



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE CACAO
CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) CON DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE HORMONA, EN EL CANTÓN LAS
NAVES PROVINCIA BOLÍVAR, AÑO 2015”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR

SEGUNDO JAIME ILLANES VILLALBA

DIRECTOR

ING. FREDDY SABANDO AVILA, MSc.

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **SEGUNDO JAIME ILLANES VILLALBA**, 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, y por la normatividad institucional vigente.

SEGUNDO JAIME ILLANES VILLALBA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que el señor egresado **SEGUNDO JAIME ILLANES VILLALBA**, autor de la tesis de grado “**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HORMONA, EN EL CANTÓN LAS NAVES PROVINCIA BOLÍVAR, AÑO 2015**”, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

Freddy Agustín Sabando Ávila

Director de Tesis



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERIA AGROPECUARIA**

Tesis presentada al Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del título de;

INGENIERO AGROPECUARIO

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE CACAO CCN-51
(*Theobroma cacao* L.) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE
HORMONA, EN EL CANTÓN LAS NAVES PROVINCIA BOLÍVAR, AÑO
2015”**

Aprobado:

Ing. Héctor Castillo Vera M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Francisco Espinosa Carrillo M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Neptali Franco Suescun M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2015

DEDICATORIA

La concepción de esta investigación está dedicada a dios y a mis padres porque han estado conmigo en todo momento guardándome, cuidándome y dándome fortaleza para continuar a mi madre a quien a lo largo de mi vida a velado por mi bienestar y en mi educación y apoyo en todo momento depositando su entera confianza en todo momento a mi esposa y mis hijos por su confianza en todo momento por ellos he podido ir avanzando y poder llegar a la meta de mis aprendizajes.

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento a:

A mi Alma Mater **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, y el resultado de este trabajo merece expresarse un profundo agradecimiento a aquellas personas que de alguna forma son parte de la culminación de mi carrera quien con su ayuda y comprensión me alentaron a lo largo de mi carrera agradecimiento va dirigido a mis maestros que compartieron sus conocimientos y experiencia para formarme como un futuro profesional agradezco a mi director de tesis Ing. Freddy Sabando por haber depositado su confianza en mí para culminar con éxito esta investigación.

Dr. Eduardo Diaz Ocampo, MSc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano, MSc. Vicerrectora Académica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su aporte diario de trabajo constante que ha tenido sus frutos, en beneficio de los estudiantes.

A la Ing. Mariana Reyes Bermeo MSc. Directora de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta unidad Académica.

Al Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora MSc., Coordinador del Programa Carrera Agropecuaria.

ÍNDICE

	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
 CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivo	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Hipótesis	3
 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1. Aspectos Generales del cacao	5
2.2. Descripción Botánica	5
2.2.1. Raíces	5
2.2.2. Tallo	6
2.2.3. Hojas	6
2.2.4. Flores	6
2.2.5. Frutos	7
2.2.6. Las Semillas	7
	vii

2.3.	Propagación del cacao	7
2.4.	Propagación sexual	8
2.5.	Propagación asexual	9
2.6.	Propagación asexual <i>invitro</i>	10
2.7.	Propagación asexual <i>exvitro</i>	11
2.7.1.	Injertos	11
2.7.2.	Injertos con yema	11
2.7.3.	Acodos	12
2.7.4.	Ramillas	12
2.8.	Factores que afectan la propagación por ramillas	13
2.8.1.	Sombra	14
2.8.2.	Humedad relativa	14
2.8.3.	Temperatura	15
2.8.4.	Sustrato	15
2.9.	Reguladores de crecimiento	16
2.9.1.	Auxinas	16
2.9.2.	Citoquininas o Citocininas	17
2.9.3.	Giberelinas	17
2.9.4.	Ácido Abscísico	17
2.9.5.	Riego	18
2.10.	Material Vegetal	18

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Materiales y métodos	21
3.1.1.	Localización y duración de la investigación	21

3.1.2.	Condiciones meteorológicas	21
3.1.3.	Materiales	22
3.1.4.	Delineamiento experimental	23
3.1.5.	Tratamiento	23
3.1.6.	Diseño Experimental	23
3.1.7.	Variables a evaluar en el presente experimento	24
3.1.7.1.	Porcentaje de ramillas brotadas	24
3.1.7.2.	Tiempo a la brotación	24
3.1.7.3.	Tiempo de permanencia en el sistema de enraizamiento	24
3.1.7.4.	Tiempo de periodo de aclimatación	24
3.1.7.5.	Porcentaje de plantas vivas	25
3.1.7.6.	Longitud de brote	25
3.1.7.7.	Diámetro de brotes	25
3.1.7.8.	Numero de hojas	25
3.2.	Manejo del experimento	25
3.2.1.	Selección de plantas para la extracción de ramilla	25
3.2.2.	Selección de ramillas	26
3.2.3.	Tamaño y corte de las ramillas	26
3.2.4.	Transporte de las ramillas	26
3.2.5.	Corte de las hojas	26
3.2.6.	Corte del tallo de la ramilla	27
3.2.7.	Medio de enraizamiento	27
3.2.8.	Organizar las bolsas en vivero	27
3.2.9.	Preparación de hormona	27

3.2.10.	Impregnar la ramilla con la hormona	27
3.2.11.	Control fitosanitario	27
3.2.12.	Cobertura y sellado de las ramillas	28

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1.	Porcentaje de ramillas muertas	30
4.1.2.	Porcentaje de la ramilla brotadas	31
4.1.3.	Tiempo a la brotación	33
4.1.4.	Tiempo de permanencia de las ramillas en el sistema de enraizamiento	34
4.1.5.	Tiempo del periodo de aclimatación	35
4.1.6.	Porcentaje de plantas vivas	35
4.1.7.	Longitud del brote	36
4.1.8.	Diámetro del brote	37
4.1.9.	Numero de hojas	38
4.1.10.	Volumen radicular	39
4.1.11.	Análisis económico	40

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	43
5.2.	Recomendaciones	44

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA

6.1.	Literatura Citada	46
------	-------------------	----

CAPÍTULO VII ANEXOS

7.1.	Anexos	51
------	--------	----

ÍNDICE DE CUADRO

1	Condiciones meteorológicas en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51(<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	21
2	Materiales y equipos que se utilizara en el proyecto en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51(<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	22
3	Análisis de varianza en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51(<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	24
4	Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año2015.	30
5	Análisis de varianza para porcentaje de ramillas brotadas en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	32
6	Análisis de varianza para tiempo de brotación en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	33
7	Análisis de varianza para tiempo de permanencia de las ramillas en el sistema de enraizamiento en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	34

8	Análisis de varianza para tiempo del periodo de aclimatación en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	35
9	Análisis de varianza para porcentaje de plantas vivas en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	36
10	Análisis de varianza para longitud de brote en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	37
11	Análisis de varianza para longitud de brote en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	38
12	Análisis de varianza para el numero de hojas en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	39
13	Análisis de varianza para volumen radicular en propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51(<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, año 2015.	40
14	Costos de producción, ingresos totales, beneficio neto y relación beneficio / costo (por 1000 plantas) en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (<i>Theobroma cacao</i> L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.	41

RESUMEN

Con el objetivo de Determinar la propagación vegetativa en plántulas de cacao ccn-51 (*Theobroma cacao* L.) Con diferentes concentraciones de hormonas en el Cantón las Naves Provincia Bolívar. Se llevó una investigación de campo utilizando un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Una vez realizados los análisis de varianza se determinó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos. En el porcentaje de ramillas muertas el mejor tratamiento fue el T1 (23,35) mientras que el menor resultado lo reportó el T3 (20,23). A los 60 días, en cámara húmeda el porcentaje de mortalidad se incrementó hasta un 28.54 %, El porcentaje de ramillas brotadas, a los 45 y 90 días, presentan diferencias significativas por efecto de las concentraciones de hormonas. Al igual que lo observado en las dos primeras evaluaciones, al cumplir los 120 días, en la variable tiempo de brotación el tratamiento 3 (4000 ppm ANA+AIB) es el mejor tratamiento, requiriendo un promedio de 36 días a partir de la siembra para que las estacas emitan sus primeras hojas, siendo el que se encuentra al principio del primer rango. Los mayores tiempos con promedios de 72 días para la brotación fue observado en T1 (Hormonagro No.1), ubicándose al final del tercer rango, El análisis de los datos de sobrevivencia de las plantas no presenta diferencias significativas. De manera general, el porcentaje de plantas vivas, osciló en un rango de 63,34, sin encontrarse diferencias entre los tratamientos. Las condiciones ambientales predominantes en último término, El volumen radicular se vio influenciado significativamente por las diferentes concentraciones de Hormonas. 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, en el análisis económico los mayores costos con aquellos en los que se utilizó mayor cantidad de hormonas enraizadoras, es decir los tratamientos T3 y T2, con costos de \$ 300,00 y \$ 250,00 respectivamente.

