



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

**Tema de la Tesis**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE  
CACAO (*Theobroma Cacao L.*), EN VIVERO, SEMBRADAS EN  
DIFERENTES VOLÚMENES DE SUSTRATO”**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor  
JOSÉ WALTER MACÍAS ZAMBRANO**

**Director de Tesis  
LCDO. HÉCTOR ESTEBÁN CASTILLO VERA, MSc.**

**Quevedo - Ecuador**

**2013**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Walter Macías Zambrano**, 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.

---

**José Walter Macías Zambrano**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

El suscrito, Lcdo. Héctor Estebán Castillo Vera, MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **José Walter Macías Zambrano**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario el trabajo de investigación titulada “**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE CACAO (*Theobroma Cacao L.*), EN VIVERO, SEMBRADAS EN DIFERENTES VOLÚMENES DE SUSTRATO**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Lcdo. Héctor Estebán Castillo Vera, MSc.**  
**DIRECTOR DE TESIS**



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

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE CACAO**  
**(*Theobroma Cacao L.*), EN VIVERO, SEMBRADAS EN DIFERENTES**  
**VOLÚMENES DE SUSTRATO**

**TESIS DE GRADO**

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

**Aprobado:**

---

**Ing. Javier Guevara Santana, MSc.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Caril A. Arteaga Cedeño, MSc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**Ing. Jessica Mackencie A. MSc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR**

**AÑO 2013**

**AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la UED, por su gestión realizada.

Al Lcdo. Héctor Estebán Castillo Vera, MSc., quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de tesis, para el logro y feliz culminación de mis estudios, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

A los compañeros del paralelo "W" por su amistad brindada durante los estudios.

## **DEDICATORIA**

Quiero empezar agradeciéndole a Dios por haberme permitido alcanzar una meta más en mi vida.

Así mismo dedicarle este triunfo a mis padres Mariano Macías y Josefa Zambrano porque sé que cada triunfo mío para ellos también lo es.

A mis compañeros José Macías y Gustavo Zúñiga con quienes logramos formar un gran grupo de trabajo apoyándonos unos al otro para alcanzar este gran objetivo.

A mi esposa Kikey Cansing porque gracias a ella, con su apoyo, su amor y dedicación, quien ha estado en todos mis momentos difíciles supo cuidarme, volviéndose mi ángel de la guarda.

A mis 3 hijos: Josué, Pamela y Edú quienes son mi motivo de superación ya que por ellos me aferro más a esta vida y me esfuerzo día a día para así poder ser un gran ejemplo para ellos.

**Walter Macías**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>CARATULA</b>	i
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS</b>	ii
<b>CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS</b>	iii
<b>MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b>	v
<b>DEDICATORIA</b>	vi
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	vii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	xi
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	xiii
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	xv
<b>ABSTRAC</b>	xvii
<b>CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. General	4
1.2.2. Especifico	4
1.2.3. Hipótesis	4
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1. Fundamentación Teórica	6
2.1.1. El cacao CCN-51	6
2.1.2. Características del cacao CCN-51	6
2.1.3. Propagación	7
2.1.3.1. Propagación asexual	7
2.1.3.2. Importancia de los injertos	7
2.1.4. Vivero	8
2.1.4.1. Construcción del vivero.	8
2.1.4.2. Siembra directa en fundas	8
2.1.4.3. Preparación de las semillas de cacao para la siembra	8

2.1.5.	Sustratos	9
2.1.5.1.	Sustratos nutricionales para el cacao	9
2.1.5.2.	Características del sustrato ideal	11
2.1.5.3.	Funciones de los sustratos	11
2.1.5.4.	Mezclas de suelo.	11
2.1.5.5.	Preparación de sustrato	12
2.1.5.6.	Clasificación de los sustratos	12
2.1.5.7.	Tamaño de funda	13
2.1.5.8.	Llenado y alineación de fundas	13
2.1.5.9.	Selección de semillas	14
2.1.5.10.	Siembra	14
2.1.6.	Investigaciones realizadas	14
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		<b>19</b>
3.1.	Materiales y métodos	20
3.1.1.	Localización y duración de la investigación	20
3.1.2.	Condiciones meteorológicas	20
3.1.3.	Materiales	21
3.1.4.	Unidad experimental	22
3.1.5.	Tratamientos	22
3.1.6.	Diseño experimental	23
3.1.7.	Variables a medir	23
3.1.7.1.	Porcentaje de germinación	23
3.1.7.2.	Diámetro del tallo de la planta cada 30 días	23
3.1.7.3.	Altura de planta cada 30 días	23
3.1.7.4.	Número de hojas	24
3.1.7.5.	Ancho de las hojas	24
3.1.7.6.	Longitud de las hojas	24
3.1.7.7.	Longitud de la raíz	24
3.1.7.8.	Supervivencia (%)	24
3.1.7.9.	Injerto	24
3.1.7.10.	Porcentajes de prendimiento a los 30, 45, 60 días	25
3.1.7.11.	Altura de brotes a los 30, 45, 60 días	25

3.1.7.12.	Largo de hojas a los 30, 45, 60 días	25
3.1.7.13.	Grosor de brotes a los 30, 45, 60 días	25
3.1.7.14.	Ancho de hojas a los 30, 45, 60 días	25
3.1.8.	Análisis económico	26
3.1.8.1.	Costos de los tratamientos	26
3.1.8.2.	Relación beneficio costo	26
3.1.9.	Manejo del experimento	26
3.1.9.1.	Desinfección del suelo	26
3.1.9.2.	Selección de mazorca para semillas	27
3.1.9.3.	Preparación de sustrato para vivero	27
3.1.9.4.	Siembra	27
3.1.9.5.	Riego	27
3.1.9.6.	Control fitosanitario	27
3.1.9.7.	Fertilización	28
3.1.9.8.	Control de maleza	28

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN** 29

4.1.	Resultados y discusión	30
4.1.1.	Altura de planta (cm)	30
4.1.2.	Diámetro de la planta (cm)	31
4.1.3.	Ancho de hoja (cm)	32
4.1.4.	Longitud d hoja (cm)	33
4.1.5.	Longitud de raíz (cm)	35
4.1.6.	Número de hojas	37
4.1.7.	Supervivencias (%)	38
4.1.8.	Altura del brote del injerto (cm)	39
4.1.9.	Grosor del brote del injerto (cm)	39
4.1.10.	Largo de hoja del injerto	40
4.1.11.	Ancho de hoja del injerto (cm)	41
4.1.12.	Análisis económico	43

