagación de estos materiales, se producían mezclas por medio a cruzamientos espontáneos entre los diferentes grupos genéticos, dando lugar a poblaciones de cacao de mayor vigor y rendimiento que las originales (12) (14).

2.2.4.2. Propagación asexual.

Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta (3) Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético (15).

La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas. Existen varios métodos siendo el más usado el de los injertos ya que no requiere de instalaciones costosas y permite aprovechar el material vegetativo de la “planta madre” al máximo posible (16).

2.2.5. Uso y eficacia de los enraizadores.

Para estimular el crecimiento de las raíces de las varetas del cacao y mejorar el rendimiento de la producción, es necesario un buen manejo tanto del producto a

seleccionar como la hormona aplicada para el desarrollo de las plantas. Ya que esto influye de manera significativa en el proceso de propagación (17).

2.2.6. Enraizado de estacas y acodos.

La propagación por estacas consiste en cortar una rama de un árbol seleccionado y someterla a un tratamiento especial para que produzca raíces. Para el enraizamiento es necesario el uso de propagadores, que pueden ser hechos de diversos materiales. La estaca requiere además reunir condiciones especiales de vigor y un manejo adecuado (18).

2.2.6.1. Procesos a realizar.

Es necesario realizar una selección de árboles para la extracción de las ramillas o estacas a utilizar los árboles seleccionados para extraer las ramillas deben ser de excelente producción, con buenas características agronómicas, buena arquitectura o formación, tolerantes a plagas, enfermedades y con una buena calidad de grano, para que sea aceptado por el mercado nacional e internacional. Los árboles seleccionados se identifican con una tarjeta señalando la finca y la clase de clon (19).

2.2.7. Técnica de micro propagación.

La micropropagación consiste en producir plantas a partir de porciones muy pequeñas de ellas, de tejidos o células cultivadas asépticamente en un tubo de ensayo o en otro recipiente en que se puedan controlar estrictamente las condiciones de ambiente y la nutrición (20).

2.2.8. Técnica de estaca.

Se corta de la planta madre una vareta, después de lo cual esa vareta se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallo, obteniéndose con ellos una planta nueva e independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (21).

2.3. Reguladores de crecimiento de plantas utilizados en propagación.

Los regulador del crecimiento vegetal (RCV) son un grupo de sustancias orgánicas naturales o artificiales (sintéticas) que afectan los procesos fisiológicos de la planta a concentraciones muy bajas. generalmente en cantidades nanomolares (10^{-9} nM) a micromolar (10^{-6} μ M).

2.3.1. Fitohormonas

Las plantas sintetizan sustancias que intervienen en su crecimiento y desarrollo, de las que se conocen de cuatro tipos como auxinas, citocininas, giberelinas y etileno, las mismas que son producidas en diferentes órganos de la planta y son movilizadas a otras partes o sitio de acción en bajas concentraciones para regular los procesos fisiológicos (22) (23). Es función de las fitohormonas regular la velocidad de crecimiento de las diferentes partes de la planta, estas actúan de forma conjunta y no aislada de modo que el desarrollo normal de una planta es el resultado del efecto neto de un equilibrio hormonal (24).

2.3.2. Auxinas

Esta hormona cumple un papel muy importante en el desarrollo fisiológico normal de la planta. La primera clase de hormonas vegetal y descubierta fue la auxina (22) y descrita por Charles Darwin (25).

Las auxinas se encuentran en toda la planta, la manera en que las auxinas hacen crecer a la planta es por medio del volumen celular provocado por absorción de agua. En algunos estudios se han identificado una enzima involucrada en la producción de auxina, hormonas de crecimiento vegetal que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta como la división celular y floración (26).

2.3.3. Citoquininas.

Las citoquininas son una clase de hormonas vegetales que interviene en el crecimiento y la división celular, las cuales interactúan con las auxinas induciendo y promoviendo la formación de órganos tales como flores, raíces, etc. (22). Las citoquininas son derivados de la adenina, un componente tanto del ADN como del ARN, y están presentes en formas ribosídicas. Las citoquininas se sintetizan en las puntas meristema apical radicular de las raíces y desarrollan las semillas, se transportan de las raíces a los brotes a través del tejido del xilema (27).

2.3.4. Ácido Abscísico (ABA)

ABA es un ácido que se encuentra en plantas inferiores, que se identificó por primera vez a principios de la década de 1960 como un inhibidor del crecimiento y se sintetiza indirectamente para carotenoides. ABA es casi inalterado cuando está presente en el ácido (espacio ocupado por las manos entre las células) dependiendo del

comportamiento de plantas y puede cruzar fácilmente la membrana de plasma en las células (22).

2.3.5. Giberelinas (GA)

La función de esta fitohormona es estimular la división y la prolongación celular, tal como el crecimiento de tallos y entrenudos, de manera acelerada. Las GA están omnipresentes tanto en las angiospermas como en las gimnospermas. También se han aislado de plantas inferiores como musgos, algas y algunas especies de hongos y bacterias (28).

2.3.6. Etileno

El etileno es una hormona gaseosa con una estructura simple y es el único miembro de su clase. Se produce a partir de la metionina en prácticamente todos los tejidos en las plantas superiores. La metionina se conserva primero con S-adenonosil metionina (SAM), que luego se convierte con ácido 1-carboxílico (ACC) por ACC-sintasa es el paso limitante de la velocidad para etileno (29).

2.3.7. Poliaminas (AP)

En las plantas las poliaminas son un grupo de compuestos nitrogenados de bajo peso molecular que se presentan en las células mediante dinamina, putrecina, tiamina espermidina y tetramina espermina (30). Son esenciales para el desarrollo de las mismas y tienen la capacidad de proteger a las AP, son capaces de crecer y desarrollarse normalmente (24).

2.3.8. Jasmonatos (MeJA)

El ácido jasmónico está ampliamente presentes en las especies del reino vegetal. El metiljasmonato (MeJA) es un aceite fragante de ciertas frutas y flores como el jazmín, del cual se deriva el nombre de ácido jasmónico, el inhiben muchos procesos de crecimiento y desarrollo de plantas, incluida la germinación de semillas (31).

2.3.9. Ácido Salicílico (SA)

El ácido salicílico (SA) es reconocido como una hormona de crecimiento vegetal, se encuentra ubicuamente en especies de plantas biosintetizadas, es un regulador endógeno de la resistencia a enfermedades, tienen un papel general en la sensibilidad a los patógenos mediante la inducción de las proteínas relacionadas con la patogénesis (24).

2.4. Rizogénesis

La rizogénesis es un proceso que engloba un conjunto de fenómenos fisiológicos en el cual se desarrollan las raíces. Para promover la rizogénesis se utilizan reguladores de crecimiento como son las auxinas, que mediante la organización de iniciadores radicales se transforman en primordios radicales y dan la formación de raíces adventicias, las cuales en condiciones adecuadas crecen para la supervivencia de la planta (32).

2.4.1. Ácido Naftalenacético (ANA)

Esta auxina es utilizada 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.

2.4.2. Ácido Indolbutírico (AIB)

Estos reguladores pueden modificar tanto el tipo de raíces como el número en que se produzcan, el AIB como inductor de las raíces adventicias produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas.

2.5. Hormonas comercial o sintética.

Hormonagro # 1 es una sustancia química que actúa como estimulante, el cual contribuye a la emisión de un mayor sistema radicular en las plantas siendo ampliamente empleadas debido a su mayor solubilidad en agua. Las concentraciones que se usan son muy bajas debido a la alta toxicidad que pueden presentar para el material vegetal. Es utilizado para la propagación asexual por medio de estacas, enraizar acodos y esquejes. Las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento de Hormonagro # 1 fomenta eficazmente el enraizamiento.

Las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento contenidos en Hormonagro # 1 son de origen similar a las producidas normalmente por la planta (8) (9) (Tabla 1).