ABSTRACT

In order to determine the vegetative propagation seedlings CCN-51 cocoa (*Theobroma cacao* L.) with different concentrations of hormones in the Canton Province Bolívar. Se Ships led field research using a completely randomized design with 4 treatments and 4 replicates. Once the ANOVA statistical significance for high repetitions and treatments was determined. In the percentage of dead twigs the best treatment was T1 (23.35) while the lowest result was reported by the T3 (20.23). At 60 days, in a humid chamber the mortality rate increased up to 28.54%, the percentage of sprouted branches, at 45 and 90 days, showed significant differences due to hormone levels. As noted in the first two evaluations, to meet the 120 days, the time variable sprouting treatment 3 (4000 ppm ANA + IBA) is the best treatment, requiring an average of 36 days from planting to the stakes issued its first leaves, being located at the beginning of the first rank. Older times averaging 72 days for sprouting was observed in T1 (Hormonagro No.1), ranking at the end of the third rank analysis of survival data of the plants no significant differences. In general, the percentage of live plants ranged in a range of 63.34, no differences between treatments. The prevailing environmental conditions ultimately root volume was significantly influenced by the different concentrations of hormones. Root formation may be favored with the use of naphthalene and indolebutyric acid, since the application of auxin increases the production of roots in the economic analysis the higher costs with those in which as many enraizadoras hormones are used, it is say the T3 and T2 treatments, costs \$ 300.00 and \$ 250.00 respectively.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) es una planta perenne que rinde varias cosechas al año. Empezó a cultivarse en América, donde era ya un producto básico en algunas culturas antes de que llegaran los colonizadores Europeos.

En la actualidad, Ecuador cuenta con aproximadamente 263800 hectáreas cultivadas de cacao y su producción está disponible durante todo el año. Aproximadamente un 75% de la producción exportable de cacao ecuatoriano, se la utiliza para la producción de chocolates finos y de aroma ((Roja, 2007).

A nivel de la provincia Bolívar la producción es de 958 tonelada métrica distribuidas en los sectores de Caluma Echeandia las Naves, San Luís de Pambil aproximadamente con una extensión de 17.984 Ha (Roja, 2007).

En el Cantón Caluma, actualmente el cacao es una fuente de ingreso para los agricultores, ya que es el segundo rubro después de la naranja. La producción Cantonal es de 230Tm distribuida en 4.770Ha (Roja, 2007).

El método de propagación más usado son los injertos de parche, el cual presenta algunos inconvenientes como una efectividad a veces muy baja, altos costos de producción debido a la cantidad de sustrato usado, los costos de mantenimiento en el vivero y del transporte de las plantas del vivero al sitio de siembra, por lo que surge la necesidad de contar con una metodología más rápida, barata y eficiente para la multiplicación de las plantas. El sistema de

ramillas ha mostrado en países como Brasil y en menor escala en Ecuador ser más eficiente y barato. (Mata, 2006).

En los principios del 1600 ya había plantaciones pequeñas de cacao a orillas del río Guayas que posteriormente se expandieron a orillas de sus afluentes el Daule y el Babahoyo, río arriba, por lo cual se originó el nombre de cacao de arriba. La variedad que dio origen a este tipo específico de cacao es el denominado Nacional (Forastero amazónico), siendo esta muy conocida por su aroma floral (Torres, 2012).

Por qué la investigación es que podría tener y al permitir multiplicar genotipos superiores de cacao en forma más eficiente, para su desarrollo permitirá valorar la frecuencia e impacto de la variación somoclonal en plantas propagadas mediante embriogénesis somática.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la propagación vegetativa en plántulas de cacao ccn-51 (*Theobroma cacao* L.) Con diferentes concentraciones de hormonas en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la capacidad de propagación en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)
- Definir las diferentes concentraciones de hormonas necesarias para promover la propagación vegetativa en plántulas de cacao ccn-51 (*Theobroma cacao* L.)

- Realizar el análisis económico de los tratamiento en estudio

1.3. Hipótesis

Al aplicar 6000 ppm de hormonas enraizantes ANA+AIB se determinará los mayores niveles de enraizamiento

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Aspectos generales del cacao

El cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L), fue iniciado por los indígenas en México y Centroamérica, mucho antes del descubrimiento de América. Lo consumían como una bebida llamada xocoatl, que por su sabor amargo no agradó a los españoles; Sin embargo para el año 1550 estos añadieron dulce y vainilla al chocolate lo que hizo que el uso y demanda de esta pepa se extendiera por todo el mundo (Pinzón, 2006).

El cacao era considerado por las culturas nativas de la región azteca como el “alimento de los dioses” y además de utilizar sus granos como moneda lo consumían como bebida. A pesar de ser un cultivo estrictamente tropical, se elabora y se consume más en regiones templadas como bebida estimulante y alimento energético; además, su grasa es un subproducto importante en la preparación de cosméticos y productos farmacéuticos (Pinzón, 2006).

De acuerdo con datos de la World Cocoa Foundation (2006), en la actualidad existen el mundo entre cinco y seis millones de productores de cacao, cuya producción supera las tres millones de toneladas por año mientras demanda ha presentado un 3% de crecimiento anual durante los últimos 100 años.

2.2. Descripción Botánica

El Cacao es una especie diploide ($2n = 20$ cromosomas), de porte alto (8 - 20 m de altura) y de ciclo vegetativo perenne. Crece y se desarrolla usualmente bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América Sur.

2.2.1. Raíces

La raíz principal es pivotante y puede alcanzar de 1.5 - 2.0 m. de profundidad Las raíces laterales en su mayoría se encuentran en los primeros 30 cm del

suelo alrededor del árbol, pudiendo alcanzar los 5 – 6 m de longitud horizontal (Sálazar, 2008).

2.2.2. Tallo

El tallo, en su primera fase de crecimiento, es ortotrópico (vertical) que perdura por 12-15 meses. Luego, este crecimiento se interrumpe para dar lugar a la formación de 4 -5 ramitas secundarias (“horqueta”), que son de crecimiento plagiotrópico (horizontal). Debajo de la horqueta aparece con frecuencia brotes ortotrópicos (verticales) o “chupones” que darán lugar a una nueva horqueta y este evento, puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas (Sálazar, 2008).

2.2.3. Hojas

Las hojas son enteras, de 15 –50cm de longitud y de 5 – 20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y/o asimétricas en las ramas plagiotrópicas. La forma del limbo puede ser: elíptica, ovada o abovada, con peciolo que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antociánica, con excepción de árboles mutantes, que son completamente despigmentados (Sálazar, 2008).

2.2.4. Flores

Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario), completas (todos sus verticilos florales) y perfectas (conandroceo y gineceo). Estas aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos (“cojines florales”) Su diámetro oscila entre 1

–1.5 cm de Los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antociánica. Los pétalos son de prefloración imbricada y presentando partes distintas, una basal cóncava y otra apical con el extremo inferior unguiculado, y el superior amplio y con el ápice redondeado. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y/o protección del gineceo El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial, pudiéndose encontrar en promedio de 30 – 60 óvulos por ovario (Sálazar, 2008).

2.2.5. Frutos

Los frutos son bayas, con tamaños que oscilan de 10 – 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abovada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, que depende de los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa, delgada o intermedia; de surcos superficiales, intermedios o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso (Sálazar, 2008).

2.2.6. Las semillas

Las semillas son de tamaño variables (1.2 – 3cm), cubiertas con un muscílago opulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal) y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior de la almendra están los cotiledones, que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo (Sálazar, 2008).

2.3. Propagación del cacao

El injerto del cacao debe realizarse en patrones vigorosos y sanos obtenidos de semilla, desarrollados en recipientes o en el campo. Los árboles más viejos se pueden injertar, siempre que los injertos se hagan en varetas jóvenes ya presentes o en brotes que se producen después de que las plantas han sido podadas hasta una altura de 30 a 50 cm (Scribd, 2013).

El Injerto con yemas, es una de las técnicas más empleadas. Las yemas se deben tomar de aquellos brotes que se encuentren en árboles sanos y vigorosos. Las varetas de yemas deben ser aproximadamente de la misma edad que los patrones, pero las yemas deben ser firmes, rechonchas y listas para entrar en desarrollo activo. El injerto en yema no debe hacerse en época de lluvias ya que se puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas (Scribd, 2013).

2.4. Propagación sexual

Propagación por semilla o sexual es la forma más antigua y común para el establecimiento de plantaciones de cacao pero se obtiene una gran variabilidad de árboles, por lo que no se recomienda su utilización salvo cuando se empleen semillas de elevada calidad. En los últimos años se han recomendado las siembras con semilla certificada, debido al buen comportamiento de los árboles provenientes de semilla de polinización controlada, usando clones seleccionados. Estos híbridos han mostrado una gran precocidad en la fructificación y un desarrollo vigoroso de las plantas. La semilla híbrida se produce polinizando en forma controlada manipulando las flores de los clones seleccionados durante la fecundación (Scribd, 2013).

A pesar de ser la forma más simple de reproducir el cacao, la reproducción sexual tiene la desventaja de presentar una mayor variabilidad en la producción, pues, además de tratarse de una planta alógama, su flor posee una compleja estructura y presenta incompatibilidad entre ciertos tipos, por lo que es posible encontrar variaciones aún entre la descendencia de un mismo

fruto, aunque estas limitantes pueden reducirse mediante el uso de semillas mejoradas obtenidas por cruzamientos entre clones seleccionados, que permiten la obtención de una mayor producción y cierto grado de resistencia a plagas y enfermedades (Morán y Vera 2012).