## **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** 44

5.1.	Conclusiones	45
------	--------------	----

5.2.	Recomendaciones	46
<b>CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA</b>		47
6.1.	Literatura Citada	48
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS</b>		50
7.1.	Anexos	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Análisis de varianza (valor F) para la evaluación de caracteres vegetativos de plantas de cacao en tres tratamientos correspondientes a contenedores con diferentes tamaños y capacidades volumétricas, tubete (0,4 L), bolsa (1,6 L), balde (3,0 L).	18
2	Características ecológicas del campo experimental.	20
3	Unidad experimental	22
4	Esquema del Análisis de Varianza	23
5	Altura de planta (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	31
6	Diámetro de planta (mm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	32
7	Ancho de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	33
8	Longitud de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>Theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	34
9		

10	Longitud de raíz (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	36
11	Números de hoja en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	37
12	Supervivencias (%), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	38
13	Altura del brote (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	39
14	Grosor del brote (mm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	40
15	Largo de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	41
16	Ancho de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	42
17	Análisis económico, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>Theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1	Cuadros medios para las variables altura de planta a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	51
2	Cuadros medios para las variables diámetro de planta a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	51
3	Cuadros medios para las variables ancho de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	51
4	Cuadros medios para las variables longitud de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	52
5	Cuadros medios para las variables longitud de raíces a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	52
6	Cuadros medios para las variables número de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento	

7	agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Cuadros medios para las variables supervivencia a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	52 53
8	Cuadros medios para las variables altura del brote a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	53
9	Cuadros medios para las variables grosor del brote a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	53
10	Cuadros medios para las variables altura de la yema a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	54
11	Cuadros medios para las variables largo de hoja a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	54
12	Cuadros medios para las variables ancho de hoja a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao ( <i>theobroma cacao l.</i> ), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.	54
13	Localización de la investigación	55

## Croquis de campo

**RESUMEN EJECUTIVO**

La investigación se realizó en el Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos Ecuador, se encuentra entre las coordenadas geográficas 79°25'24" de longitud occidental y 01°02'18" de latitud sur a una altitud de 73 m.s.n.m. la investigación tuvo una duración de 180 días. a) Evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustratos, b) Determinar la longitud de la raíz pivotante en fase de vivero de cacao CCN-51 en diferentes volúmenes de sustratos, c) Establecer el mejor volumen de sustratos en la etapa de vivero para la propagación de plantas injertadas de cacao CCN-51. d) Determinar los costos por tratamiento en estudio.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 50 plantas, con un total de 300 por tratamiento y se utilizó 1500 patrones de cacao variedad CCN-51, con diferentes volúmenes de sustrato. Los tratamientos que se utilizaron fueron T1 = Funda (5x7), T2 = Funda (5x8), T3 = Funda (6x10), T4 = Funda (7x11), T5 = Funda (8x10).

Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y seis repeticiones, se estableció diferencia entre las medias de los tratamientos aplicando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidad. Las variables a medir, porcentaje de germinación, diámetro del tallo, altura de planta, número de hojas, ancho de las hojas, longitud de las hojas, longitud de la raíz, en la etapa de enjertación se evaluaron las siguientes variables, supervivencia (%), altura de brotes, largo de hojas, grosor de brotes, ancho de hojas, análisis económico.

Los resultados demuestran los mejores volúmenes de sustrato en funda de 8x10; 7x11 y 6x10, para la propagación vegetativa de cacao CCN-51, tiene un mejor comportamiento, la mejor repuesta en propagación vegetativa de cacao CCN-51

fue el volumen de sustrato, en el tiempo de 90 días, las mejores respuestas las presentaron; altura de la planta 29.24, 28.12 y 28.50 cm; diámetro 18.49, 50.56 y 21.00cm, ancho de hoja 10.45, 10.50 y 10.58, longitud de hoja 18.39, 22.54, 23.92, Longitud de raíz 17.43, 21.77 y 22.50, en la etapa de enjertación el mejor comportamiento agronómico lo reportó al utilizar mayores volúmenes de sustrato que influyeron en la supervivencias de plantas injertadas de 94.66%, 96.21% y 97.37%, altura del brote del injerto 7.67 y 7.50 cm, largo de hoja 25.00 cm, ancho de hoja 10.33 y 11.33 cm.

El menor volumen de sustrato en propagación vegetativa de cacao CCN-51, presentó restricción radicular, por lo cual afecta significativamente el comportamiento agronómico de la planta en etapa de vivero.

El mejor resultado se obtuvo con los tratamientos T4 y T5 con mayor volumen de sustrato alcanza el mejor beneficio neto y beneficio/costo con un valor de \$62.95 y 1.83; \$65.70 y 1.86.

## ABSTRAC

The research was conducted in the Canton Quevedo, Ecuador Los Ríos Province, is among the geographical coordinates 79 ° 25 '24 "west longitude and 01 ° 02'18" south latitude at an altitude of 170 m research lasted 180 days. a) evaluate the agronomic performance of seedlings CCN-51 cacao (*Theobroma cacao L.*) in nursery, planted in different volumes of substrates, b) Determine the length of the taproot in cocoa nursery stage CCN-51en different volumes substrate, c) Establish the best volume of substrates in the nursery for the propagation of plants grafted cacao CCN-51. d) Determine the costs for treatment studies.

The experimental unit consisted of 50 plants were a total of 300 for treatment and patterns 1500 was used cacao variety CCN-51, with different volumes of substrate. The treatments used were T1 = Case (5x7), T2 = Case (5x8), T3 = Case (6x10), T4 = Case (7x11), T5 = Case (8x10).

Was used Completely Randomized Design (DCA) with five treatments and six replications was established difference between treatment means using the multiple range test of Tukey at 95% probability. The variables to be measured, germination percentage, diameter of stem, plant height, number of leaves, leaf width, llongitud leaves, root length, in enjertación stage following variables were evaluated, survival (%), shoot height, leaf length, thick buds, leaf width, economic analysis.

The results demonstrate the best substrate volumes Found 8x10, 7x11 and 6x10, for vegetative propagation of cacao CCN-51, has a better performance, the best response in vegetative propagation of cacao CCN-51 was the substrate volume in time of 90 days, the best responses presented; plant height 29.24, 28.12 and 28.50 cm, diameter 18.49, 50.56 and 21.00cm, leaf width 10.45, 10.50 and 10.58,

blade length 18.39, 22.54, 23.92, Longitude root of 17.43, 21.77 and 22.50, at the stage of the best agronomic enjertación reported it to use larger amounts of substrate that influenced the survival of grafted plants 94.66%, 96.21% and 97.37%, graft shoot height 7.67 and 7.50 cm, 25.00 cm leaf length, leaf width 10.33 and 11.33 cm.

The lower volume of substrate on vegetative propagation of cacao CCN-51, introduced root restriction, thus significantly affecting the agronomic performance of the plant nursery stage.