Tabla 1. *Composición química de Hormonagro #1*

Compuestos	(p/p)
Ingrediente activo (A.N.A.)	0.4 %
Aditivos e inertes	99.6 %

2.5.1. Uso y aplicación

Se recomienda aplicar para la emisión de raíces en estacas. Cuando se utiliza este método de propagación vegetativa se introduce la parte inferior del esqueje dentro de la solución de fitohormona (elaborado por el autor).

2.5.2. Dosis

La dosis recomendada para estacas es de 4000ppm.

2.6. Investigaciones relacionadas

Villa (33), en su estudio comprobó que el uso de hormonas para el enraizamiento es indispensable para la propagación asexual y especificó que el uso de la Hormonagro #1 resulta de gran beneficio ya que en su ensayo obtuvo un prendimiento de 41% a los 60 días y un promedio de 8.79 cm de longitud radicular a los 70 días. Sin embargo, el resultado obtenido de las dosis de dos hormonas enraizantes sobre estacas de cacao, presentó que la hormona IBA brindó un prendimiento de 80% a los 60 días y un promedio de longitud radicular a los 70 días de 13.08.

Compoverde (34), en su trabajo de investigación comprobó el uso de dos hormonas enraizantes (Hormonagro e Iba) sobre plantas clonales de cacao de la variedad CCN -51 a nivel de vivero, con tres tratamientos (Hormonagro en dosis de 0.04 g/ ramilla; segundo tratamiento fue IBA en dosis de 0.00084 g/ ramilla; y el tercer tratamiento un testigo absoluto), el ensayo fue realizado bajo un Bloques Completos al Azar. La investigación arrojó los siguientes resultados: en la variable número de estacas prendidas a los 60 días (%) no existió diferencia estadística pero matemáticamente el tratamiento H2D2 (hormona IBA con dosis de 800 mg) con un promedio de 80%. Para la variable número de brotes a los 65 días si existió diferencia, donde el tratamiento H1D2 (Hormonagro #1 con dosis de 800 mg) presentó el mejor resultado con un promedio de 3.22 y el tratamiento H1D1 (Hormonagro #1 con dosis de 400 mg) el que menor promedio presentó con 2.70 (34).

La variable longitud de raíz presentó significación estadística siendo el mejor tratamiento H2D2 (hormona IBA con dosis de 800 mg) con un promedio 13.08 cm y el tratamiento H1D1 (Hormonagro #1 con dosis de 400 mg) el que menor promedio presentó con 6.42 cm, esto ocurrió a los 70 días de la propagación.

La variable volumen de la masa radicular presentó diferencia estadística, siendo el tratamiento H2D2 (hormona IBA con dosis de 800 mg) el que mejor resultado presentó con un promedio de 2.77 cc y el tratamiento H1D1 (Hormonagro #1 con dosis de 400 mg) el que menor promedio presentó con 0.47 cc (34).

Suarez (35) Eguez (5), en sus investigaciones, indica que el proceso de enraizamiento termina después de 50 a 55 días. Sin embargo, la demora durante este período puede estar relacionada con el nivel de sombra en que se mantuvieron las ramillas.

Según Eguez (5), en su investigación, encontró diferencias altamente significativas para hormonas, genotipos y para la interacción hormonas por genotipos; mientras que, a los 120 días, se observaron diferencias altamente significativas para hormonas; y las diferencias resultaron significativas para los genotipos y la interacción hormonas por genotipos.

El porcentaje de estacas brotadas, a los 45 y 90 días, presentaron diferencias altamente significativas para hormonas, genotipos y para la interacción hormonas por genotipos; mientras que, a los 120 dds, se observaron diferencias altamente significativas para hormonas; y las diferencias resultaron significativas para el genotipo y la interacción hormonas por genotipos por efecto del genotipo, se observó de forma más clara su influencia a los 120 dds, destacándose el genotipos g4 (EET 575) con porcentajes de prendimiento de 75.8 por ciento (34).

El tiempo a la brotación y permanencia de las estacas en el sistema de enraizamiento se vio influenciado de manera altamente significativa por hormonas y por la interacción hormonas por genotipos. La hormona h3 (4000 ppm ANA), favorece el enraizamiento con un porcentaje promedio de 80.80 %. La menor permanencia de las estacas brotadas en el sistema de enraizamiento, se presentó con la hormona h4 (4000 ppm IBA) con un promedio de 83 días (34).

Respecto al volumen radicular se vio influenciado significativamente por el factor hormonas. Las plantas tuvieron mayor volumen con h3 (4000 ppm ANA), obteniéndose un promedio de 5.17 cc.

De acuerdo a Gutiérrez (36), en un su trabajo indicó que el prendimiento y la formación de raíces en plantas clonales de cacao de la variedad CCN -51, a nivel de vivero, se incrementa mediante la aplicación de hormonas enraizantes. En todas las variables estudiadas que fue planteada según lo manifestado por (36), que indica que las hormonas aplicadas en las ramillas actúan acortando el período de formación de raíces, incrementando los porcentajes de enraizamiento, el número y la calidad de las raíces y promoviendo la uniformidad del sistema radical.

Cajamarca (37) en su ensayo determinó la eficiencia de las hormonas comerciales y de origen natural para lograr el mayor porcentaje de enraizamiento en ramillas de cacao tipo Nacional, para ello se utilizó un sustrato relación 1:2:1 (arena fina, suelo, humus).

La eficiencia de las hormonas comerciales evidenció porcentajes de enraizamiento en las ramillas de cacao tipo nacional a los 45 días, el 58% fue el más alto que corresponde al T3, seguido del T2 14% y T1 10% que presentaron los más bajos porcentajes. La eficiencia de las hormonas de síntesis natural demostró porcentajes de enraizamiento en la ramillas de cacao tipo nacional a los 45 días, el T5 presentó un porcentaje alto de enraizamiento del 52% su eficiencia se pudo corroborar, está compuesto por hormonas reguladoras de crecimientos y aminoácidos, permiten a las ramillas desarrollar el sistema radicular y nuevos tejidos aéreos, T4 evidenció un porcentaje de enraizamiento del 30% (37).

Lira (22) en su investigación señala que las citoquininas interactúan con las auxinas para la formación de raíces y desarrollo de brotes, la presencia de giberelinas incrementa el contenido de auxinas en la planta.

Hicks (38) en su estudio menciona que además de contener fitohormonas también posee aminoácidos que sintetizan la auxina y promueven la formación de nuevos tejidos.

Además Ljung (39), señala en su trabajo de investigación²², que la síntesis de la auxina la realiza por dos vías principales fisiológicas, la primera es dependiente del triptófano y la segunda es independiente pero se deriva de un precursor del mismo.

Cunnigham (40), en su estudio, menciona que las condiciones ambientales predominantes en último término; esto es, humedad, luminosidad y temperaturas adecuadas, además de un suministro de agua y nutrientes, fueron importantes para evidenciar un alto porcentaje de sobrevivencia.

Por su parte, Hartmann y Kester (41), estudio, e indica que la formación de raíces, puede ser favorecida con el uso del ácido naftalenacético e indolbutírico, ya que la aplicación de auxinas aumenta la producción de raíces, además que la cantidad aplicada parece estar asociada con la formación de las mismas.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se realizó en la Finca Experimental “ La María” de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7½ de la Vía Quevedo-El Empalme, Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 0’ 6’’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 75 msnm, ubicada en zona bosque húmedo tropical (Bht) con una temperatura media de 25,47°C.

Tabla 2. *Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental La María.*

Parámetro	Valor promedio
Temperatura (°C)	25.4
Humedad relativa (%)	87.0
Heliofanía (horas luz año ⁻¹)	890.7
Precipitación (mm año ⁻¹)	2613.0
Evaporación (mm año ⁻¹)	854.0
<i>Anuario meteorológico de la Estación Experimental Pichilingue (Promedio del 2018).</i>	

3.2. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo exploratorio enmarcado a la línea de investigación: Desarrollo de sistemas de producción que promuevan el uso eficiente de los recursos genéticos y ambientales (suelo, luz y agua).

3.3. Método de investigación.

El método de investigación que se utilizó en el trabajo fue de tipo analítico en donde se evaluó la viabilidad de la hormona, y de tipo experimental, mediante el cual se mostró el mejor comportamiento.