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. Tal es el caso de la formación del grupo de cacao Trinitario que reemplazó al Cacao Criollo y nacional en la mayoría de los países de América Tropical, superándolos en vigor, rendimiento y resistencia a enfermedades (Fundesyam, 2013).

2.5. Propagación asexual

Las plantas obtenidas de reproducción asexual ofrecen una alta confiabilidad en la autenticidad de las características genéticas que se desean multiplicar. Son de alta precocidad, buenos rendimientos y sobre todo uniformidad en las características del producto deseado. Hay diferentes formas de reproducir las plantas en forma asexual. En el cultivo del cacao las más usadas son la reproducción por estacas y la reproducción por injerto. En la República Dominicana la única metodología empleada es la injertía, para aprovechar el sistema de raíces de la planta patrón que ofrece mayor fortaleza en el anclado del árbol en el suelo, siendo esta una forma de mayor resistencia a los fuertes vientos de las temporadas ciclónicas que con mucha frecuencia afectan al país (Fundesyam, 2013).

Desde que se iniciaron los trabajos de investigación en cacao a finales del siglo XIX, los distintos sistemas de propagación vegetativa han sido una importante herramienta en la multiplicación de genotipos silvestres y cultivados y han permitido la distribución del material, el mantenimiento de colecciones de germoplasma y el establecimiento de ensayos de investigación en campo (Moran y Vera, 2012).

numerosos factores ambientales tales como el tipo de suelo, drenaje, aireación, contenido de materia orgánica, humedad, temperatura, intensidad de luz, densidad de siembra, reguladores de crecimiento, así como la morfología y el estado del explante utilizado pueden modificar la apariencia y la sobrevivencia de la planta aún sin que ocurran cambios en su constitución genética, por lo que se considera de gran importancia la determinación de estos factores antes de proceder a la propagación y desarrollo de material seleccionado por mejoramiento genético (Mata, 2006).

2.6. Propagación asexual *in vitro*

Los estudios en cultivos de tejidos han sido motivados por la necesidad de obtener grandes cantidades de propágulos de cultivares de alto rendimiento. Existen varias vías para realizar la propagación asexual *in vitro*; entre ellas está la multiplicación de brotes de yemas a partir de yemas terminales, axilares o laterales, la organogénesis directa, la organogénesis indirecta, la embriogénesis somática, el microinjerto y el rescate de embriones. Dos principales métodos de regeneración *in vitro* han sido utilizados para la propagación: la organogénesis, que se basa en la abolición de la dominancia apical y la proliferación de yemas axilares o adventicias y la embriogénesis (Cabrera, 2011).

Los orígenes del cultivo de tejidos se remontan a 1902 con los primeros intentos realizados por Haberlandt de cultivar células aisladas de plantas, quien postuló el principio de la totipotencia celular como base teórica sobre la que se sustenta el cultivo de tejidos. El cultivo de tejidos como técnica consiste esencialmente en aislar una porción de la planta (*ex plante*) y proporcionarle

artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial intrínseco o inducido. Es necesario además adoptar procedimientos de asepsia para mantener los cultivos libres de contaminación microbiana. La importancia del cultivo de tejidos vegetales está directamente relacionada con los campos de aplicación que tiene esta técnica (Cabrera, 2011).

- Propagación masiva de plantas.
- Mejoramiento genético y selección *in vitro* para la obtención de soma clones tolerantes a factores bióticos y abióticos como salinidad, sequia, enfermedades y otros.
- Obtención de plantas libres de patógenos.
- Conservación de germoplasma a corto, mediano y largo plazo a través de la conservación por mínimo crecimiento y la crio conservación.
- Obtención de metabolitos secundarios.
- Empleo para evaluar el efecto fisiológico de diferentes sustancias (Cabrera, 2011).

La embriogénesis somática, una de las más utilizadas, es el procedimiento por medio del cual se obtienen embriones sin la intervención de células gaméticas y presentan una morfología y un desarrollo similares a los embriones sexuales obtenidos por la fecundación, pero a diferencia de éstos, presentan una constitución genética idéntica a la de la planta de origen. La necesidad de obtener grandes cantidades de propágulos y materiales de alto rendimiento, ha conducido al desarrollo de numerosos estudios para determinar la capacidad de formación de embriones de cacao a partir de tejido somático (Mata, 2006).

2.7. Propagación asexual *ex vitro*

Los métodos convencionales más utilizados para la propagación de cacao en forma vegetativa son injerto, acodo, estaca y ramilla (Pinzón, 2006).

2.7.1. Injertos

El injerto del cacao debe realizarse en patrones vigorosos y sanos obtenidos de semilla, desarrollados en recipientes o en el campo. Los árboles más viejos se pueden injertar, siempre que los injertos se hagan en varetas jóvenes ya presentes o en brotes que se producen después de que las plantas han sido podadas hasta una altura de 30 a 50 cm (Pinzón, 2006).

2.7.2. Injerto con yemas

Es una de las técnicas más empleadas. Las yemas se deben tomar de aquellos brotes que se encuentren en árboles sanos y vigorosos. Las varetas de yemas deben ser aproximadamente de la misma edad que los patrones, pero las yemas deben ser firmes, rechonchas y listas para entrar en desarrollo activo. El injerto en yema no debe hacerse en época de lluvias ya que se puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas (Zambrano, 2010).

Existen varios tipos de injerto para la propagación de material superior, sin embargo el más recomendado es el de yema, en el que se hace un corte en U en el patrón donde se coloca la yema de forma que los bordes queden unidos lo más exacto posible para evitar oxidaciones de los tejidos. Luego de la unión, se debe proteger con una cinta plástica con una pequeña amarra que sostenga el injerto e impedir que se llene de agua o se dañe y tres semanas más tarde retirarla para determinar si éste está prendido y estimular su desarrollo. Este método de reproducción requiere además de un laborioso trabajo, un cuidado especial, ya que generalmente el crecimiento es lateral y no terminal, por lo que para obtener una planta lo más erecta posible, se debe contar con un tutor o hacer podas de mantenimiento hasta que la nueva planta esté lista para sembrarse en campo (Mejía, 2005).

2.7.3. Acodos

Para emplear el sistema de acodos, se seleccionan ramas de abanico, saludables y de mayor edad dentro del árbol o clon seleccionado, donde se hace una pequeña lastimadura o corte alrededor de la rama para remover un anillo de corteza de 0,5 ó 1 cm con el fin de raspar el cambium y exponer el tejido, el cual se cubre con un medio enraizante limpio y húmedo donde se aplican las hormonas para estimular la formación de raíces y luego es recubierto firmemente con plástico amarrado en cada extremo para formar un bulto. Al hacer el corte se presenta una interrupción de la savia elaborada por las hojas, de manera que los nutrientes se acumulan cerca de esta zona y estimula la formación de callo, y por consiguiente, de raíces (Enríquez, 2005).

2.7.4. Ramillas

El empleo de estacas en la multiplicación de árboles por estacas o injerto de yemas se obtiene una mayor uniformidad de la plantación, árboles más fuertes y que se pueden podar para darles una mejor estructura, debido a que las ramas tienen más espacio en el cual desarrollar. Se obtienen mejores rendimientos por superficie, concentrando la producción en las zonas más próximas al suelo y por tanto reduciendo los costos de recolección. Los inconvenientes de este tipo de propagación son los elevados costos de obtención y de cuidado de los árboles (Zambrano, 2010).

Este sistema de propagación vegetativa presenta múltiples ventajas para el productor como son: el corto tiempo que transcurre desde que se siembra en vivero hasta que se lleva a campo (de tres a cuatro meses), el no suministro de riego durante los primeros dos meses y la poca mano de obra calificada que se requiere; en resumen, “el bajo costo por planta” (Aldana, 2010).

Esta multiplicación implica contar con clones adultos de cacao, de buenas características, que garanticen el éxito de las nuevas plantaciones para que su producción cuente con la aceptación de los mercados nacionales e internacionales (Aldana, 2010).

De los clones adultos se seleccionan las ramas jóvenes a las cuales se les cortan ramillas de unos 30 centímetros de largo. Esta ramilla debe tener el leño verdoso o semiverdoso y sus hojas deben presentar buen vigor y excelente desarrollo fisiológico. Cortada la rama o ramilla se procede a dejar de cuatro a cinco hojas, las cuales se recortan por la mitad, dejando pegada al tallo la otra mitad. Acondicionada la ramilla se procede a la aplicación de una hormona enraizante en la base y se siembra de inmediato en bolsas para vivero previamente preparadas con un buen sustrato o tierra preparada para semillero. Sembrada, se aplica un fungicida protector y se cubren todas las plantas ubicadas en cuatro o cinco filas por el largo que programe el productor, con un plástico transparente durante 45 a 60 días. El plástico debe quedar sellado por los cuatro lados para evitar la entrada de aire, agua e insectos, permitiendo generar un efecto invernadero (Aldana, 2010).