The best result was obtained with treatments T4 and T5 with higher volume of substrate reaches the best net benefit and benefit / cost with a value of \$ 62.95 and 1.83, \$ 65.70 and 1.86.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta (Almeida y Valle, 2007), con un estimado de producción mundial de 3,5 millones de toneladas en el 2006. Tradicionalmente el cacao es explotado comercialmente para la producción de semillas, principalmente destinadas en la fabricación de chocolate, así como por su potencial en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica **ICCO, (2007)**.

El potencial que tiene el suelo para los cultivos está principalmente determinado por el ambiente que este ofrece al crecimiento de la raíz. El sistema radicular de *T. cacao* consta de una raíz principal pivotante, a partir de la cual crecen raíces secundarias, dispuestas en los primeros 30 cm de suelo.

En las plantas que crecen en ambientes espacialmente limitados, el despliegue de sus órganos puede deprimirse, generando una reducción en la capacidad de adquisición de recursos, limitando el crecimiento.

En la naturaleza la restricción en el volumen del suelo disponible para el crecimiento de la raíz puede evidenciarse en la limitación del espacio, producto de los sistemas radiculares de las plantas de cacao CCN-51. Esta fragmentación del espacio puede reducir el crecimiento de la planta, por lo cual se debe buscar mayor eficiencia en las técnicas de propagación, principalmente en lo relacionado con el desarrollo más acelerado de los patrones para disminuir el tiempo de permanencia de la raíz en fundas que afectan el desarrollo radicular y generan mal formaciones de estas, donde juega un papel importante el tamaño de la funda utilizado para la siembra.

La definición del tamaño del envase plástico es muy importante tanto para los productores como para los compradores de plántulas (NeSmith y Duval, 1998). Citado por **Gutiérrez et, al. (2001)**.

El crecimiento de la raíz y de la planta, la acumulación de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila, la toma de nutrientes, la respiración, el florecimiento, son procesos que pueden verse afectados por la restricción en la raíz y el tamaño del contenedor. El efecto del volumen de suelo como generador de restricción radicular se ha evaluado en diversas plantas (Ronchiet, *al.* 2006). Citado por **Gutiérrez et, al. (2001)**.

Muchos estudios sobre la fisiología de los cultivos se han realizado con plantas cultivadas en recipientes pequeños, los cuales limitan el crecimiento de la raíz. Por tanto, basados en la necesidad de conocer los patrones de respuesta de plantas de cacao propagadas en diferentes tamaños de fundas, se evaluó el efecto del espacio y volumen del sustrato de propagación en el crecimiento de plántulas de cacao en diferentes tamaños con el fin de conocer las alteraciones en el crecimiento a nivel de la raíz y las hojas como agente restrictivo del crecimiento.

Esta tendencia también reduce los costos de propagación por planta, ya que los costos de producción están directamente relacionados con el tamaño y tipo de envase. En los recipientes de propagación más grandes, la capacidad de reserva de agua y nutrientes es mayor, y dentro de ciertos límites, hay mayor desarrollo de raíces pero aumenta su costo. Sin embargo, aunque el uso de recipientes pequeños puede mejorar la eficiencia de la producción de plantas, no está claro como las plantas que crecen en estos pequeños volúmenes de sustrato pueden comportarse bajo condiciones de campo al ser trasplantadas.

Uno de los mayores efectos de la disminución del tamaño de la funda bajo condiciones experimentales, es que esto incrementa la restricción del crecimiento de la raíz, las plantas pueden presentar cambios morfológicos y fisiológicos en respuesta a la reducción en el volumen de espacio disponible para el desarrollo de la raíz, lo cual puede afectar su normal desarrollo.

Lo expuesto responde a la necesidad de investigar sobre manejo de vivero mediante la producción de plantas para la conservación del material genético a través del volumen del sustrato para realizar el injerto.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustratos.

### **1.2.2. Especifico**

- Determinar la longitud de la raíz pivotante en fase de vivero de cacao CCN-51 en diferentes volúmenes de sustratos.
- Establecer el mejor volumen de sustratos en la etapa de vivero para la propagación de plantas injertadas de cacao CCN-51.
- Determinar los costos por tratamiento en estudio.

### **1.2.3. Hipótesis**

Con la utilización de mayor volumen de sustrato la raíz pivotante de cacao CCN-51 presentará mayor longitud.

La planta de cacao CCN51 con una mayor longitud de raíz pivotante se obtiene mejor comportamiento agronómico en plantas injertadas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Fundamentación Teórica**

### **2.1.1. El cacao CCN-51**

El cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue realizado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1.965. Es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) x ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen. Por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble.

Lo que hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva. En la actualidad, del hectareaje total de cacao del Ecuador aproximadamente un 10% corresponde a CCN-51. **Biblioteca, (2012).**

### **2.1.2. Características del cacao CCN-51**

Se ha demostrado que es un material auto compatible que posee una habilidad combinatoria general, lo que significa que posee la facilidad de combinarse con otros materiales genéticos que inclusive pueden ser auto incompatible. Esta característica unida a una eficiente polinización entomófila (se ha demostrado que más del 95% de la polinización y formación de mazorcas en cacao es producto de la polinización realizada por insectos especialmente del género *Forcipomyia* spp.) eleva los niveles de producción de fruto, otorgándole ventajas frente a otros materiales genéticos.

Se destaca también sus altos niveles de resistencia a la Escoba de Bruja *Crinipellis perniciosa* y Mal del Machete *Ceratocystis fimbriata* principales

enfermedades de importancia económica del cacao. Adicionalmente en condiciones de baja humedad relativa es tolerante a Moniliasis *Moniliaroreri*. Estos atributos genéticos junto a la implementación de buenas prácticas de manejo de la plantación, han permitido que este clon exprese en mejor forma su potencial productivo (3 -4 Tm/ha<sup>-1</sup>). **Seminario de cacao, (2007).**

### **2.1.3. Propagación**

#### **2.1.3.1. 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. 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.

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. **Fernande, (2012).**

#### **2.1.3.2. Importancia de los injertos**

Obtener una planta que fructifica en menor tiempo que la propagada por semilla. Se obtienen plantas resistentes a enfermedades, cuya cantidad y calidad es mejor.