3.4. Fuentes de recopilación de la información.

Las fuentes de información utilizada fueron de naturaleza primaria y secundaria; las fuentes primarias corresponden a la observación, mientras que las secundarias corresponden a la búsqueda de información necesaria de libros, revistas científicas, entre otras, que fueron utilizadas para discutir los hallazgos o resultados derivados de la investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un modelo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Para evaluar la viabilidad del ácido naftalenacético fue considerado un factor en estudio. El factor en estudio fue el estado de conservación de la hormona “Hormonagro #1”.

El factor consta de tres estados de conservación de la hormona, el primer estado fue con una hormona fresca, el segundo estado fue con una hormona de tres meses y el tercer estado fue con una hormona de seis meses después de haber abierto el frasco el cual estuvo en condiciones favorables para la aplicación.

Para establecer diferencias entre las medias de los tratamientos se hizo uso de la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. El modelo matemáticos del diseño utilizado bajo el cual se analizaron las variables de respuesta es el siguiente:

$$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

- ✓ Y_{ijk} = el valor observado para la variable en estudio referente a k-ésima repetición de la combinación del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B;
- ✓ m = promedio de todas las unidades experimentales para la variable en estudio
- ✓ α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A en el valor observado Y_{ijk} ;
- ✓ β_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B en el valor observado Y_{ijk}
- ✓ $(\alpha\beta)_{IJ}$ = efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B
- ✓ ik = efecto residual de parcelas, caracterizado como componente de error (a);
- ✓ eIJK = efecto residual de parcelas, caracterizado como componente de error (b);
- ✓

Tabla 3. Esquema del análisis de la varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	K-1	2
(A) días después del establecimiento (DDE)	I-1	5
Error (A)	(I-1)(K-1)	10
Parcelas	IK-1	17
(B) Estados de conservación	(J-1)	2
AxB	(I-1)(J-1)	10
Error (B)	I (J-1) (K-1)	24
Total	IJ K-1	53

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Total de una observación de la población

μ : Efecto de la media de la población

t_i : Efecto i-esimo del tratamiento

e_{ij} : Error experimental en la parcela i, j

Tabla 4. Esquema del experimento.

Tratamientos	NETRA ¹	N/R	NETOT ²
T1 Hormona fresca (HF)	15	3	45
T2 Hormona con 30 días de conservación(H30DC)	15	3	45
T3 Hormona con 60 días de conservación (H60DC)	15	3	45
Total de estacas requeridas			135

¹ número de estacas por tratamiento (NETRA)

² número de estacas totales (NETOT)

3.6. Variables Evaluadas.

- ❖ **Sobrevivencia.** - Este dato se obtuvo en base al número de plantas que sobreviven al finalizar el período de aclimatación.
- ❖ **Porcentaje de estacas brotadas.**- Se registró el número inicial de estacas plantadas y luego se contabilizaron las estacas brotadas a los 0,15, 30, 45, 60 y 75 días de establecido el experimento, se evaluaron todas las plantas de la parcela. Los datos se expresaron en porcentaje de estacas brotadas / estado de conservación de la hormona.
- ❖ **Tiempo a la brotación.** - Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la brotación de la yema.
- ❖ **Número de brotes.** - Se contó el número de brotes después de la germinación a los 30 días y se registraron los datos.
- ❖ **Sistema radicular.** - Para evaluar el volumen (mm^3) de las raíces recogidas a los 75 días de establecido el ensayo, estas se lavaron y se separaron de las impurezas en el agua. Luego se tiñeron con violeta de genciana y se digitalizaron, utilizando una cámara fotográfica digital (móvil) y fueron posteriormente analizados por el software ZAFIRA, desarrollado por Embrapa Instrumentación Agropecuaria, para la cuantificación de la longitud, volumen, área y diámetro (cc) del área de las raíces.

3.7. Procedimiento experimental.

3.7.1. Métodos de manejo del experimento.

Características del umbráculo.

La infraestructura física para la multiplicación asexual del ensayo consistió en una construcción hecha de madera y cañas para su estructura básica y con sarán de 75% en el control de sombra que fueron calibradas durante la primera semana.

Preparación pre-establecimiento.

Se utilizaron fundas de polietileno perforadas de color negro de 15 cm x 12 cm, que fueron llenadas manualmente con una cuchareta de caña guadua, con un sustrato compuesto de cascajo y aserrín, con alto contenido de materia orgánica.

Traslado de fundas.

Las fundas de polietileno se trasladaron al umbráculo. Los bloques constaron de 35 fundas dentro de una funda de mayor tamaño que permita formar la cámara húmeda permitiendo obtener de esta manera atmosfera controlada.

Recolección de estacas.

La recolección de las estacas se las realizó a las 08h00 hasta las 09h00 en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Las ramas terminales en “abanico” se cortaron usando el criterio de madurez o edad de la madera, o son denominadas ramas “jóvenes” y se caracterizan por tener tallos de color verde claro, tierno, sin presentar manchas marrones, con hojas suaves, también de color verde claro y tiernas. Durante la recolección de estacas estas no sufrieron ningún estropeo.

Traslado de las estacas.

El traslado hasta el umbráculo se realizó en cajones de madera, en sitio se efectuó la propagación, los cajones fueron delicadamente forrado por dentro con yute y protegido exteriormente con lonas de yute saturadas con agua.

Preparación de estacas.

Cada rama se cortó en secciones o estacas de tallo con cuatro yemas, cada una de 12 cm de largo por 1 cm de diámetro, a estas estacas se les dejaron con un par de hojas, cortando por la base de sus pecíolos; también las láminas de las hojas, en cada estaca, se cortaron los 2/3 de las hojas. En la base de la estaca se efectuó un corte en bisel con una navaja. A las estacas se las humedeció en sus bases con Hormonagro #1, dependiendo del tratamiento. Para enraizar estacas con Hormonagro #1 se vertió parte del contenido del frasco en una vasija esmaltada y se sumergieron las estacas 2.5 cm de la base en el polvo.

Riego.

Los riegos que se realizaron en las diferentes etapas de propagación.

Se regó el medio de enraizamiento y después de introducir las estacas se realizó otro riego hasta humedecer bien las plantas. Se realizaron dos o más riegos al día por encima del plástico dependiendo de las condiciones ambientales existentes, con el propósito de mantener una temperatura (24°C) y humedad (90-95 %) adecuadas, es decir, para evitar que se exceda la evapotranspiración producida por una alta intensidad lumínica.

Control fitosanitario.

En los períodos de aislamiento, aclimatación y vivero se realizaron los diferentes controles de insectos, enfermedades fungosas aplicando Benopac wp (benomil) (cada litro una cucharadita de 20 gr).

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Materiales de invernadero.

- ✓ Bandejas plásticas (32 x 28 x 14 cm), fundas plásticas perforadas de color negro (21 x 10 cm), fundas plásticas transparentes, sustrato (cascajo, aserrín).
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Tijera común
- ✓ Navaja
- ✓ Etiquetas
- ✓ Captan
- ✓ Benopac
- ✓ Cañas
- ✓ Sarán

3.8.2. Genotipos.

- ✓ Cacao CCN-51

3.8.3. Hormona.

- ✓ Hormonagro #1 (0.40 % ANA)

Beneficio costo

El estudio beneficio costo se realizó obteniendo un valor subtotal correspondiente a los activos fijos (materiales y equipos, además del subtotal de los costos variables (plantas e insumos), obteniendo un valor total. Por otra parte la obtención de la rentabilidad se calculó dividiendo el valor de la venta de las plantas enraizadas para el costo total.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Supervivencia.