2.8. Factores que afectan la propagación por ramillas

Existen numerosos factores ecológicos y agronómicos que pueden inducir al éxito o al fracaso en la multiplicación de los nuevos clones, entre los cuales tenemos los siguientes.

2.8.1. Sombra

Debido a su comportamiento en el campo, el cacao es considerado como umbrófilo por su preferencia por la sombra; además, estudios realizados demuestran que las plantas tanto de semilla como de reproducción vegetativa crecidas a plena exposición al sol son sensiblemente más pequeñas y presentan una rápida disminución de la producción (Mata, 2006).

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 que posteriormente crecen para formar las raíces es necesario contar con una sombra de al menos 60% y cuya intensidad debe ir decreciendo paulatinamente, mientras se han obtenido buenos resultados utilizando condiciones de sombra de un 70% durante el período de enraizamiento (Mata, 2006).

Los requerimientos de sombra durante el proceso de enraizamiento se fundamentan en la necesidad de lograr una tasa adecuada de fotosíntesis en las estacas, ya que la irradiación excesiva provoca el cierre de los estomas, la reducción en el intercambio gaseoso, pérdida de turgencia y la muerte de los explantes. Además, los niveles excesivos de radiación solar favorecen la concentración de carbohidratos, fotodestrucción de las auxinas, cambios en las relaciones de agua y la concentración de sustancias promotoras o inhibidoras del crecimiento (Mata, 2006).

2.8.2. Humedad relativa

El ambiente donde se desarrollan las ramillas debe poseer una humedad saturada de un 99% o 100% para evitar la evapotranspiración y a la vez mantener la turgencia de las células de los tejidos foliares condiciones que se logran mediante el uso de sistemas de riego de nebulización, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona (Mata, 2006).

El uso de una cobertura de plástico ajustada para el mantenimiento de la humedad en el interior del propagador, pues de esta forma, el aire se satura en horas de la noche, resultando en la condensación del agua de las hojas y el humedecimiento de las mismas. En otros casos se ha cultivado cacao bajo condiciones de una humedad ambiental cercana al 70% en sistemas abiertos, pero con aplicaciones frecuentes de riego durante los primeros 60 días, que luego va disminuyendo progresivamente durante la aclimatación (Mata, 2006).

2.8.3. 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, de manera que las bajas temperaturas disminuyen su actividad y las altas limitan la capacidad de absorción (Mata, 2006).

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. La temperatura considerada como la más óptima para la multiplicación por ramillas puede variar en un rango entre 25°C y 30°C (Mata, 2006).

2.8.4. Sustrato

Es la base, materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, ya sea vegetal, animal o protista, en el cual transcurre su vida; el sustrato satisface determinadas necesidades básicas de los organismos como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua, etc. El sustrato dominante en el ambiente es el suelo, en el cual se sustentan los vegetales para extender sus hojas en el aire; asimismo le suministran minerales y agua, vitales para las plantas; estos suministros inorgánicos consisten en: carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Respecto a los ecosistemas acuáticos, conviene destacar que existen múltiples organismos que utilizan como sustrato una gran variedad de materiales entre los que figuran las rocas y sus derivados, de ahí que un sustrato acuático está formado de grava, arenas, rocas lisas, piedras sueltas o barro. Cabe señalar que las diferentes texturas en el contenido de materiales nutritivos y el grado de estabilidad de los materiales referidos repercuten en el desarrollo y distribución de los organismos acuáticos (Linda Vista, 2012).

El término sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por lo tanto, un papel de soporte para la planta, el sustrato puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Linda Vista, 2012).

Los sustratos se utilizan para el cultivo de plantas en recipientes y cumplen la función de proveer soporte y regular la disponibilidad de agua y nutrientes al sistema radicular de las plantas. La dinámica del agua en éstos es distinta a la del suelo debido a las condiciones presentes por la relación masa-volumen en el interior del recipiente, por lo que las limitaciones de espacio para la formación de raíces exige que el sustrato sea capaz de mantener agua disponible sin comprometer la presencia de oxígeno en el medio (Linda Vista, 2012).

2.9. Reguladores de crecimiento

Entre los reguladores usados en el cultivo *in vitro* se encuentran las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno, poliaminas, jasmonatos y otros compuestos

Las auxinas se utilizan para promover la división celular y la diferenciación de raíces. Normalmente, se usan los compuestos siguientes: IAA (Ácido Indolacético), NAA (Ácido Naftalenacético), IBA (Ácido Indolbutírico), 2,4 D (2,4-Ácido Diclorofenoxiacético (González, Morejón y Portilla, 2007).

2.9.2. Auxinas

La formación de raíces adventicias en altas concentraciones y de brotes adventicios en bajas concentraciones, inducción de embriogénesis somática,

división celular, formación y crecimiento de callos e inhibición de yemas axilares y el crecimiento de raíces (Cabrera, 2011).

Entre las auxinas encontramos el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenacético (ANA), ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D). (González, Morejón y Portilla, 2007).

2.9.3. Citoquininas o Citocininas

Los principales efectos son en la formación de brotes adventicios, inhibición de la formación de la raíz, división celular, formación y crecimiento de callos, estimulación de la ruptura de las yemas axilares e inhibición de la elongación del brote y la senescencia de las hojas (Cabrera, 2011).

Las citocininas son derivados purínicos, en especial de la adenina, que se han reportado en pequeñas cantidades en el agua de coco, jugo de tomate, extractos de flores, tubérculos y nódulos radicados, en frutos y semillas inmaduras de maíz (zeatina) hidrolizadas de ARNt de plantas o microorganismos (González, Morejón y Portilla, 2007).

2.9.4. Giberelinas

Son una familia de compuestos que son sintetizadas en puntos de crecimiento como embriones, meristemas o tejidos en desarrollo, estas son transportadas por el xilema y el floema. Su acción va dirigida hacia el crecimiento de los entrenudos, inducen y aceleran la floración, como acción contraria debe señalarse la inhibición del crecimiento normal de las raíces y tallos en cultivo de callos (Cabrera, 2011).

2.9.5. Ácido Abscísico

Este compuesto inhibe el crecimiento vegetal y tienen efecto en la maduración de los embriones somáticos, facilitan la aclimatación y en la formación de

bulbos y tubérculos y promueve el desarrollo de la dormancia (González, Morejón y Portilla, 2007).

2.9.6. Riego

La planta de cacao es sumamente sensible a la escasez de agua, debido a que los estomas de las hojas se cierran aún con pequeños cambios en su contenido, induciendo una rápida disminución de su capacidad fotosintética. De igual forma, las condiciones de estrés hídrico provocan en la planta una disminución significativa de la materia seca total, un crecimiento lento y una baja tasa de asimilación de nutrientes. Sin embargo, una atmósfera de suelo saturada, principalmente si hay deficiencia de oxígeno favorece la presencia de pudriciones que impiden el desarrollo radical (Enríquez, 2005).

La frecuencia de riegos en el vivero depende de las condiciones climáticas del lugar, lo importante es que el sustrato debe estar siempre húmedo y cuando se realice esta labor de preferencia hacerlo en las primeras horas de la mañana o últimas horas de la tarde, utilizando regaderas u otro depósito disponible que permita un riego uniforme, a fin de mantener la humedad adecuada (Ni muy seco, ni muy húmedo) (Agricultura, 2010).

2.10. Material vegetal

La decisión más importante antes de establecer un cultivo comercial de cacao, es la selección de los árboles que se desean multiplicar o aquellos de los cuales se van a tomar las yemas para injertar (Pinzón, 2006). En cacao se recomienda, y se debe utilizar, la propagación por injerto, por lo cual es primordial la utilización de una planta como patrón. El patrón es la planta que recibe la yema (injerto), y conforma el sistema radical, el cual es esencial para la nutrición de la planta injertada y constituye una de las bases fundamentales

para el éxito comercial de un cultivo de cacao (Palencia, Gómez y Guiza, 2009).

Algunas plantas enraízan mejor si se usan estacas tomadas de brotes jóvenes aun tiernos y en pleno crecimiento. Otras solo lo hacen si se usan estacas ya leñosas con más de uno o dos años de edad, Existen árboles que enraízan desde estacas tomadas de partes de ramas gruesas y relativamente largas, mientras otras lo hacen mejor desde estacas leñosas finas y cortas tomadas desde los extremos de las ramas, ciertos árboles producen estacas más fáciles de enraizar si se cortan durante los períodos de crecimiento activo, otros cuando están en los períodos de latencia y el árbol está durmiente o cuando ha cesado el crecimiento activo, en ocasiones estacas tomadas de la parte superior del follaje al que le da el sol, enraízan mejor o dan raíces más vigorosas que aquellas tomadas a la sombra del follaje, la época del año en la que se toma la estaca puede influir fuertemente en su capacidad de enraizado, tanto por las condiciones naturales de la estaca como por los factores ambientales que se tendrán durante el enraizamiento. En general las temperaturas templadas favorecen el enraizamiento (Sánchez, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

La presente investigación se realizó en La Provincia de Bolívar, Cantón Las Naves, Parroquia Las Naves, en el sector del Barrio Paraíso, las coordenadas geográficas son Latitud: S 1° 20' / S 1° 10' y Longitud: W 79° 30' / W 79° 15' este trabajo tuvo una duración de 180 días.