Se genera plantas con un sistema radical pivotante, por lo tanto, se logra un mejor anclaje con relación al anterior sistema de propagación. **Azángaro, (2005).**

### **2.1.4. Vivero**

Es el lugar donde se realiza la producción de plantas. En él se producen plántulas de calidad y en cantidad necesaria para la plantación en el sitio definitivo. Los viveros pueden ser establecidos dentro de las fincas como también en lugares que reúnan las condiciones favorables. En un vivero debe haber suficiente agua para el riego, terrenos con buen drenaje para evitar los encharcamientos y que se encuentren cerca de los sitios de la plantación para facilitar el transporte de las plantas. **Pinzón, (2006).**

#### **2.1.4.1. Construcción del vivero.**

Se estima que para producir de 1000 a 1200 plantas, se requiere un área de 20 m<sup>2</sup> (de 50 a 60 fundas por m<sup>2</sup>) esta área ya incluye los espacios o calles para facilitar las labores de manejo y mantenimiento. El tamaño del vivero estará en función del tamaño de las fundas a utilizar para el presente caso se ha estimado el uso de fundas de polietileno de 7 a 8 pulgadas: los materiales deben provenir de las fincas 8 pedazos de caña gada, cada uno de 3 metros de largo, para la protección de las plántulas de los rayos solares se debe utilizar Zaran, cade o hojas de plátano. **Enríquez, (2004).**

#### **2.1.4.2. Siembra directa en fundas**

En la práctica normalmente el viverista evita la realización de los semilleros sembrando las semillas directamente en fundas de polietileno de 7 por 8 pulgadas, las bolsas se llenan con un sustrato constituido por tres partes de tierra y una de pulpa de café descompuesto u otro componente orgánico. **Quiroz, (2005).**

#### **2.1.4.3. Preparación de las semillas de cacao para la siembra**

Una vez partida la mazorca se retiran las semillas eliminando las que se encuentren en los extremos del fruto. Las mazorcas para la semilla deben preferiblemente sembrar el mismo día de la cosecha de esta manera se garantiza

la germinación para colocar las semillas en las funda luego se le cubre con una ligera capa de tierra o aserrín descompuesto. **Fundacite, (2005).**

### **2.1.5. Sustratos**

Los sustratos son una mezcla o compuestos de materiales activos y/o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies vegetales. Los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultando en un complejo de partículas de materiales rocosos y minerales 19 característicos. También los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivos o muertos. De la selección del sustrato apropiado dependerá la rapidez de la germinación de la semilla de dicha especie. **Ansorena, (1994).**

El sustrato que se utilizará debe llevar la siguiente proporción: de tres a cuatro partes de tierra (de preferencia negra suelta), y una parte de materia orgánica (Humus - Bocashi - Compost - Tamo carbonizado, etc.), si la tierra que se encuentre en la zona es de menor calidad se debe aumentar la proporción del material orgánico. **Jesús, (2012).**

#### **2.1.5.1. Sustratos nutricionales para el cacao**

Entre los cuidados más importantes que se deben considerar en el establecimiento de un vivero de cacao se encuentra el tipo y calidad del sustrato que se va a utilizar, principal factor de éxito o fracaso en la producción de plantas. El sustrato es la mezcla de suelo, arena y materia orgánica que se utiliza para llenar las bolsas y en donde se siembra la semilla para patrón de cacao. Es, a la vez, el soporte físico de la planta y protege a las raíces durante los primeros meses de desarrollo y durante el transporte hasta la siembra.

Una primera recomendación es el análisis físico-químico de laboratorio de los componentes del sustrato, con el fin de conocer las cantidades aplicadas de cada

uno de los elementos importantes y, al mismo tiempo, poder ajustar la nutrición adecuada. **Corpoica, (2009).**

Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje, buen contenido de nutrimentos, libre de agentes patógenos y fácil manejo. El pH del sustrato controla la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. Para cacao, el rango óptimo se encuentra entre 5.5 a 6.5. Un buen sustrato es aquel cuya composición está formada por 50% de buen suelo, 25% de materia orgánica, preferiblemente lombricompost y 25% de arena. El sustrato debe tener características particulares como:

**Mullido y permeable:** Evita el encharcamiento y permite que las raíces respiren y puedan desarrollarse. **Corpoica, (2009).**

**Capaz de retener agua:** Evita que el sustrato se seque rápido y haya disponibilidad de agua para las raíces.

**De estructura estable:** Garantiza una distribución uniforme de los nutrientes necesarios para el desarrollo normal de la planta y hace que no se descomponga, no se apelmace ni se deforme. **Corpoica, (2009).**

**Capaz de acumular nutrientes:** Debe permitir que las raíces encuentren disponible los nutrientes en todo momento. Libre de microorganismos patógenos y semillas de malezas: Evita que se afecten o compitan con la planta. **Corpoica, (2009).**

**PH estable:** Debe ser ligeramente ácido. Un sustrato muy ácido retiene los nutrientes y uno muy alcalino asimila mal el hierro, el cual es fundamental para la fotosíntesis.

En las plantas de cacao en vivero, el sistema radical crece en un reducido volumen de tierra, inferior al espacio que tendría en el sitio definitivo. De ahí la importancia de elegir y manejar el sustrato, el cual debe tener las condiciones

físicas, químicas y biológicas adecuadas que aseguren el desarrollo y crecimiento óptimo de las plantas. **Corpoica, (2009).**

#### **2.1.5.2. Características del sustrato ideal**

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc., para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas. **Ansorena, (1994).**

#### **2.1.5.3. Funciones de los sustratos**

- Los sustratos cumplen con las siguientes funciones:
- Proporcionan humedad a las semillas.
- Dotan de aireación a las semillas durante el proceso de germinación.
- La textura del sustrato influye directamente en el porcentaje de semillas germinadas así como en la calidad del sistema radicular que se ha formado de las semillas, la que funciona como depósito de sustancias nutritivas. **Mainardi, (1980).**

#### **2.1.5.4. Mezclas de suelo.**

El llenado de los tubos y fundas debe ser realizado con un tipo de suelo especialmente preparado y tratado que ofrezca una buena textura de tipo franco y con un adecuado contenido de materia orgánica, a la vez que libre de cualquier clase de patógenos. A continuación se expresan los contenidos de una mezcla conveniente que puede realizarse con facilidad en cualquier parte de nuestro país debido a que hay disponibilidad frecuente de todos sus productos: Dos partes de megajón limoso o suelo franco. Una parte de arena. **Mainardi, (1980).**

#### **2.1.5.5. Preparación de sustrato**

La preparación de suelo debe consistir en la mezcla de una relación de 3:1, es decir, en 3 porciones de suelo agrícola (de 0-10 cm de la superficie) se debe agregar 1 porción de arena. Por ejemplo para 3 carretillas de suelo se añade 1 carretilla de arena ó en 3 sacos de suelo de añade 1 saco de arena. **Ramírez, (2009).**

#### **2.1.5.6. Clasificación de los sustratos**

Los sustratos pueden ser clasificados según su composición:

- **Sustrato orgánico:** Son la base de las mezclas que se pueden hacer, dada la importancia ya comentada de la riqueza y la capacidad de retención de nutrientes.