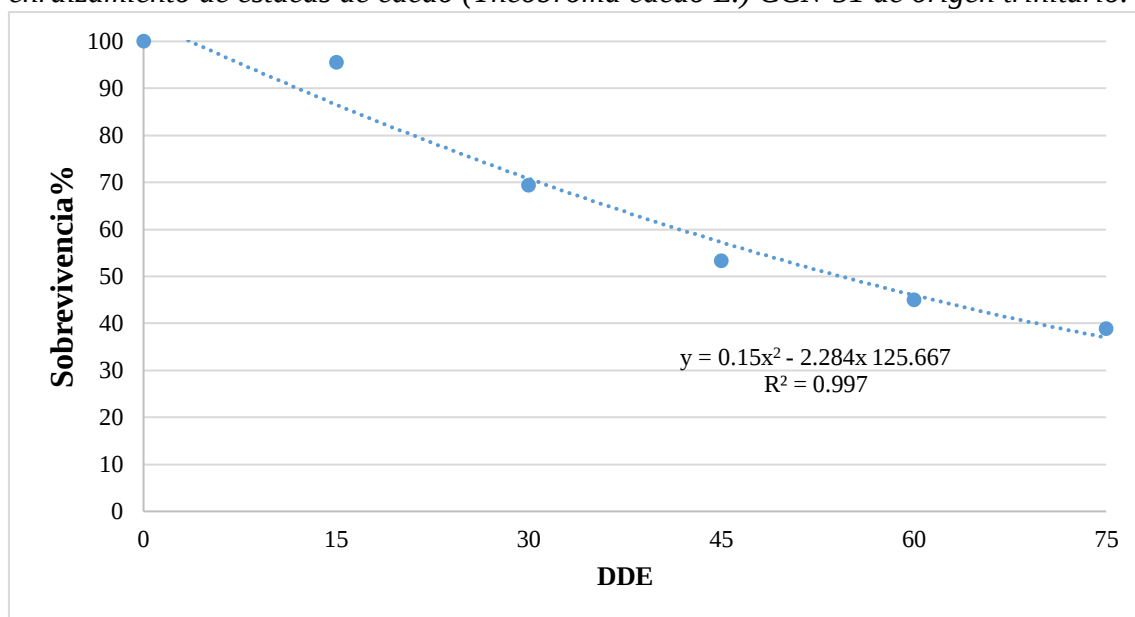
No hubo interacción entre los factores para la variable supervivencia. Se observaron diferencias significativas para los días después del establecimiento; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas para los diferentes estados de conservación de la hormona, observándose en este último un promedio de 60.44% de estacas vivas al finalizar el ensayo, con un coeficiente de variación CV1 de 37.29% y CV2 de 23.00%, valores que son aceptables para este tipo de investigación.

Se evaluaron los días después de la siembra en relación a la supervivencia, en la cual se presentó un efecto cuadrático para interpretar los resultados, se observa que el punto donde se estabiliza la supervivencia de las estacas es a los 75 días con un porcentaje de 38.89%. El mayor porcentaje de supervivencia es cuando se instaló el ensayo, tal y como lo indica la (Figura 1).

El bajo porcentaje de supervivencia puede estar relacionado con que las condiciones ambientales no fueron las óptimas Cunningham y Burridge (40), mencionan que las condiciones ambientales humedad, luminosidad y temperaturas adecuadas, además de un suministro de agua y nutrientes, son condiciones predominantes en la última etapa del enraizamiento y a la vez son importantes para evidenciar un alto porcentaje de supervivencia,

La descomposición y efecto de las hormonas puede deberse a la interacción con la luz y degradación, ya que de acuerdo a Sitbon *et al.* (42), ácido naftálico acético (ANA) es más resistente a la degradación, ya que este parece tener un efecto más pronunciado y prolongado, en comparación con otras hormonas comerciales.

Figura 1. Medias totales de la sobrevivencia del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.



4.2. Tiempo a la brotación.

Los valores de la variable tiempo de brotación, no fueron significativos para conservación

y para la interacción de factores, obteniéndose un promedio de 81.17%, con un coeficiente de variación CV1 de 19.09% y CV2 de 14.73%.

Tabla 5. Promedios de brotación en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.

Tratamientos	Brotación
T1 (HF) ¹	83.95
T2 (H30DC) ²	76.24
T3 (H60DC) ³	83.32
$\bar{x}$ ⁵	81.17
CV 1 (%) ⁴	19.09
CV 2 (%)	14.73
P<0.05	0.995995

¹HF: Hormona fresca; ²H30DC: Hormona con 30 días de conservación; ³H60DC: Hormona con 60 días de conservación; ⁴CV: Coeficiente de Variación. ⁵Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Elaborado: Autor.

Se tomaron en cuenta los resultados expresados en el modelo cúbico utilizado, donde se encontró que mientras más transcurran los días de haber aplicado la hormona es más eficiente, alcanzando un mayor índice 81.17% de brotación a los 75 días de haber administrado la hormona, el siguiente grafico indica el número de días transcurridos y la eficiencia del producto utilizado.

La diferencia del tiempo de brotación puede estar relacionado a las condiciones ambientales, hormonas o la especie utilizada, lo que explica porque los resultados de esta investigación fueron superiores a los reportados por Villa (33), quien comprobó que el uso de la Hormonagro #1 resulta de gran beneficio ya que obtuvo un prendimiento de 41% a los 60 días, a diferencia de lo que sucedió con la hormona IBA con un prendimiento de 80% a los 60 días.

El bajo porcentaje de sobrevivencia a partir de los 30 días puede estar relacionado con que las condiciones ambientales no fueron las óptimas; Vera (10), evidenció que el transcurso de enraizamiento concluye después de 50 a 55 días. Sin embargo, este período puede ser afín con el nivel de sombra, debido a que existe una relación entre el nivel de sombra y los niveles de carbohidratos presentes en los tejidos.

A su vez, Cajamarca (37), determinó la eficiencia de las hormonas comerciales y síntesis natural y presentaron desarrollo en los brotes de las ramillas de cacao tipo nacional a los 45 días del proceso de enraizamiento.

Los resultados de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Eguez, (5) registró un promedio mayor (80.80%) en menor tiempo de evaluación a la brotación (58 días) con el uso de la hormona h3 (4000 ppm ANA). La menor permanencia de las estacas brotadas en el sistema de enraizamiento, se presentó con la hormona h4 (4000 ppm IBA) con un promedio de 83 días.

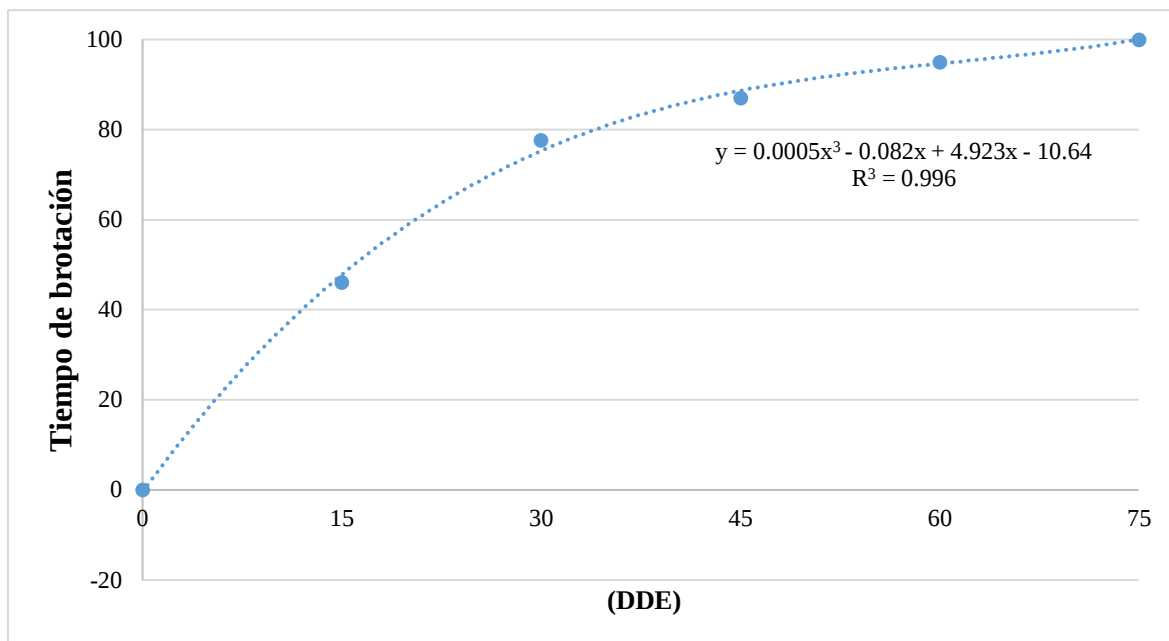


Figura 2. Porcentaje del tiempo de brotación del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.