3.1.2. Condiciones Meteorológicas

A continuación se presentan las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Parámetros	Promedios
Temperatura media anual	25 °C
Altitud m.s.n.m	98 - 99
Humedad relativa. %	70 - 90
Precipitación mensual.mm	1000 - 2000
Heliofanía hora luz mes	1101,3
Zona ecológica	bh-T (Bosque Tropical Húmedo)
Topografía	Ligeramente ondulada

Fuente: Oficina Meteorológica del Ilustre Municipio del Cantón Las Naves Provincia de Bolívar. 2014

3.1.3. Materiales

Cuadro 2. Materiales y equipos en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Descripción	Unidad	Cantidad
Materiales		
Zaran	M	42
Flexometro	U	1
Navaja	U	1
Tijeras	u	2
Cañas	M	8
Fundas negras	U	400
Fundas transparentes	U	16
Escabadora	U	1
Overol	U	2
Guantes	Par	2
Botas	Par	2
Equipos		
Bomba de mochila	U	1
Balanza	U	1
Cámara	U	1
Computador	U	1
Cuaderno	U	1
Calculadora	U	1
Insumos		

Fitohormonas	G	40
Desinfectante	G	228
Pesticida	cm ³	228
Sulfato	G	228
Materia orgánica	G	228
Material vegetativo	U	380

3.1.4. Delineamiento experimental

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| • Tipo de Diseño Experimental | • DCA |
| • Número de Tratamientos | • 4,00 |
| • Número de Repeticiones | • 4,00 |
| • Numero de parcelas | • 16,00 |
| • Ancho de la parcelas m | • 0,60 |
| • Largo de parcela m | • 0,60 |
| • Área de la parcela m ² | • 0,36 |
| • Área total m ² | • 5,76 |
| • Distancia de siembra | • 2,50 |
| • Entre planta | • 0,05 |
| • Entre hilera | • 0,05 |
| • Distancia entre calle | • 1,00 |
| • Numero de hilera por parcela | • 5,00 |
| • Numero de planta por hilera | • 5,00 |

3.1.5. Tratamientos

T1: ANA 2000 ppm + AIB 2000 ppm

T2: ANA 4000 ppm + AIB 4000 ppm

T3: ANA 6000 ppm + AIB 6000 ppm

T4: Testigo

3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar entre medias de los tratamientos para cada periodo, se utilizó la prueba de rango múltiple, (TUKEY) al 95% de probabilidad.

A continuación se presenta el cuadro de varianzas (ANOVA).

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza en la propagación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Fuente de Variación			Grados de Libertad
Tratamiento	T-1	4-1	3
Error	T (r-1)	4 (4-1)	12
Total	T.r-1	4.4-1	15

3.1.7. Variables a evaluar en el presente experimento

3.1.7.1. Porcentaje de ramillas brotadas

Se verificó el número de ramillas brotadas (yema visible, ligeramente abierta) a los 45 y 90 días, luego se las retiró del sistema en el que se encontraban para proceder a aclimatar.

3.1.7.2. Tiempo a la brotación

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la brotación de la yema y los datos se expresaron en días.

3.1.7.3. Tiempo de permanencia en el sistema de enraizamiento

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que la planta fue retirada del sistema de enraizamiento. Las plantas se consideraron listas para salir del sistema cuando tengan un brote axilar con al menos una hoja de 3 cm de largo. Los datos se expresaron en días.

3.1.7.4. Tiempo del período de aclimatación

Se determinó el número de días transcurridos desde que las estacas salieran del sistema de enraizamiento hasta que estuvieron listas para ir al campo y los datos se expresaron en días.

3.1.7.5. Porcentaje de plantas vivas

Este dato se lo obtuvo en base al número de plantas vivas que finalizara el período de aclimatación. Los datos se expresaron en porcentaje.

3.1.7.6. Longitud del brote

Se registró con una frecuencia de cada 30 días, a partir que las plantas fueron sacadas del sistema de enraizamiento hasta cumplir 3 meses. Los datos se expresaron en centímetros.

3.1.7.7. Diámetro de brotes

Para realizar esta medición se utilizó un calibrador, midiendo el diámetro del tallo en la base del brote. Este dato se registró con una frecuencia desde cuando las plantas fueron sacadas del sistema de enraizamiento hasta cumplir 3 meses. Los datos se expresaron en milímetros.

3.1.7.8. Número de hojas

El número de hojas en el brote de la estaca se realizó con una frecuencia mensual hasta cumplir 3 meses. La primera hoja válida se estableció cuando ésta alcanzó un tamaño mínimo de 3 cm de largo. Los datos se registraron como número de hojas.

3.2. Manejo del Experimento

3.2.1. Selección de plantas para la extracción de ramilla

Las plantas seleccionadas para extraer las ramillas fueron de excelente producción, con buenas características agronómicas, buena arquitectura o formación, tolerantes a plagas y enfermedades y con una buena calidad de grano.

3.2.2. Selección de ramillas

Identificados los árboles seleccionados para la extracción de las ramillas, se procedió a ubicar las ramas leñosas 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.

3.2.3. Tamaño y corte de las ramillas

Las ramillas se cortaron a una longitud de 30 a 40 centímetros. El diámetro del tallo no debe ser inferior, en lo posible, a un centímetro. La recolección de ramillas se realizó entre 6 y 9 de la mañana, con el fin de no exponerlas a los rayos del sol para evitar su deshidratación. El corte se debe realizar con una tijera podadora en buenas condiciones o con un cuchillo bien afilado, nunca con machete. En este momento la forma como se realice el corte no es determinante, ya que en el proceso de preparación para siembra se realiza en forma específica.

3.2.4. Transporte de las ramillas

Las ramillas seleccionadas se fueron ubicando en un recipiente con agua y se cubrió el tallo de las ramillas con un pedazo de tela o papel periódico húmedos para evitar la deshidratación.

3.2.5. Corte de las hojas

En cada ramilla se dejó entre tres y cinco hojas y se eliminó el resto, quitando las más cercanas al corte de la ramilla porque quedan ubicadas en la zona que se va a introducir en la bolsa en el momento de la siembra. Cuando se dejan seis hojas o más pueden propiciar su pudrición y la de los tallos durante el proceso de inducción radicular, al estar tapadas con el plástico, por exceso de follaje. Seleccionadas las hojas a dejar, se procedió a cortar cada hoja por la mitad con el fin de evitar una mayor deshidratación.

3.2.6. Corte del tallo de la ramilla

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

3.2.7. Medio de enraizamiento

Se mezcló en partes iguales tierra, arena y abono orgánico descompuesto. Con este sustrato se procedió a llenar las bolsas que se utilizaron en el vivero.

3.2.8. Organizar las bolsas en vivero

Se llenó las bolsas y se procedió a organizarlas en cinco hileras de cinco bolsas, este agrupamiento permitió una fácil manipulación, dejando calles de 80 a 100 centímetros. Estas bolsas se ubicaron en un lugar que conto con sombra regulada donde los rayos del sol penetren máximo el 30%.

3.2.9. Preparación de hormonas

Para la preparación de las hormonas se pesaron las diferentes concentraciones de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en polvo a una concentración de 2000, 4000 y 6 000 ppm para sus respectivas dosis de acuerdo al tratamiento.

3.2.10. Impregnar la ramilla con la hormona

Se humedeció la punta del tallo de la ramilla luego se la introdujo dentro del recipiente que contiene la hormona, logrando que ésta quede adherida con facilidad.

3.2.11. Control fitosanitario

Organizadas las bolsas en el vivero se procedió a la aplicación de un fungicida protector que proteja y prevenga la aparición de hongos como *Phytophthora*.

3.2.12. Cobertura y sellado de las ramillas

Una vez aplicado el fungicida en las ramillas se procedió a cubrirlas con un plástico transparente. Tapadas las ramillas con el plástico, además se selló por los cuatro lados con tierra o arena con el fin de que no entre aire ni agua y evitar el daño causado por insectos y animales domésticos. De esta forma se obtuvo un efecto invernadero, en donde la humedad relativa se mantiene por encima del 90% y la temperatura oscila entre 25 y 30 grados centígrados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Porcentaje de ramillas muertas

En el Cuadro 4, se observa los promedios de mortalidad registrados en cada tratamiento. Mediante la prueba de tukey al 5% (cuadro 4) a los 45 días el mejor tratamiento fue el T1 (23,35) mientras que el menor resultado lo reporto el T3 (20,23). A los 60 días, en cámara húmeda el porcentaje de mortalidad se incrementó hasta un 28.54 %. y a los 120 días los porcentajes mortalidad alcanzaron el 36.82 %. Cabe destacar el aumento de mortalidad en Cámara húmeda fue aquellas estacas que si bien no murieron, tampoco brotaron hasta los 120 días, tiempo que se consideró como límite para que las estacas puedan ser extraídas. El coeficiente de variación es de 0.79

Cuadro 4. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Promedio					
	45 días		90 días		120 días	
1	23,35	a	29,33	a	37,65	a
2	23,15	ab	28,98	b	36,6	b
3	20,23	c	27,28	d	35,78	c
4	22,95	b	28,58	c	36,6	b
CV%	0,56		0,56		0,25	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

El porcentaje de ramillas muertas, a los 45 días presentó diferencias significativas entre el tratamiento 1, 2, pero si existió alta significancia estadística con el tratamiento 3. Para la evaluación efectuada a los 90 días, los porcentajes de mortalidad de estacas presentaron diferencias significativas,

Contrariamente a lo observado en las dos primeras evaluaciones, a los 120 días se observaron diferencias significativas para las diferentes concentraciones de Hormonas.