Es posible encontrar subproductos y materiales útiles en las actividades agrícolas (compost de cosecha, restos de poda, estiércol, cenizas.), en forestales (aserrín, viruta, tierra de bosque, residuos forestales compostados, cenizas.), en la industria agroalimentaria (cascarilla de arroz, fibra de coco, orujos de uva, aceituna, residuos de café y cacao). **Huacuja, (2009).**

- **Sustrato inorgánico:** derivados de minerales, suelen usarse como complemento de los sustratos orgánicos, para mejorar sus propiedades físicas o químicas. Ejemplo arena, rocas volcánicas, arcillas, minerales naturales. **Huacuja (2009).**

#### **2.1.5.7. Tamaño de funda**

- **Bolsas de 0.15 mm x 20 cm. x 30 cm.**

Bolsas con estas dimensiones deben tener perforaciones en el tercio inferior para evitar el “encharcamiento” que pueda causar daño al plantón. Los plantones se

pueden mantener hasta aproximadamente los siete meses de edad, tiempo en el cual adquieren el tamaño del “diámetro de un lápiz”, indicador que advierte de la urgencia de ser injertado con el clon que se desea propagar. Luego de tres meses de ser injertados, estos deben ser trasladados a campo definitivo. **Ministerio de agricultura, (2004).**

- **Bolsas de 0.15 mm x 12 cm x 15 cm.**

Al igual que en el caso anterior, estas bolsas deben tener perforaciones en el tercio inferior para evitar “encharcamiento”. Los plántones pueden ser injertados a partir de la semana de germinación. A esta práctica se le denomina “injerto en fosforito”. También pueden injertarse cuando tengan dos meses de edad fecha que coincide cuando deben ser trasladados a campo definitivo.

La ventaja de utilizar bolsas de estas características es que facilita las actividades de trasplante por lo reducido de su tamaño y poco peso, lo que permite disminuir considerablemente los costos de instalación. **Ministerio de agricultura, (2004).**

#### **2.1.5.8. Llenado y alineación de fundas**

Se deben llenar completamente las fundas con la mezcla, hundiendo las puntas inferiores de las mismas. En el vivero de cacao, se debe alinearlas fundas en filas de 3 a lo ancho, por el largo deseado y dejando una calle de al menos 40 cm para realizar las labores culturales necesarias. **Jesús, (2012).**

#### **2.1.5.9. Selección de semillas**

Se recomienda recoger las mazorcas maduras de las ramas de árboles con características nacionales resistentes a mal de machete. En caso de no contar con estos materiales, se recomienda utilizar árboles de la zona con las siguientes características: plantas adultas (con 5 años de edad como mínimo), plantas con

buen vigor vegetal, de buena producción y con mínima incidencia de plagas y enfermedades. **Jesús, (2012).**

#### **2.1.5.10. Siembra**

Previo a la siembra, el día anterior se debe regar abundantemente las fundas y realizar otro riego después de ser colocadas las semillas. Estos se podrán sembrar directamente en las fundas plásticas de polietileno o realizar una pre-germinación en agua. **Jesús, (2012).**

### **2.1.6. Investigaciones realizadas**

Esta tendencia también reduce los costos de propagación por planta, ya que los costos de producción están directamente relacionados con el tamaño y tipo de envase Marsh y Paul, (1988). En los recipientes de propagación más grandes, la capacidad de reserva de agua y nutrientes es mayor, y dentro de ciertos límites, hay mayor desarrollo de raíces pero aumenta su costo Arizaleta y Pire, (2008). **Citado por Gutiérrez et al., (2011).**

Sin embargo, aunque el uso de recipientes pequeños puede mejorar la eficiencia de la producción de plantas, no está claro como las plantas que crecen en estos pequeños volúmenes de sustrato pueden comportarse bajo condiciones de campo al ser trasplantadas.

Uno de los mayores efectos de la disminución del tamaño del envase bajo condiciones experimentales, es que esto incrementa la restricción del crecimiento de la raíz NeSmith y Duval, (1998). Según NeSmith y Duval (1998), las plantas pueden presentar cambios morfológicos y fisiológicos en respuesta a la reducción en el volumen de espacio disponible para el desarrollo de la raíz, lo cual puede afectar su normal desarrollo.

El cultivo de plantas forestales en recipientes o materas va a condicionar su tiempo de permanencia en vivero. El principio general es que la planta debe estar

en el vivero el mínimo tiempo necesario para lograr una calidad adecuada a su uso posterior **Nicolás-Paragón et al., (2004)**, debido a que como producto de la restricción en el espacio, se pueden generar deformaciones en las raíces y un desequilibrio entre el crecimiento de la parte aérea/parte radical.

Las malformaciones de la raíz originadas en la producción de plantas *Pinus nigra* en contenedor provocan inestabilidad mecánica y la mortalidad de plantas cuando las plantas de semillero son trasplantadas Zahreddine et al.,(2004). Kratky et al. (1982) determinaron que no hubo diferencias en rendimientos cuando las plántulas de coleschinas permanecieron en contenedores durante tres semanas. **Citados por Gutiérrez, (2011)**.

**Ouma (2006)** reportó para plantas de limón (*Citrus limon*), incremento en el número de hojas, altura de la planta, altura del dosel, diámetro del tallo, el peso seco de las raíces y tallos, con el aumento del volumen de los contenedores, y viceversa para pequeños volúmenes. Experimentos en plantas de mango (*Mangifera indica*) mostraron un patrón similar para contenedores de mayor tamaño (3,7 L) con el incremento adicional de la relación raíz-vástago **Ouma, (2007)**.

En general, los resultados de los diferentes trabajos consultados, indican que las plantas que crecen en pequeños recipientes experimentan restricción en el crecimiento de las raíces, y por consiguiente se reduce su dosel (Hanson et al., 1987) y en el crecimiento de la planta expresado en la longitud del vástago, el área foliar, peso fresco y seco de la raíz, tallo, hojas y frutos **Vizzoto et, et al., (1993)**.

La restricción encontrada en plántulas que crecieron en tubetes en relación con la bolsa y el balde donde la restricción fue mucho menor. Cuando las plantas de cultivo crecen en recipientes, las características de estos pueden afectar su sistema radicular **Riedacker et al., (1982)**. **Di Benedetto et al. (2006)**, sugirieron que la disminución evaluada en el crecimiento del vástago de los trasplantes de

maíz (*Zea mays*) estaría relacionado con el tamaño del recipiente en el cual previamente se habría experimentado estrés radicular.

La calidad de la planta puede ser “moldeada” por el manejo de cultivo en vivero, siendo la fertilización, el envase y el sustrato los elementos de cultivo que más la condicionan **Villar-Salvador, (2003)**. Luego, lograr eficiencia en el cultivo de cacao en recipientes, la selección del tamaño de este debe ser evaluada a detalle, debido a que las condiciones de propagación en estos repercuten en el desempeño y productividad de las plantas una vez son trasplantadas a campo.