4.3. Número de brotes.

Se observaron diferencias significativas para los diferentes estados de conservación de la hormona, con un coeficiente de variación CV1 de 35.97% y CV2 de 28.19%, tal como se muestra en la tabla 6

Tabla 6. Promedios del número de brotes en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.

Tratamientos	Número de brotes
T1 (HF) ¹	2 a
T2 (H30DC) ²	1.7 ab
T3 (H60DC) ³	1.5 b
$\bar{x}$ ⁵	1.73
CV 1% ⁴	35.97
CV 2%	28.19
P<0.05	0.996855

¹HF: Hormona fresca; ²H30DC: Hormona con 30 días de conservación; ³H60DC: Hormona con 60 días de conservación; ⁴CV: Coeficiente de Variación. ⁵Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Elaborado: Autor.

El modelo cúbico utilizado reportó que a partir de los 15 días se observó una ligera pausa en los procesos de producción de brotes en las estacas, observándose que el número mayor de brotes se obtuvo a los 75 días con un porcentaje de estacas brotadas del 100% con un número de brotes de 3.06. No obstante, al inicio de la investigación (0, 15, y 30 días), se reportaron los menores valores en número de brotes (Figura 3).

El bajo porcentaje del número de brotes puede estar relacionado a las dosis y composición química de las hormonas utilizadas, Lira (22), menciona que las citoquininas interactúan con las auxinas para el desarrollo de brotes, la presencia de giberelinas incrementa el contenido de auxinas en la planta.

Además, Hicks (38), señala que a más de contener fitohormonas también posee aminoácidos que sintetizan la auxina y promueven la formación de nuevos tejidos.

En relación a estos resultados, Campoverde (34), encontró un promedio de 3.22 número brotes, a los 65 días de la propagación con el uso de H1D2 (Hormonagro #1 con dosis de 800 mg), mientras que el menor número de brotes fue de 2.70 con el uso de H1D1 (Hormonagro #1 con dosis de 400mg).

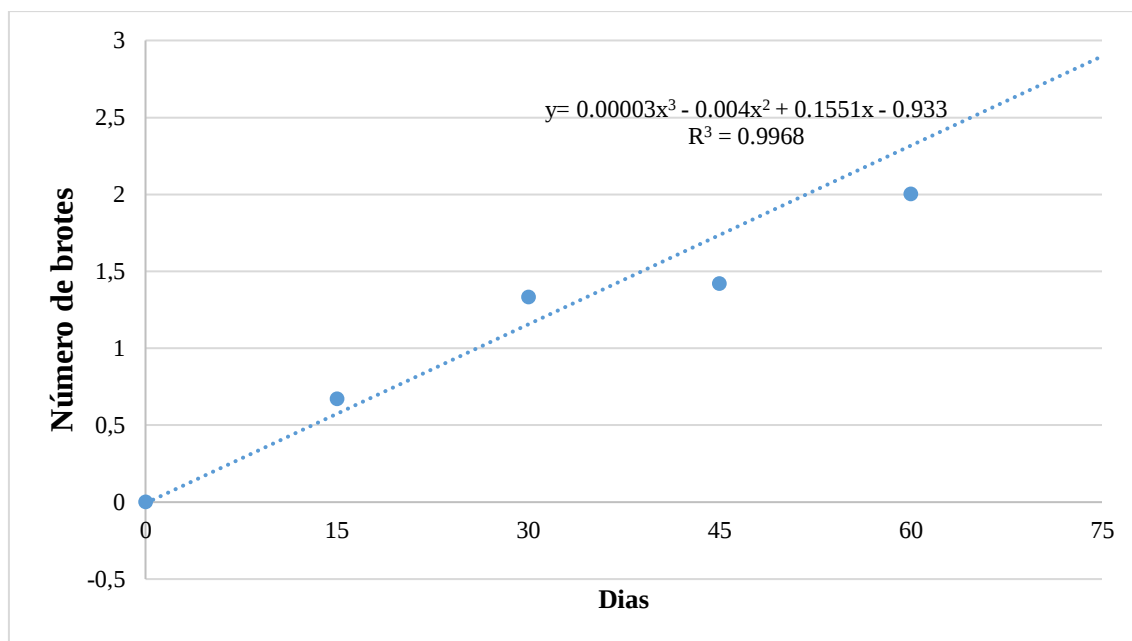


Figura 3. Medias totales del número de brotes del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 de origen trinitario.

4.3. Sistema radicular.

Se evidencia que no existieron diferencias estadísticas en todas las variables del sistema radicular. Para la variable volumen se observó un promedio de 3.08 cc con un coeficiente de variación CV de 13.51%, promedios aceptables en las investigaciones relacionadas. En la variable área se observó un promedio de 3.64 cc con un coeficiente de variación CV de 11.67%. La variable diámetro evidenció un promedio de 0.87 cc, con un coeficiente de variación de 17.90%. La variable longitud reportó un promedio de 3.12 cc, con una coeficiencia de variación de 14.17% (Tabla 7).

Tabla 7. Promedios del sistema radicular en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.

	Volumen (cc)	Área (cc)	Diámetro (cc)	Longitud (cc)
T1 (HF)¹	3.08	3.53	0.97	2.98
T2 (H30DC)²	3.32	3.80	0.82	3.29
T3 (H60DC)³	3.10	3.60	0.81	3.10
$\bar{X}$ ⁵	3.16	3.64	0.87	3.12
CV%⁴	13.51	11.67	17.90	14.27
P<0.05	0.491	0.891	0.106	0.961

¹HF: Hormona fresca; ²H30DC: Hormona con 30 días de conservación; ³H60DC: Hormona con 60 días de conservación; ⁴CV: Coeficiente de Variación. ⁵Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

Elaborado: Autor.

Los bajos parámetros en el sistema radicular pueden estar relacionado al uso de dosis altas de las hormonas utilizadas, puesto que según Klee *et al.* (43), las auxinas son necesarias para inducir raíces principales, las altas concentraciones de auxinas a menudo inhiben el crecimiento y alargamiento de las raíces a partir de esquejes o microcortes. Esto ha sido demostrado en investigaciones de plantas transgénicas *Agrobacterium tumefaciens*.

Aloni (44), comprobó que las soluciones de auxina se pueden conservar hasta seis meses bajo refrigeración. Además, se pueden usar concentraciones más bajas de hormonas, ya que se retiene más gel en el corte en comparación con una inmersión en líquido. Las auxinas también estimulan la división celular en el cámbium y la diferenciación del tejido vascular, incluidos la xilema y el floema.

Sin embargo, la variable diámetro en el tratamiento T1 (Hormona fresca) fue el que obtuvo el mayor promedio con 0.97.

Campoverde (34), en el volumen de masa radicular a los 70 días de la propagación obtuvo un promedio de 2.77 cc y el menor valor fue de 0.57 cc. En la longitud de raíz registró un promedio de 13.08 cm a los 70 días de la propagación entre los tratamientos H2D2 (Hormona IBA con dosis de 800 mg) y H2D1 (Hormona IBA con dosis de 400 mg) con el menor de 6.54 cm.

Eguez (5), en relación al volumen radicular, obtuvo un volumen de 5.17 cc con el uso de hormona h3 (4000 ppm ANA).

Por su parte, de acuerdo a Guitierrez (36), demostró que el prendimiento y la formación de raíces en plantas de cacao CCN -51, a nivel de vivero, se incrementa mediante la aplicación de hormonas enraizantes y además menciona que las hormonas actúan acortando el período de formación de raíces, incrementando los porcentajes de enraizamiento, el número y la calidad de las raíces y promoviendo la uniformidad del sistema radical.