Las diferentes concentraciones de hormonas utilizadas para el enraizamiento de estacas de cacao no presentaron diferencias en los porcentajes de mortalidad a los 45 y 90 días, no así para los 120 días, donde las estacas con hormonagro (T1) presento mayor mortalidad con un 37,65%. Y siendo con el menor porcentaje de mortalidad el (T3) ANA+AIB 4000 ppm. Con 35,78%.

Los altos niveles de mortalidad pudieron haberse debido a que el ambiente de propagación no fue el apropiado para que las estacas puedan adaptarse y sobrevivir. Esta apreciación coincide con lo expuesto por (Hernández y Leal, 2005), quienes afirman que la humedad del aire afecta al proceso de transpiración de las plantas por lo que la pérdida de agua a través de las hojas es muy rápido y puede reducir el contenido de agua de las estacas hasta que ocasione su muerte.

4.1.2. Porcentaje de ramillas brotadas

El porcentaje de ramillas brotadas, a los 45 y 90 días, presentan diferencias significativas por efecto de las concentraciones de hormonas. Al igual que lo observado en las dos primeras evaluaciones, al cumplir los 120 días, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los coeficientes de variación oscilando entre 3,41 y 7.17 %; y como se explicó anteriormente estos podrían haber sido influenciados por el hecho que los tratamientos debieron ser implementados en el transcurso del tiempo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para porcentaje de ramillas brotadas en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

tratamientos	Promedio					
	45 días		90 días		120 días	
1	13,45	c	40,58	b	63,14	c
2	6,67	d	34,78	c	39,73	d
3	31,73	a	69,76	a	80,73	a
4	20,23	b	68,47	a	75,6	b
CV%	7,17		4,14		3,45	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

La influencia de las hormonas utilizadas para el enraizamiento y brotación de ramillas de cacao, fueron observadas en todas las fechas de evaluación, siendo más evidente su efecto al finalizar el período de evaluación (120 días), donde se obtuvieron porcentajes de brotación de 80,73 % con el uso de la hormona (4000 ppm ANA+ AIB). Y con menor porcentaje se encuentra el T2 (2000 ppm de ANA + AIB), con 39,73 % de brotación.

Los altos porcentajes de brotación obtenidos con el ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (IBA), concuerdan con lo expuesto por (Hernández y Leal, 2005), que recomiendan el uso de estas hormonas para el enraizamiento de estacas de cacao.

En este estudio, los porcentajes de brotación con ácido naftalenacético (ANA + AIB) son mayores que los obtenidos con (Hormonagro No. 1). Probablemente estas diferencias se dieron porque las preparaciones de talco como el caso de (Hormonagro No. 1), pierden su eficacia a través del tiempo (ocho meses) y

porque la cantidad de hormona que se adhiere a las estacas es variable. (Hernández y Leal, 2005).

4.1.3. Tiempo a la brotación

El tiempo transcurrido hasta la brotación se vio influenciado de manera significativa por las diferentes concentraciones de hormonas (Cuadro 6). Las diferentes Hormonas utilizadas en el estudio ejercieron un efecto diferencial sobre el tiempo que requirieron las estacas para presentar su primera emisión foliar o brotación. Las estacas que fueron tratadas en base a T3 (4000 ppm ANA + AIB) presentaron un promedio de 57 días para su brotación, situándose al principio del primer rango; y finalmente ubicándose al último del segundo rango se encontró la hormona comercial (Hormonagro No. 1) con promedios de 72 días (Cuadro 6).

El tratamiento 3 (4000 ppm ANA+AIB) es el mejor tratamiento, requiriendo un promedio de 36 días a partir de la siembra para que las estacas emitan sus primeras hojas, siendo el que se encuentra al principio del primer rango. Los mayores tiempos con promedios de 72 días para la brotación fue observado en T1 (Hormonagro No.1), ubicándose al final del tercer rango (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para tiempo de brotación en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Promedio	Dds
1	72	a
2	68	c

3	57	c
4	64	b
CV%	1,18	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

Las diferencias en el tiempo transcurrido hasta la brotación de las estacas por efecto de las diferentes tratamientos en este estudio, difieren con respecto a los resultados obtenidos por Miller (2008), quien determinó que el mayor porcentaje de brotación se presenta a los 35 días con la combinación de ácido naftalenacético (ANA) más ácido indolbutírico (AIB), lo cual es totalmente contrario a los resultados obtenidos. Probablemente esto se deba a que los tratamientos evaluados en el presente estudio es el CCN- 51; mientras que, Miller utilizó cacaos forasteros, lo cual concuerda con lo expuesto por Enríquez (2005), quién asegura que la diferencia mostrada en cuanto a la brotación es determinado por el material genético.

4.1.4. Tiempo de permanencia de las ramillas en el sistema de enraizamiento

El tiempo de permanencia de las estacas en el sistema de enraizamiento al igual que en la variable anterior, estuvo influenciado significativamente por las diferentes Hormonas, no presenta significación estadística alguna. En general el menor número de días toman las plantas cuyas estacas fueron tratadas con T3 (4000 ppm ANA + AIB) con un promedio de 64 días; mientras que, las plantas tratadas con T4 (6000 ppm ANA + AIB) permanecieron mayor tiempo en el sistema de enraizamiento con 90 días a partir de la siembra (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para tiempo de permanencia de las ramillas en el sistema de enraizamiento en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Promedio	Dds
1	84,00	b
2	82,00	b
3	64,00	c
4	90,00	a
CV%	1,69	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

Las plantas del tratamiento T3 (4000 ppm ANA+AIB), las cuales no sobrepasaron los 64 días en el sistema de enraizamiento. El tratamientos T4(6000 ppm ANA+AIB), salió del sistema de enraizamiento a los 90 días, ubicándose al final de significancia (Cuadro 7).

De acuerdo a Enríquez (2005), el proceso termina en el sistema de enraizamiento después de 50 a 55 días. Sin embargo, la demora durante este período pudo estar relacionada con el nivel de sombra en que se mantuvieron las estacas, pues existe una clara relación entre el nivel de sombra y los niveles de carbohidratos presentes en los tejidos. Con el incremento en el nivel de sombra se ha observado que se presenta una disminución en la concentración de carbohidratos, afectando los tejidos y el crecimiento celular.

4.1.5. Tiempo del período de aclimatación

De manera general el tiempo de aclimatación osciló en un rango de 95 a 110 días después de haber salido del sistema de enraizamiento, sin presentar diferencias por efecto de los factores o de la interacción de los mismos. (Cuadro 8). Las plantas deberán sacarse a campo a la edad de cuatro meses, lo cual concuerda con Morán y Vera (2012) y Enríquez (2005) ya que a esta edad las plantas de cacao presentan brotes maduros.

Cuadro 8. Análisis de varianza para tiempo del periodo de aclimatación en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Promedio	Dds
1	110	d
2	104	c
3	95	a
4	100	b
CV%	1,75	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.6. Porcentaje de plantas vivas

El análisis de los datos de sobrevivencia de las plantas no presenta diferencias significativas (Cuadro 9). De manera general, el porcentaje de plantas vivas, osciló en un rango de 63,34, sin encontrarse diferencias entre los tratamientos. 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 (Paredes, Canales, González y Ventura 2003).

Cuadro 9. Análisis de varianza para porcentaje de plantas vivas en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamiento

s	Porcentaje de	Estacas vivas
1	62,35	c
2	63,4	b
3	64,22	a
4	63,39	b
CV%	0,15	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.7. Longitud del brote

En la longitud del brote para las diferentes concentraciones de hormonas (Cuadro 10). Al analizar los promedios de la interacción hormonas, sobre el tamaño del brote de las plantas de cacao, se observa un evidente efecto a los 90 días de aclimatación. Los valores se encuentran en 9,70 cm, correspondiendo estos valores a las plantas del tratamiento 3 (4000 ppm ANA+AIB), que se observa en el (Cuadro 10). Las menores alturas se encontraron en el tratamiento 2 (2000 ppm ANA + AIB) con 8.90 cm, ubicándose al final del rango de significación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la longitud del brote solo presenta diferencias entre tratamientos luego de 90 días de su emisión, debido probablemente a mayores exigencias de temperatura, humedad relativa y disponibilidad de luz, toda vez que la planta tiene un mayor trabajo fotosintético durante esta etapa. Por otra parte, también se debe señalar que en esta fase el consumo de nutrientes pudo ser mayor que el disponible en el sustrato. Al respecto Siquiera y Almeida (2003), menciona que el cacao, se caracteriza por presentar períodos de intensa brotación, seguido de desarrollo vegetativo, lo cual produce desgaste de las reservas alimenticias en los tejidos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de brote en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao*)

**L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón
Las Naves Provincia Bolívar, 2015.**

Tratamientos	Longitud de brote (cm)					
	30 dds		60 dds		90 dds	
1	5,6	b	7,4	b	9,2	c
2	5,0	d	6,2	d	8,9	d
3	6,4	a	7,6	a	9,7	a
4	5,3	c	7,1	c	9,4	b
CV%	1,3		1,06		0,44	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.8. Diámetro del brote

El diámetro del brote no presenta significación estadística. Para las evaluaciones efectuadas a los 30, 60 y 90 días de aclimatación, (Cuadro 11). Cabe destacar que se encontró en las plantas un diámetro general del brote de 3,43 milímetros a los 90 días. No se observa un crecimiento pronunciado en el diámetro del brote durante esta etapa, posiblemente se deba a que la luz no fue suficiente, ya que se ha comprobado que la iluminación modifica el crecimiento al cambiar la proporción de las diferentes hormonas en los tejidos, y esto favorece el desarrollo de las plantas (Palencia, 2000).