Los resultados son consistentes con los obtenidos en estudios similares donde se evaluó la limitación del volumen del suelo como generador de restricción radicular y alterador del crecimiento en plantas de *Acacia salignay Eucalyptus viminalis* **Al-Zalzaleh, (2009)**, *Coffea arabica* **Ronchiet al., (2006)** y otros árboles de cosecha tropicales **Da Matta, (2003)** al crecer en pequeños contenedores que limitan el crecimiento de la raíz.

Dicho patrón se fundamentaría en el hecho de que la raíz representa el principal sumidero metabólico de foto asimilados cuando deja de depender de la nutrición a través de las reservas de la semilla, y al limitarse su crecimiento se reduce su fortaleza como sumidero, generando un desequilibrio en la razón fuente/sumidero **Barrett y Gifford, (1995)** lo cual puede generar una reducción en el crecimiento del vástago, afectando negativamente la tasa de asimilación neta Paul y Pellny, (2003). **Citados por Gutiérrez, et al., (2011)**.

Cuando las raíces son confinadas en un recipiente que restringe su crecimiento, incrementan la competencia por los recursos esenciales. Con el incremento en la biomasa de las raíces y el decrecimiento en el espacio de enraizamientos e genera competencia por el oxígeno disponible (Peterson *et al.*, 1991), y reducción en el espacio del poro NeSmith y Duval, (1998). **Citado por Gutiérrez at, a., (2011)**.

El crecimiento de las plántulas de cacao se vieron afectadas significativamente ( $P \leq 0,05$ ) con la reducción del espacio y volumen donde se desarrolla la raíz en etapa de vivero. Se encontró mayor restricción en el crecimiento de la raíz y de estructuras aéreas en el recipiente tubete, donde el volumen de sustrato es únicamente de 1 kg, comparativamente con la bolsa de 3 kg y el balde de 5 kg, acentuándose más esta restricción a través del tiempo.

Las plántulas que crecieron en el recipiente de 1 kg se desarrollaron normalmente hasta los 60 días, con una tasa de crecimiento posterior muy baja comparativamente con la bolsa y lamatera donde en esta última no se presentó estrés hasta los 120 días ya que contaron con mayor espacio y cantidad de nutrientes. En el caso de la bolsa el incremento la tasa de crecimiento fue muy bajo a partir de los 90 días. **Gutiérrez, (2011).**

**Cuadro 1.** Análisis de varianza (valor F) para la evaluación de caracteres vegetativos de plantas de cacao en tres tratamientos correspondientes a contenedores con diferentes tamaños y capacidades volumétricas, tubete (0,4 L), bolsa (1,6 L), balde (3,0 L).

Carácter	Tratamiento (T)	Muestreo (M)	T X M
----------	--------------------	-----------------	-------

Número de hojas (NH)	18,690 ***	16,571 ***	2,585 **
Ancho de las hojas (AH)	16,543 ***	10,472 ***	3,087 **
Longitud de las hojas (LH)	3,549 *	0,318 NS	0,834
Longitud del tallo (LT)	16,264 ***	23,292 ***	NS
Longitud de la raíz (LR)	14,434 ***	6,001 ***	3,156 ***
Altura de la planta (AP)	0,272 NS	0,719 NS	2,463 **
Diámetro del tallo (DT)	19,818 ***	96,141 ***	0,370
Peso fresco de las hojas (PFH)	44,786 ***	67,806 ***	NS
Peso fresco del tallo (PFT)	25,350 ***	101,501 ***	7,923 ***
Peso fresco de la raíz (PFR)	13,832 ***	80,117 ***	3,413 ***
Peso fresco total (PFTT)	1,086 NS	0,687 NS	3,771 ***

**Fuente:** Mauricio Gutiérrez R.1, Raul Gómez S.2, Nelson Facundo Rodríguez L. (2011). Grado de significancia: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ ; NS, No significativo.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Materiales y métodos

#### 3.1.1. Localización y duración de la investigación

La investigación se realizó en la parroquia San Carlos del cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos Ecuador, se encuentra entre las coordenadas geográficas 79°25'24" de longitud occidental y 01°02'18" de latitud sur a una altitud de 73 m.s.n.m. La investigación tuvo una duración de 180 días.

#### 3.1.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la investigación se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características ecológicas del campo experimental.

<b>Parámetro</b>	<b>Promedio</b>
Temperatura °C	24.0
Pluviosidad, mm/año	2136
Humedad relativa, %	86.6
Heliofanía, horas/mes	80
Zona ecológica	B- ht
Topografía	Regular

Fuente: Estación Meteorológica del INAMHI 2012.

### 3.1.3. Materiales

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Sustrato (kg)	4500
Fundas	1500
Semilla de cacao (kg)	100
Fundas de polietileno (unidad)	10
Zarán (m <sup>2</sup> )	40
Plásticos (m <sup>2</sup> )	40
Caña (unidad)	20
Carretilla (unidad)	1
Baldes (unidad)	1
Palas (unidad)	1
Machetes (unidad)	1
Azadones (unidad)	1
Bomba de riego (unidad)	1
Bomba de fumigación (unidad)	1
Aspersores (unidad)	50
Mangueras (m)	100
<b>Insumos químicos</b>	
Insecticidas (L)	1
Fungicidas (L)	1
Fertilizantes foliares (kg)	2
Fertilizantes de suelos (kg)	2
Desinfectantes de suelo (L)	5
Libreta de campo	2
Papel bond (resma)	2
Lápiz (unidad)	1
Computadora (unidad)	40
Internet (horas)	30

### 3.1.4. Unidad experimental

En la presente investigación se utilizó 1500 plantas (patrones) de cacao variedad CCN-51, con diferentes volúmenes de sustrato, la unidad experimental fue constituida por 50 plantas con seis repeticiones con un total de 300 plantas por tratamiento.

**Cuadro 3.** Unidad experimental

<b>Tratamientos</b>	<b>U.E:</b>	<b>Rep.</b>	<b>N°/Planta/Trata</b>
T1 = Funda (5x7) 1 kg.	50	6	300
T2 = Funda (5x8) 1.5 kg.	50	6	300
T3 = Funda (6x10) 2 kg.	50	6	300
T4 = Funda (7x11) 2.5 kg.	50	6	300
T5 = Funda (8x10) 3 kg.	50	6	300
<b>Total</b>			<b>1500</b>

### 3.1.5. Tratamientos

Los tratamientos que se utilizó en la presente investigación son los volúmenes de sustrato, a continuación se detalla.