Cajamarca (37), evidenció porcentajes de enraizamiento en cacao tipo Nacional a los 45 días, con un 58% con el uso de Hormonagro #1 frente al 14% con el uso de Eco Hormonas.

Adicionalmente, Lira (22), señala que las citoquininas interactúan con las auxinas para la formación de raíces, pues la presencia de giberelinas incrementa el contenido de auxinas en la planta.

Así mismo Hartmann y Kester (41), indican que la formación de raíces, puede ser favorecida con el uso del ácido naftalenacético e indolbutírico, ya que la aplicación de auxinas aumenta la producción de raíces, además que la cantidad aplicada parece estar asociada con la formación de las mismas.

4.4. Costo/ Beneficio

En la tabla 8 se muestran los activos fijos como son las herramientas, y equipos que se utilizaron para la producción de las plantas de cacao, con un costo total de USD 114.40.

Se observan los costos de la mano de obra directa para la producción de las 420 plantas de cacao, en donde se establecieron valores para el pago de ciertas actividades como son: corte de varas, preparación del sustrato, trasplante al vivero, mantenimiento del vivero, riego, fertilización y control fitosanitario, por jornal, cuyos valores ascendieron a USD 20.00 las 8 horas.

Además se presentan los costos variables de la materia prima directa que se utilizó en el enraizamiento de las plantas de cacao CCN-51, en los cuales incluyen las siguientes: insumos, materiales, fertilizantes y fungicidas, dando así un costo total de USD 102.20

obstante, al estimar el costo por venta de cada planta, considerando que el costo unitario por cada planta de cacao enraizada es de USD 0.80, dio un total de USD 336.00 por la venta de las 420 plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario enraizadas con ácido alfa-naftalenacético.

El análisis costo beneficio, demostró una rentabilidad de USD 122.40, por lo tanto el porcentaje de ganancias al comercializar el producto corresponde al 46%, de acuerdo al ejercicio aplicado (Tabla 8).

De acuerdo a un estudio realizado en Colombia por Aldana (45), el costo para la producción de mil plantas con el método de enraizamiento de varetas es de USD 428 dentro de sus principales actividades se cuantificó en selección de árboles, corte de ramillas, corte de hoja y tallo, limpieza de hoja y tallo, aplicación de hormonas, componente de sustrato, aplicación de sustrato, llenado de bolsa, compra de plástico, siembra, postura de plástico y quitado de plástico y reubicación de plántulas, lo que nos indica que los valores registrados en esta evaluación se encuentran dentro de los valores promedios para obtener rentabilidad.

Tabla 8. Costos fijos y variables en la evaluación del ácido alfa-naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 de origen trinitario.

Rubros		Costos	
Egresos			
Costo fijos			
Cantidad	Equipos y herramientas	Costo/Unitario \$	Costo/Total \$
1	Bomba de mano	10.00	10.00
1	Regadera	5.00	5.00
1	Tijera de podar	12.00	12.00
1	Bandejas plásticas	1.00	1.00
420	Fundas perforadas (12x20)	0.05	21.00
12	Fundas transparentes	0.30	3.60
2	Sustrato	5.00	10.00
1	Malla saran	30.00	30.00
10 m	Plástico	1.00	10.00
3	Violeta genciana (30 mL)	0.60	1.80
1	Tijera común	0.50	0.50
1	Navaja	3.00	3.00
1	Mano de obra	20.00	20.00
Total costos fijos		88.45	127.90
Costo variables			
Cantidad			
420	Cacao CCN-51 (Estacas)	0.20	84.00
1 unidad	Fungicida (Captan 500 g)	8.00	8.00
3 unidades	Hormonagro #1 (1000 g)	3.40	10.20
Total de costo variables		12.20	102.20
Costos totales		100.65	230.10
Ingreso bruto			
Cantidad			
420	Venta	0.80	336.00
Ingreso total		0.80	336.00

Depreciación de costos fijos

Para la depreciación de costos fijos se consideró los valores de compra de cada uno de los equipos y herramientas usadas en la investigación, estimando una duración de 1 año, cuya depreciación se refleja en la siguiente tabla:

Equipos	Valor de compra	Valor residual	Valor depreciable	Duración de activos
Bomba de mano	10.00	1.66	8.34	1 año
Regadera	5.00	0.83	4.17	1 año
Tijera de podar	12.00	2.00	10.00	1 año
Malla saran	30.00	5.00	25.00	1 año
Plástico	10.00	1.66	8.34	1 año
Navaja	3.00	0.50	2.50	1 año

Relación Beneficio Costo (R B/C)

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso Total}}{\text{Costo Total}} = \frac{336.00}{230.10} = 1.46$$

La relación beneficio costo es mayor que 1, lo que indica que este negocio de producir plántulas de cacao enraizadas es factible, ya que de cada dólar que invierte gana USD 0.46 centavos.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos surgen las siguientes conclusiones:

- ❖ Se concluye que el uso de hormonas ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en estacas de cacao tipo CCN-51, con diferentes estados de conservación, no influyen en el enraizamiento de cacao, puesto que su conservación o viabilidad, parece estar influenciada por las condiciones ambientales como (humedad, luminosidad y temperatura, además de un adecuado suministro de agua y nutrientes), principalmente en su última etapa de evaluación, para evidenciar un alto porcentaje de sobrevivencia.
- ❖ Las concentraciones de ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en estacas de cacao tipo CCN-51, mostraron resultados similares en la biomasa radicular, puesto que la aplicación de auxinas aumenta la producción de raíces.
- ❖ Los tiempos de conservación del Ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en su aplicación las estacas de cacao CCN-51, no influyen en los periodos de enraizamiento o sobrevivencia.
- ❖ El indicador beneficio costo (B/C) demostró una rentabilidad del 46% al comercializar las plántulas enraizadas con Ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1).

5.2. Recomendaciones.

- ❖ Realizar más investigaciones utilizando mayores tiempos de evaluación del Ácido alfa-naftalenacético 0.40% (Hormonagro #1) en el enraizamiento de estacas de cacao para determinar la conservación y viabilidad.
- ❖ Evaluar diferentes materiales vegetativos con el uso de ácido naftalenacético (ANA) en concentraciones mayores, para analizar el enraizamiento de las estacas.
- ❖ Realizar ensayos para alcanzar prendimientos óptimos y lograr con ello disminuir el costo de producción y por lo tanto lograr rentabilidad.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

1. INEC-ESPAC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Superficie, Resumen General. 2013.
2. Cordero F, Montalván O, Flores O. Tipos de enraizadores en varetas de cacao (*Theobroma cacao* L) comunidad carao. [Online]; 2011. Available from: <file:///C:/Users/Juan%20Carlos/Downloads/1501-5332-1-PB.pdf>.
3. Aldana M, Manuel. La multiplicación por estaca o enraizamiento de ramilla. [Online]; 2016. Available from: http://www.ard.org.co/midas/departamentos/agricultores-y-cadenas-de-valor/pdf/Enraizamiento_de_Ramilla.pdf.
4. Guerrero J. Q. Eficiencia de hormonas en el enraizamiento de ramillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional x trinitario. Research Gate. 2017.
5. Eguez E. Potencial de enraizamiento de estacas ortotrópicas provenientes de plantas somáticas de cuatro genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L) Tipo nacional. [Online]. Quito; 2010. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1143/1/T-UCE-0004-26.pdf>.
6. Barriga J. Producción y comercialización del cacao en el Ecuador periodo 2009 – 2010. Guayaquil; 2011.
7. Chevez H. Caracterización físico- química y sensorial de treinta materiales élitos de cacao (*Theobroma cacao* L.) Quevedo; 2015.
8. Colinagro. Hormonagro N 1. [Online]. 2004.
9. Ecuaquímica. Hormonagro #1. [Online]. [cited (2016) Diciembre 4. Available from: http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_agricola/HORMONAGRO1.pdf.
10. Vera J. Influencia de la sequía fisiológica en el desarrollo y nutrición de genotipos contrastados de cacao. Tesis Mg. Sc. p. 14- 15 Turrialba, CR.; 1974.
11. Cárdenas A, Espinoza R. Guía práctica de cultivo in vitro. Redalyc. 2014.
12. Garcés, F; Sanchez, F. *Moniliophthera roreri* en el cultivo de cacao. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2012.
13. Haro J. Costos de producción de dos hectáreas de cacao CCN-51 de la finca Monica Narcisa, recinto cañalito, cantón Quevedo. 2015.
14. Gómez S. Evaluación de la propagación in vitro en cinco clones promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) Guatemala. 2010.
15. López. A, Segovia J. Estudio del cacao y propuesta gastronómica de autor Quito; 2012.