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro del brote en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Diámetro del brote (mm)					
	30 dds		60 dds		90 dds	
1	1,7	a	2,6	c	3,4	b
2	1,8	a	2,5	b	3,5	c
3	1,8	a	2,4	a	3,4	b
4	1,7	a	2,6	c	3,3	a
CV%	0,4		0,46		5,15	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.9. Número de hojas

El número de hojas emitidas en el brote se vio influenciado de forma altamente significativa por efecto de las diferentes Hormonas durante las tres fechas de evaluación. Se observó influencia de las Hormonas a lo largo de todo el período de aclimatación para el número de hojas; así, a los 90 días se observó que con T3 (4000 ppm ANA+AIB) se presenta el mayor promedio con 7,18 hojas; mientras que, con la menor respuesta, se presentan las plantas tratadas con T1 (Hormonagro No. 1), con un promedio de 5,39 hojas (cuadro 12).

Los resultados encontrados para esta variable sugieren que existe un efecto importante de las hormonas. Las respuestas indican que al utilizar ácido indolbutírico (AIB), se logra aumentar el número de hojas. Contrariamente a lo que dicen Hernández y Leal (2005), quienes afirman que el tratamiento de las

estacas con hormonas es útil en la fase de enraizamiento de plantas, el tamaño y el vigor de las plantas tratadas con ellas no parecen ser mejores que las estacas no tratadas.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el numero de hojas en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Numero de hojas					
	30 dds		60 dds		90 dds	
1	1,32	d	3,33	c	5,39	c
2	1,39	c	3,57	b	6,37	b
3	1,73	a	4,38	a	7,18	a
4	1,54	b	3,12	d	5,58	c
CV%	13,31		1,85		1,61	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.10. Volumen radicular

El volumen radicular se vio influenciado significativamente por las diferentes concentraciones de Hormonas (Cuadro 13). 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 Hernández y Leal, (2005).A pesar que se usó

una mezcla en partes iguales de los ácidos naftalenacético e indolbutírico, no se obtuvo mayor eficacia que los compuestos aislados contrariamente a lo aseverado por Hernández y Leal, (2005).pues probablemente se debió usar una solución con mayor concentración. Tal como la uso Palencia(2000) en sus ensayos.

Hormonagro No. 1 (preparación comercial en polvo a base de ácido naftalenacético) no estimuló el crecimiento volumétrico de las raíces en las estacas y fue significativamente menor al volumen de las raíces de las estacas que fueron tratadas con una solución concentrada de ácido naftalenacético y indolbutírico, (ANA + AIB), a pesar de que ambas preparaciones hormonales tuvieron la misma concentración de hormona.

La formación de las raíces es uno de los aspectos de mayor importancia en los sistemas de propagación clonal mediante estacas, ya que existe un temor generalizado de que éstas pueden tener sistemas radicales inferiores a los de plantas provenientes de semillas, sin embargo, de acuerdo con July; W. (2002).

Cuadro 13. Análisis de varianza para volumen radicular en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Tratamientos	Volumen radicular (cc)	
1	3,9	d
2	4,3	c
3	5,2	a
4	5	b
CV%	1,59	

Promedio con una misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.11. Análisis económico

Al realizar el análisis de costos, ingresos totales, beneficios netos y la relación beneficio / costo (en relación a una producción de 1000 plantas) que se muestran en el cuadro 14, podemos observar que, los mayores costos con aquellos en los que se utilizó mayor cantidad de hormonas enraizadoras, es decir los tratamientos T3 y T2, con costos de \$ 270,00 y \$ 230,00 respectivamente. La producción de plantas fue calculada en base al porcentaje de plantas vivas y enraizadas, asumiendo un costo de venta de \$ 1,00, lo que permite obtener los mejores ingresos con el tratamiento T3 seguido del T2, con valores de \$ 519,00 y \$ 479,00 respectivamente, valores que permiten obtener una relación beneficio costo mayor en el T2 con 1,08 seguido del tratamiento T1 con un valor de 1,07, y el tratamiento con la menor relación beneficio costo fue el testigo con un valor de 0,68.

Cuadro 14. Costos de producción, ingresos totales, beneficio neto y relación beneficio / costo (por 1000 plantas) en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

ITEM	T1: ANA 2000 ppm + AIB 2000 ppm	T2: ANA 4000 ppm + AIB 4000 ppm	T3: ANA 6000 ppm + AIB 6000 ppm	Testigo
Preparación				
Selección del material	20	20	20	20
Preparación esquejes	10	10	10	10

Materiales

ANA	20	40	60	
AIB	20	40	60	
Fundas	20	20	20	20
Mano de Obra	100	100	100	100

Costo de producción	190	230	270	150
Producción	394	479	519	252
Precio de venta planta	1	1	1	1
Ingreso total	394	479	519	252
Beneficio neto	204	249	249	102
Relación B/N	1,07	1,08	0,92	0,68

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El menor porcentaje de mortalidad de ramillas, fue el tratamiento 3 (4000 ppm, ANA + AIB) con 35, 78 %.

El tratamiento tres con los ácidos naftalenacético (ANA) y indolbutírico (AIB) a una concentración de 4000 ppm promovió los mayores niveles de brotación con 80.73%.

El menor tiempo para la primera brotación (57dds) fue alcanzado en las estacas tratadas con el ácido naftalenacético masindolbutirítico (ANA + AIB) a una concentración de 4000 ppm; mientras que, el mayor tiempo de permanencia del material vegetal dentro del sistema de enraizamiento (72 días) fue obtenido con (hormonagro No 1) T1.

El tratamiento que a los 90 días logró mayor diámetro de brote fue T2 (3.5 mm); mientras que, el que presentó mayor número de hojas fue el T3 (7,18 hojas).

En forma general la aplicación de ácido naftalenacético mas indolbutírico (ANA+AIB) a una concentración de 4000 ppm, permitió los mayores incrementos en número de hojas a los 30, 60 y 90 días de aclimatación llegando a tener 7,18 hojas en la última época de evaluación.

Las ramillas tratadas con ácido naftalenacético mas indolbutírico (ANA + AIB) a una concentración de 4000 ppm alcanzaron el mayor volumen radicular con 5.2 centímetros cúbicos.

La hipótesis planteada en esta investigación es aceptada, ya que, al aplicar 6000 ppm de hormonas enraizantes ANA+AIB si determinó los mayores niveles de enraizamiento.

5.2. Recomendaciones

Aplicar al material vegetativo ácido naftalenacético (ANA) más ácido indolbutírico (AIB) en una concentración de 4000 ppm, para promover el mayor porcentaje de enraizamiento de las ramillas de cacao.

Utilizar cámaras de aclimatación dependiendo el número de estacas a enraizar con el fin de implementar el proceso de multiplicación de las ramillas.

Realizar trabajos similares estudiando otros factores que influyen en el enraizamiento de las estacas y desarrollo de las plantas; la naturaleza y edad de la estaca, la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa y el medio enraizante.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

Aldana, M. 2010. La multiplicación por estaca o enraizamiento por ramilla.

Agricultura, 2010. Disponible en: <http://agricultura-tropical-Ecuador.blogspot.com/2010/11/manejo-de-viveros.html>. Consultado el 09/11/2014.

Arciniegas, A. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el Programa de Mejoramiento Genético del CATIE. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 126 p.

Cabrera; P. 2011. Formación de callos y establecimiento de suspensiones celulares en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. Pág., 78

Oficina Meteorológica del Ilustre Municipio del Cantón Las Naves Provincia de Bolívar. 2014.

Enríquez, G. 2005. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual N°54. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias. Quito, EC. 360 p.

Faria, J; Sacramento, C Do. 2003. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacaueiro (Clones CEPEC 42, TSH 516 e TSH 1188) em função da aplicação do Ácido indolbutírico (AIB). Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal 25(1):192-194.

Fundesyam, 2013. Disponible en: Reproducción sexual y asexual del cacao.
<http://www.fundesyam.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=3098>.

Consultado el: 11/09/2014.

González, M.C; Morejón, R y Portilla M, (2007). Establecimiento de las concentraciones óptimas de hormonas para el cultivo in vitro de especies *Coffea arabica* L. XII Congreso Científico del INCA. Programas y Resúmenes.