T1 = Funda (5x7)

T2 = Funda (5x8)

T3 = Funda (6x10)

T4 = Funda (7x11)

T5 = Funda (8x10)

### 3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y seis repeticiones, se analizó los respectivos análisis de varianza, y se estableció la diferencia entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de rangos Múltiples de Tukey al 95% de probabilidad.

**Cuadro 4.** Esquema del Análisis de Varianza

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Tratamiento	t.1	4
Error	t.(r-1)	25
<b>Total</b>	t.r-1	29

### 3.1.7. Variables a medir

#### 3.1.7.1. Porcentaje de germinación

Después de la siembra de las semillas de los cinco tratamientos se procedió a la toma de datos a los 14 días, se contó las semillas germinadas y se expresó en porcentaje con relación a las semillas sembradas.

#### 3.1.7.2. Diámetro del tallo de la planta cada 30 días

A partir de los 30 días de sembrada la semilla se procedió a la toma de datos cada 15 días para determinar el diámetro de la planta, las medidas se realizó a la altura a 5 cm del suelo y los resultados se expresan en milímetros.

#### 3.1.7.3. Altura de planta cada 30 días

A partir de los 30 días de sembrada la semilla se tomó los datos para determinar la altura durante el período de la investigación, las medidas se realizó con una cinta métrica, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja de mayor altura, los resultados se expresaron en centímetros.

#### **3.1.7.4. Número de hojas**

Se realizó cada 30 días, registrando las hojas completamente desarrolladas, utilizando las mismas plantas de las variables anteriores.

#### **3.1.7.5. Ancho de las hojas**

Se realizó cada 30 días, registrando las hojas completamente desarrolladas, utilizando las mismas plantas de las variables anteriores, se la midió en la parte media de la hoja con una regla graduada en centímetros.

#### **3.1.7.6. Longitud de las hojas**

Se realizó cada 30 días, registrando las hojas completamente desarrolladas, utilizando las mismas plantas de las variables anteriores, se midió la hoja con una regla graduada en centímetro.

#### **3.1.7.7. Longitud de la raíz**

Se realizó cada 30 días, utilizando 3 plantas por repetición para cada una de las evaluaciones, se midió la raíz pivotante con una regla graduada en centímetro.

#### **3.1.7.8. Supervivencia (%)**

Esta labor se evaluó al final de la investigación, contando las plantas vivas con relación al total de las semillas germinada y se expresó en porcentaje.

#### **3.1.7.9. Injerto**

Para medir el efecto de los diferentes volúmenes de sustrato en los injerto de púa lateral en cacao CCNN-51, se evaluó las siguientes variables.

#### **3.1.7.10. Porcentajes de prendimiento a los 30, 45, 60 días**

Esta variable se la medió empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{\text{Injertos vivos}}{\text{TotaldeInjetos}} \times 100$$

#### **3.1.7.11. Altura de brotes a los 30, 45, 60 días**

Esta variable se determinó por medio de la medición con una cinta métrica a 10 plantas al azar de los brotes de mayor longitud en cada una de las plantas seleccionadas al azar, el promedio se lo expresamos en cm.

#### **3.1.7.12. Largo de hojas a los 30, 45, 60 días**

El largo de la hoja se medió en cm con un flexómetro fijo ubicándolo desde la axila hasta la punta de la hoja y se evaluara a las 10 plantas.

#### **3.1.7.13. Grosor de brotes a los 30, 45, 60 días**

Esta variable se determinó en mm a partir de la base del injerto para lo cual empleó un calibrador y se evaluó a 10 plantas.

#### **3.1.7.14. Ancho de hojas a los 30, 45, 60 días**

Esta variable fue medida en cm tomando la parte media de la hoja y se evaluó a 10 plantas injertadas.

### **3.1.8. Análisis económico**

### **3.1.8.1. Costos de los tratamientos**

Es la suma de los costos fijos (mano de obra, entre otros.) y de los costos variables (abonos, fertilizantes, entre otros.), se aplicó la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV$$

**Dónde:**

CT= Costos totales

CF= Costos fijos

CV= Costos variables

### **3.1.8.2. Relación beneficio costo**

Para la evaluación económica de los tratamientos bajo estudio se aplicó la relación costo beneficio la misma que es igual a:

$$B/C = \frac{\text{Utilidad Total}}{\text{Costo total}} \times 100$$

## **3.1.9 Manejo del experimento**

### **3.1.9.1. Desinfección del suelo**

El sitio donde se construyó el vivero es una área de 40 m<sup>2</sup>, la cual se desinfectó con 50 gramos de terraclor (fungicidas) y 20 cc piretroide (insecticida), en 10 litros de agua.

### **3.1.9.2. Selección de mazorca para semillas**

Las mazorcas de semilla que se utilizó en la investigación fueron seleccionadas de árboles de alta producción, mayor de 60 mazorcas por planta, libres de plagas con una edad de 4 a 5 años de producción.

#### **3.1.9.3. Preparación de sustrato para vivero**

La preparación de sustrato se realizó de la siguiente forma, 63% de tierra y 35% de tamo de arroz, más fertilizante completo 10-30-10. Luego se procedió a mezclar bien el sustrato para proceder al llenado de fundas de polietileno de volúmenes de sustrato de 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 kg.

#### **3.1.9.4. Siembra**

Para el sistema de siembra, se procedió a sacar la semilla de la mazorca, seleccionando las mejores y luego ser sembradas en sus respectivas fundas de polietileno a 2 cm de profundidad.

#### **3.1.9.5. Riego**

Esta labor se realizó mediante el sistema de aspersión, cada 2 o 3 días por tiempo de dos horas diarias, dependiendo de la humedad del terreno.

#### **3.1.9.6. Control fitosanitario**

Se utilizó una bomba de mochila para la aplicación de todos los productos químicos cada 15 días de manera preventiva. Escore 40 cc / 20 litro de agua, para la prevención de enfermedades fungosas, se aplicó los insecticidas piretroide 40 cc / 20 litro de agua, clorpirifo en dosis 40 cc / 20 litro de agua.

#### **3.1.9.7. Fertilización**

Para esta labor se utilizó abonos foliares cada 15 días, cristalón desarrollo en dosis 100 g / 20 litro de agua y la fertilización de suelo cada 30 días yaramila 10 g/ planta, cytokin dosis de 4 cc/L de agua a los 30 días.

#### **3.1.9.8. Control de maleza**

Se realizó en forma manual de acuerdo como se presentaban las malezas.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados y discusión

### 4.1.1. Altura de planta (cm)

Según el análisis de variancia en la variable altura de planta registró diferencias estadísticas significativas durante los periodos 30, 60 y 90 días evaluados, en vivero de cacao CCN51, los promedios se reportan en el cuadro 5.