16. Mácias J. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB Quevedo. 2013.
17. Morán , E; Vera C. Influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los injertos EET-575, EET- 576 Y EET-103 ESPAM-MFL CALCETA; 2012.
18. Patricio C.E. Efectos de dos hormonas enraizadoras sobre plantas clonales de cacao (*Theobroma cacao* L) de la variedad CCN 51 a nivel de vivero en la zona de la troncal, provincia del cañar Milagro. 2015.
19. Pérez, Z. Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del programa de mejoramiento CATIE Costa Rica. 2009.
20. Silva Y; Rodríguez F. Efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. [Online]. 2013.
21. Souza, R; Grasso R. Evaluación de un sistema de enraizamiento in vitro autotrófico para *Eucalyptus dunni* Montevideo; 2012.
22. Lira, R. Fisiología vegetal. México; 2013.
23. Castillo, G; Ortega G, Carabeo. Determinación cualitativa de giberelinas y auxinas por cromatografía de capa fina. (2017).
24. Davies P. The plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology. New York: USA. 2013.
25. Normanly J. Biosíntesis y metabolismo de Auxinas, en hormonas vegetales, biosíntesis, traducción de señales. 2004.
26. Gómez, A; García P. Fitohormonas metabolismo y modo de acción. Los Ángeles: USA. Ediciones de la Universidad Jaume. 2006.
27. Sakakibara H. Cytokinin biosynthesis and metabolism, en Plant Hormones Biosynthesis.: Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 2004.
28. Ubeda T, López I. Molecular, Biochemical and Physiological Characterization of Gibberellin Biosynthesis and Catabolism Genes from *Nerium oleander*.
29. Alan L.P. Genetic and transgenic approaches to improving crop performance via hormones, in Plant Hormones, Biosynthesis, S. 2004.
30. Galston, A; Kaur-Sawhney R. Poliamyamines as endogenous growth regulators, in Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action 2nd ed. Davies, P.J, Kluwer Academic Publishers. Dordrech, The Netherlands, p. 1995.

31. Home, G. Jasmonates, in Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action 3rd ed. Davies, P.J. (Ed.) Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the netherlands; 2004.
32. Azcón, J. Talón, M. Fundamentos de fisiología vegetal. 2 Barcelona: España. 3rd ed. España. 2008.
33. Villa E. Efectos de dos hormonas enraizantes sobre plantas clonales de cacao (*Theobrom cacao* L.) de la variedad CCN-51 a nivel de vivero en la zona de la troncal, provincia del Cañar. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agronomo. Universidad Agraria del Ecuador. Milagro, Ec. 2015.
34. Armijos J. Efectos de las 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. 2017.
35. Suárez C. Antecedentes históricos: Manual del cultivo de cacao E.E.T. 2004.
36. Guitiérrez A. Propagación del burio. Turrialba: Centro agronómico tropical de investigaciones y enseñanzas. 2003.
37. Cajamarca M, Quevedo J. Determinación de la eficiencia de hormonas en la propagación por ramillas de cacao tipo nacional. 2016.
38. Hicks A; Martínez D; Menchaca R. Efecto de los compuestos orgánicos en la propagación in vitro de *Stanhopea tigrina bateman* (orchidaceae). Foresta veracruzana. 2007.
39. Ljung K; Shibata M; Breuer C; Kawamura A; Clark N; Rymen B. GTL1 and DF1 regulate root hair growth through transcriptional repression of root hair defective 6-like 4 in Arabidopsis. The company of Biologist. 2013.
40. Cunningham R; Burridge J. The growth of cacao (*Theobroma cacao* L) with and without shade. Annals of Botany. 24(96):458.462. 1960.
41. Hartmann H; Kester D. Propagación de plantas. 3 reimpression. In. México, DF, Continental. 1974.
42. Sitbon F; Hennio B; Sundberg A; Little O; Olsson G; Sandberg. Transgenic tobacco plants coexpressing the *Agrobacterium tumefaciens* iaaM and iaaH genes display altered growth and indoleacetic acid metabolism. Plant Physiol. 1992.
43. Klee H; Hoesch M; Hinchey M; Hein N; Haffman. The effects of overproduction of two *Agrobacterium tumefaciens* TDNA auxin biosynthetic gene products in transgenic petunia plants. Genes Dev. 1987.
44. Aloni R. The induction of vascular tissues by auxin, in Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action 3rd ed. Davies, P, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 2004.

45. Aldana E. Costo-beneficio en enraizamiento de varetas de cacao. Colombia. 2009.

CAPÍTULO VII

ANEXOS



Anexo 1 Aplicación de la hormona s de cacao COLIN-51



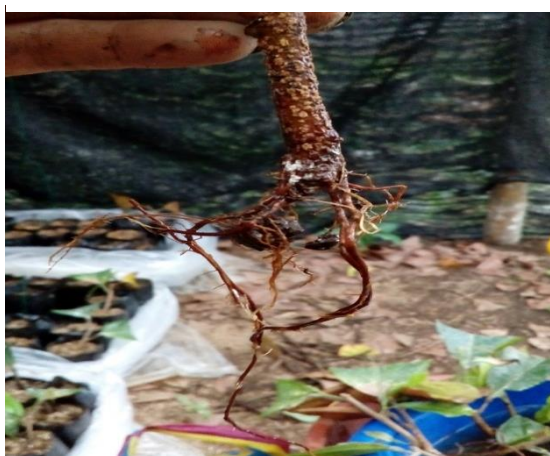
Anexo 2. Siembra de las estacas



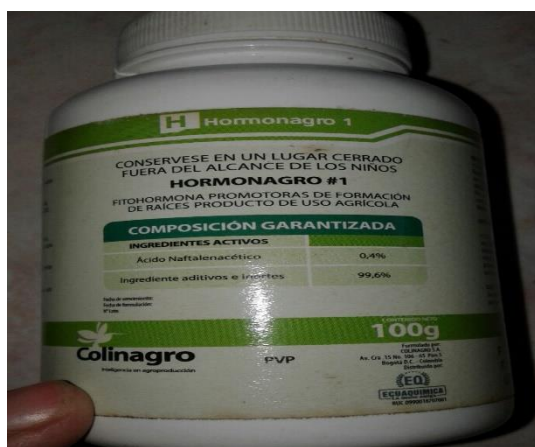
Anexo 3. Aplicación de agua



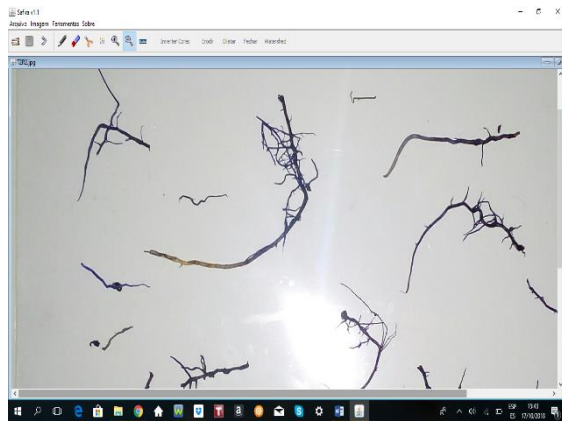
Anexo 4. Atmósfera controlada



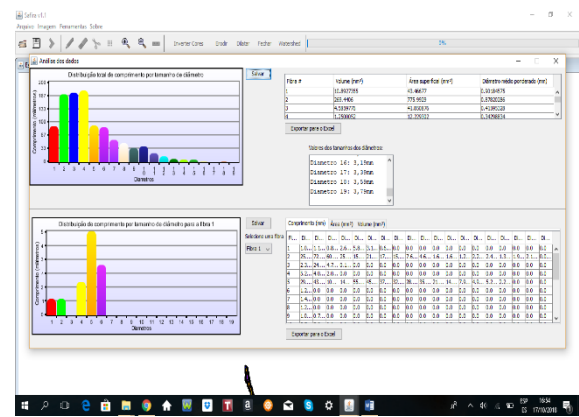
Anexo 6. Estaca enraizada a los 75 días



Anexo 5. Envase de hormona enraizadora (Hormonagro #1)