Hernández, S; Leal, F. 2005. Enraizamiento de estacas de cacao. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 15(1):1-12.

July, W. 2002. Comportamiento de estacas de tres variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres tipos de fitohormonas en la región de Alto-Beni. Tesis Grado. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 85 p.

Linda Vista, CR. 2012. Manual de tratamiento de sustratos para cultivo de ornamentales. Costa Rica, Corporación Ball. 68 p.

López-Baez, O; Moreno-Martinez, J; Pacheco-Rodas, S. 2001. Avanzos en propagación de cacao -*Theobroma cacao*- por embriogénesis somática en México. En: Proceedings of the International Workshop on New Technologies and Cocoa Breeding. KotaKinabalu, MY. p. 169-183.

Mata, A. 2006. Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) por medio de

ramillas en el catie. Tesis Ing. En Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Mejía, L. 2005. Métodos de injertación de cacao. Publicación CORPOICA. Bucaramanga, CO. 24 p.

Moran, E; Vera, J. 2012. 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. Tesis Ing. Agrícola.

Palencia, G. 2000. Propagación del árbol de cacao. En: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. Mejía L; Argüello, O. comps. CORPOICA. Bucaramanga, CO. p. 65-72.

Palencia, Gómez y Guiza 2009. Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao* L)

Paredes, J; Canals, M; González, A; Ventura, M. 2003. Evaluación de sustratos en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.). En: 14th International Cocoa Research Conference Ghana 2003. Actas. Cocoa Producers' Alliance.MY. p. 497-500.

Pinzón, A. 2006. Guía para el establecimiento de plantaciones de cacao, Proyecto de Reforestación y Conservación de la Cordillera Chongón-Colonche, pp. 8.

Rojas, Á. 2007. Evaluar la eficiencia de la multiplicación asexual en cacao (Teobroma cacao) al aplicar ácido giberélico en la zona de Caluma. Universidad Técnica de Bolívar. Ing. Agronómico.

Salazar, J. 2008. Manual del cultivo de cacao. Ministerio de Agricultura, Programa para el Desarrollo de la Amazonia, pp. 14-15.

Sánchez, R. 2010. Disponible en: <http://es.slideshare.net/ramonsanchez8/manual-del-submodulo-2-reproduccion-de-plantas>. Consultado el: 09/12/2014.

Scribd, 2013. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52779842/metodos-de-reproduccion-cacao#scribd>. Consultado el: 10/09/2014.

Siqueira, P; Almeida, H De. 2003. Determinacion de las principales propiedades físico-hídricas dos substratos utilizados en la producción cacao IBC.

WCF (World Cocoa Foundation, US). 2006. Cocoa Farming: Fast Facts Virginia, US. Disponible en: <http://www.worldcocoafoundation.org/for-the-media/fastfacts.asp>. Consultado el 11/09/2014.

Torres G; Luis Andrés 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico.

Zambrano, I. 2010. "Establecimiento, manejo y capacitación en Vivero de cacao (*Theobroma cacao* L) utilizando dos tipos de injertos en la comunidad de naranjal del cantón Quinde provincia de esmeraldas". Tesis Ing. Agrícola. Universidad Técnica de Manabí. Pág. 100.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Análisis de varianza de porcentaje de ramillas muertas a los 45 días después de la siembra de multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	88,07	29,36	931,59	0,0001
Tratamientos	3	25,90	8,63	273,97	0,0001
Error	9	0,28	0,03		
Total	15	114,25			
CV = 0,56 %					

Análisis de varianza de porcentaje de ramillas muertas a los 90 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	142,73	47,58	4061,74	0,0001
Tratamientos	3	9,63	3,21	273,97	0,0001
Error	9	0,11	0,01		
Total	15	152,47			
CV = 0,56 %					

Análisis de varianza de porcentaje de ramillas muertas a los 120 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
-----------	----	----	----	---	---------

Repeticiones	3	235,43	78,48	9153,37	0,0001
Tratamientos	3	7,05	2,35	273,97	0,0001
Error	9	0,08	0,01		
Total	15	242,56			

CV = 0,25 %

Análisis de varianza de porcentaje de ramillas brotadas a los 45 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015.

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	56,89	18,96	11,38	0,0020
Tratamientos	3	1370,22	456,74	273,97	0,0001
Error	9	15	1,67		
Total	15	1442,11			

CV = 7,17 %

Análisis de varianza de porcentaje de ramillas brotadas a los 90 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	499,55	166,52	34,02	0,0001
Tratamientos	3	4023,25	1341,08	273,97	0,0001
Error	9	44,05	4,89		
Total	15	4566,85			

CV = 4,14 %

Análisis de varianza de porcentaje de ramillas brotadas a los 120 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	735,17	245,06	50,30	0,0001
Tratamientos	3	4006,66	1335,55	273,97	0,0001

Error	9	43,87	4,87
Total	15	4785,70	
CV = 3,45 %			

Análisis de varianza del tiempo de brotación en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	745,92	248,64	416,22	0,0001
Tratamientos	3	491,00	163,67	273,97	0,0001
Error	9	5,38	0,60		
Total	15	1242,30			
CV = 1,18 %					

Análisis de varianza de tiempo de permanencia de ramillas en el sistema de enraizamiento en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	745,92	248,64	11,38	0,0001
Tratamientos	3	491,00	163,67	273,97	0,0001
Error	9	5,38	0,60		
Total	15	1242,30			
CV = 1,69 %					

Análisis de varianza de tiempo del periodo de aclimatación en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	1831,73	610,58	1039,01	0,0001
Tratamientos	3	483,00	161,00	273,97	0,0001
Error	9	5,29	0,59		
Total	15	2320,02			
CV = 0,75 %					

Análisis de varianza de porcentaje de plantas vivas en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	702,89	234,30	27344,92	0,0001
Tratamiento	3	7,04	2,35	273,97	0,0001
Error	9	0,08	0,01		
Total	15	710,01			
CV = 0,15 %					

Análisis de varianza de longitud de brote a los 30 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	5,45	1,82	342,96	0,0001
Tratamientos	3	4,35	1,45	273,97	0,0001
Error	9	0,05	0,01		
Total	15	9,84			
CV = 1,30 %					

Análisis de varianza de longitud de brote a los 60 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el

Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	8,77	2,92	523,46	0,0001
Tratamientos	3	4,59	1,53	273,97	0,0001
Error	9	0,05	0,01		
Total	15	13,41			
CV = 1,06 %					

Análisis de varianza de longitud de brote a los 90 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	15,15	5,05	3052,59	0,0001
Tratamientos	3	1,36	0,45	273,97	0,0001
Error	9	0,01	0,00		
Total	15	16,52			
CV = 0,44 %					

Análisis de varianza de diámetro de brotes a los 30 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	0,54	0,18	3675,00	0,0001
Tratamientos	3	0,04	0,01	273,97	0,0001
Error	9	0,00044	0,000049		
Total	15	0,58			
CV = 1,30 %					

Análisis de varianza de diámetro de brotes a los 60 días después de la

siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	1,12	0,37	2782,09	0,0001
Tratamientos	3	0,11	0,04	273,97	0,0001
Error	9	0,00120	0,00013		
Total	15	1,23			
CV = 1,06 %					

Análisis de varianza de diámetro de brotes a los 90 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	2,03	0,68	6936,00	0,0001
Tratamiento	3	0,80	0,27	273,97	0,0001
Error	9	0,00088	0,000097		
Total	15	2,83			
CV = 0,44 %					

Análisis de varianza de número de hojas a los 30 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	0,39	0,13	271,19	0,0001
Tratamientos	3	0,40	0,13	273,97	0,0001
Error	9	0,00043	0,000048		
Total	15	0,79			
CV = 1,47 %					

Análisis de varianza de número de hojas a los 60 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	2,27	0,76	170,41	0,0001
Tratamiento	3	3,65	1,22	273,97	0,0001
Error	9	0,04	0,0044		
Total	15	5,96			
CV = 1,85 %					

Análisis de varianza de número de hojas a los 90 días después de la siembra en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	6,58	2,19	224,32	0,0001
Tratamientos	3	8,04	2,68	273,97	0,0001
Error	9	0,09	0,01		
Total	15	14,71			
CV = 1,61 %					

Análisis de varianza del volumen radicular en multiplicación vegetativa de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) con diferentes dosis de hormonas ANA+AIB, en el Cantón Las Naves Provincia Bolívar, 2015

Fuente V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Repeticiones	3	3,71	1,24	230,84	0,0001
Tratamiento	3	4,40	1,47	273,97	0,0001
Error	9	0,05	0,01		
Total	15	8,16			
CV = 1,59 %					

Anexo 2. Fotos de la Investigación



Foto 1. Recolección de ramillas para la investigación



Foto 2. Recolección de ramillas para la investigación



Foto 3. Limpieza de malezas de las plantas de investigación



Foto 4. Identificación de los tratamientos en estudios



Foto 5. Medición de raíz de plantas de cacao



Foto 6. Diferentes tratamientos en estudios



Foto 6. Selección de tratamientos en estudios



Foto 7. Selección de tratamientos en estudios