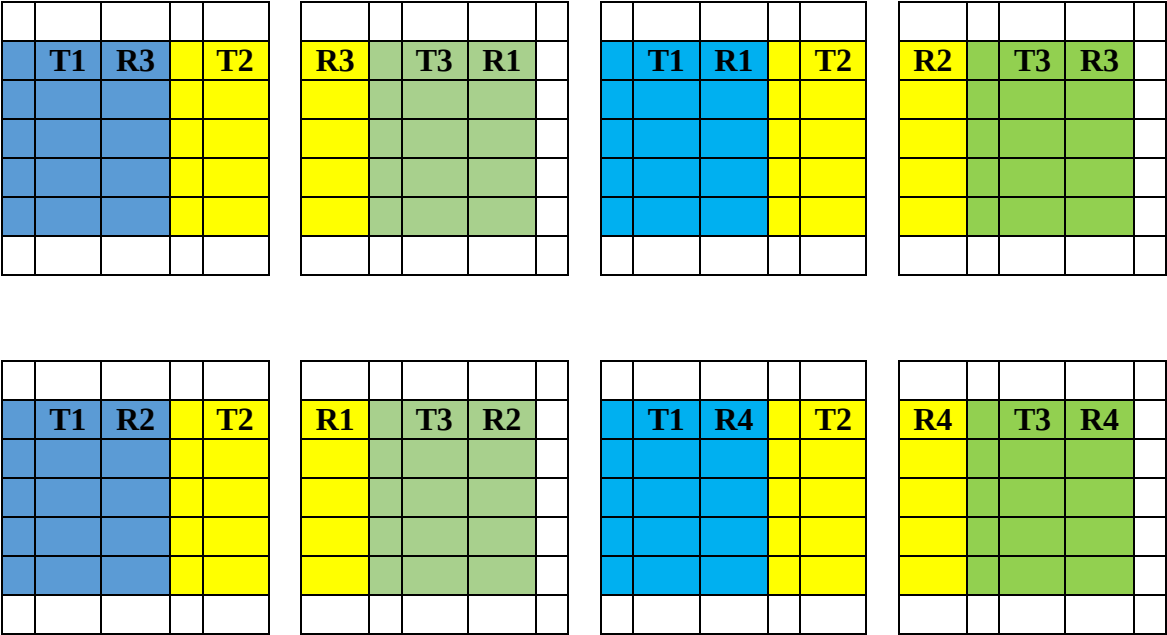
Anexo 7. Análisis de las raíces en el software zafira.



Anexo 8. Resultados de volumen, área, diámetro, longitud de las raíces en el software Zafira.

Anexo 8. Croquis de la distribución diseño de la investigación.

- T1** Hormona fresca
- T2** Hormona de 3 meses de conservación
- T3** Hormona de 6 meses de conservación



Análisis de varianza sobrevivencia

Anexo 9. Análisis de varianza

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr(> F)
DDS	4	24811	6202.8	12.21	0.0001298***
Error a	15	7623	508.2		
Tratamiento	2	606	302.9	1.57	0.225353
Días*Tratamiento	8	883	110.4	0.57	0.793215
Error b	30	5800	193.3		
Total	59	39723			
CV 1	37.29%				
CV 2	23.00%				

Anexo 10. Análisis de varianza modelo lineal

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	22779.99	22779.99	44.82	1e-05
Desvío de regresión	3	2031.15	677.05	1.33	0.3011
Residuos	15	7623.07	508.20		
CV 1	37.29%				
CV 2	23.00%				

Anexo 11. Análisis de varianza modelo cuadrático

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	22779.99	22779.99	44.82	1e-05
Efecto cuadrático	1	1956.66	1956.66	3.85	0.06857
Desvío de regresión	2	74.49	37.24	0.07	0.92967
Residuos	15	7623.07	508.20		
CV 1	37.29%				
CV 2	23.00%				

Anexo 12. Análisis de varianza modelo cúbico

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	22779.99	22779.99	44.82	1e-05
Efecto cuadrático	1	1956.66	1956.66	3.85	0.06857
Efecto cúbico	1	72.59	72.59	0.14	0.71078
Desvío de regresión	1	1.90	1.90	0	0.95205
Residuos	15	7623.07	508.20		
CV 1	37.29%				
CV 2	23.00%				

Análisis de varianza Brotación**Anexo 13. Análisis de varianza para la brotación**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr(> F)
DDS	4	21859.0	5464.8	22.75	3e-06***
Error a	15	3603.3	240.2		
Tratamiento	2	733.8	366.9	2.56	0.0938
Días*Tratamiento	8	668.2	83.5	0.58	0.7832
Error b	30	4293.5	143.1		
Total	59	31157.7			
CV 1	19.09%				
CV 2	14.74%				

Anexo 14. Análisis de varianza modelo lineal para la brotación

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	18772.26	18772.26	78.15	0
Desvío de regresión	3	3086.78	1028.93	4.28	0.02263
Residuos	15	3603.30	240.22		
CV 1	19.09%				

CV 2	14.74%
-------------	--------

Anexo 15. Análisis de varianza modelo cuadrático para la brotación

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	18772.26	18772.26	78.15	0
Efecto cuadrático	1	2552.55	2552.55	10.63	0.00528
Desvío de regresión	2	534.23	267.11	1.11	0.35457
Residuos	15	3603.30	240.22		
CV 1	19.09%				
CV 2	14.74%				

Anexo 16. Análisis de varianza modelo cúbico para la brotación

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	18772.26	18772.26	78.15	0
Efecto cuadrático	1	2552.55	2552.55	10.63	0.00528
Efecto cúbico	1	446.68	446.68	1.86	0.1928
Desvío de regresión	1	87.55	87.55	0.36	0.55507
Residuos	15	3603.30	240.22		
CV 1	19.09%				
CV 2	14.74%				

Análisis de varianza Número de Brotes

Anexo 17. Análisis de varianza número de brotes

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr(> F)
DDS	4	45.23	11.31	29.08	1e-06***
Error a	15	5.83	0.39		

Tratamiento	2	2.53	1.27	5.30	0.01067*
Días*Tratamiento	8	0.97	0.12	0.50	0.84223
Error b	30	7.17	0.24		
Total	59	61.73			
CV 1	35.98%				
CV 2	28.20%				

Anexo 18. Análisis de varianza modelo lineal número de brotes

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	40.83	40.83	105	0
Desvío de regresión	3	4.40	1.47	3.7	0.03369
Residuos	15	5.83	0.39		
CV 1	35.98%				
CV 2	28.20%				

Anexo 19. Análisis de varianza modelo cuadrático número de brotes

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	40.83	40.83	105	0
Efecto cuadrático	1	2.38	2.38	6.12	0.02578
Desvío de regresión	2	2.02	1.01	2.6	0.10761
Residuos	15	5.83	0.39		
CV 1	35.98%				
CV 2	28.20%				

Anexo 20. Análisis de varianza modelo cúbico número de brotes

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Efecto lineal	1	40.83	40.83	105	0
Efecto cuadrático	1	2.38	2.38	6.12	0.02578
Efecto cúbico	1	1.88	1.88	4.82	0.04425
Desvío de	1	0.14	0.14	0.37	0.55189

regresión			
Residuos	15	5.83	0.39
CV 1	35.98%		
CV 2	28.20%		