El análisis de las comparaciones de los diferentes volumen de sustratos indican que hay diferencias estadística dentro de las comparación que corresponde el menor volumen se sustrato con una media de 17,80, 18.55 y 27.29 frente a los mayores volumen de sustrato de acuerdo la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), el menor volumen de sustrato en multiplicación vegetativa de cacao CCN-51, el crecimiento de la planta se ve afectado por su normal funcionamiento fisiológico y por la restricción e nutrientes y el tamaño de la raíz, lo que concuerdo con (Ronchi *et al.* 2006). Citado por **Gutiérrez, *et al.*, (2011)**.

El crecimiento de la raíz y de la planta, la acumulación de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila, la toma de nutrientes, la respiración, el florecimiento, son procesos que pueden verse afectados por la restricción en la raíz y el tamaño del contenedor.

El mayor promedio en altura de planta lo registró el tratamiento (T5) con promedios de 19.25, 22.30 y 29.24 cm, estos resultado se demuestra que al incrementar el volumen de sustrato en la planta de cacao se obtiene un mayor desarrollo, porque un sustrato adecuado debe contener los nutrientes y capacidad de retención de agua y porosidad para el normal crecimiento de una planta, Arizaleta y Pire, (2008). **Citado por Gutiérrez, *et al.*, (2011)**.

En los recipientes de propagación más grandes, la capacidad de reserva de agua y nutrientes es mayor, y dentro de ciertos límites, hay mayor desarrollo de raíces pero aumenta su costo **Corpoica, (2009)**. La importancia de elegir y manejar el

sustrato, el cual debe tenerlas condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas que aseguren el desarrollo y crecimiento óptimo de las plantas.

Cuando las raíces son confinadas en un recipiente que restringe su crecimiento, incrementan la competencia por los recursos esenciales. Con el incremento en la biomasa de las raíces y el decrecimiento en el espacio de enraizamientos e genera competencia por el oxígeno disponible (Peterson *et al.*, 1991), y reducción en el espacio del poro NeSmith y Duval, (1998). **Citado por Gutiérrez, *at al.*, (2011).**

**Cuadro 5.** Altura de planta (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	17.80 b	18.55 d	27.29 d
T2 = Funda (5x8)	18.91 ab	19.51 c	27.78 cd
T3 = Funda (6x10)	19.42 a	19.57 c	28.12 bc
T4 = Funda (7x11)	18.99 a	20.53 a	28.50 a
T5 = Funda (8x10)	19.25 a	22.30 a	29.24 a
<b>CV%</b>	<b>3.72</b>	<b>2.46</b>	<b>1.29</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.2. Diámetro de la planta (mm)

De acuerdo al análisis de variancia en la variable diámetro del tallo presentó diferencias estadísticas a los 30, 60 y 90 días en los períodos evaluados en multiplicación vegetativa con diferentes volumen de sustratito. Los promedios se presentan en el cuadro 6.

La prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) muestra que a los 30, 60 y 90 días el tratamiento (T1), con menor volumen de sustrato presento diferencias estadísticas con menores promedio de 11.03, 14.98 y 16.27 mm.

El mayor promedio de diámetro lo obtuvo el tratamiento (T5) que representa el mayor volumen de sustrato con medias de 12.42, 19.30 y 21.00 mm, registrando diferencias estadística de acuerdo a Tukey al 95 % de probabilidad.

Al comparar el menor volumen frente a los mayores volúmenes, los cuales alcanzaron un mayor diámetro de la planta, lo que indica que al utilizar mayor volumen de sustrato influye en el desarrollo del diámetro, estos resultado concuerda **Ouma (2006)** reportó para plantas de limón (*Citrus limon*), incrementó en el número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo, peso seco de las raíces y tallos, con el aumento del volumen de los contenedores y viceversa para pequeños volúmenes.

**Cuadro 6.** Diámetro de planta (mm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	11.03 b	14.98 d	16.27 d
T2 = Funda (5x8)	10.72 b	16.56 c	17.44 c
T3 = Funda (6x10)	10.98 b	17.51 b	18.49 b
T4 = Funda (7x11)	11.08 b	19.10 a	20.56 a
T5 = Funda (8x10)	12.42 a	19.30 a	21.00 a
<b>CV%</b>	<b>3.45</b>	<b>2.17</b>	<b>2.89</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

### 4.1.3. Ancho de hoja (cm)

Según el análisis estadístico realizado a la variable ancho de hoja se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51 en la propagación en diferentes volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 7.

La menor diferencia numérica en ancho de hoja la reportó el tratamiento (T1,), con menor volumen de sustrato presentado media de 5.41, 8.49 y 9.33 cm,

existiendo diferencias estadísticas según Tukey al 95 % de probabilidad. Con este volumen de propagación se ve afectada la variable ancho de hojas que a través de las raíces la planta obtiene sus nutrientes para su funcionamiento normal.

Los mejores promedio de ancho de hoja lo alcanzaron al utilizar mayores volumen de sustrato en propagación de cacao CCN-51, en los periodos de 60 y 90 días, presentan efecto positivo en el crecimiento de la hoja, el tratamiento (T5), con mayor volumen de sustrato presentó promedio superiores de 9.81 y 10.58 a los 60 y 90 días, y el T (T4) con 6.34 a los 30 días y presenta igualdad estadística.

**Cuadro 7.** Ancho de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	5.41 b	8.49 c	9.33 c
T2 = Funda (5x8)	5.49 b	8.73 bc	9.97 b
T3 = Funda (6x10)	5.82 ab	9.14 abc	10.45 a
T4 = Funda (7x11)	6.34 a	9.62 ab	10.50 a
T5 = Funda (8x10)	5.99 ab	9.81 a	10.58 a
<b>CV%</b>	<b>5.89</b>	<b>5.99</b>	<b>2.44</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.4. Longitud de hoja (cm)

El análisis estadístico realizado en la variable longitud de hoja reportó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51 en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 8.

La menor diferencia numérica en longitud de hoja la registró el tratamiento (T1), con menor volumen de sustrato presentado media de 11.67, 15.57 y 17.15 cm,

existiendo diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad. Este volumen de propagación se ve afectada la variable largo de hojas que a través de las raíces la planta obtiene sus nutrientes para un norma funcionamiento de la planta. **Ouma, (2007).**

En general, los resultados de los diferentes trabajos consultados indican, que las plantas que crecen en pequeños recipientes experimentan restricción en el crecimiento de las raíces, y por consiguiente se reduce su dosel (Hanson *et al.*, 1987) y en el crecimiento de la planta expresado en la longitud del vástago, el área foliar, peso fresco y seco de la raíz, tallo, hojas **Vizzoto et, al. (1993).**

El longitud de hoja los mayores promedio lo alcanzaron al utilizar mayores volumen de sustrato en propagación de cacao CCN-51, en los periodos de 60 y 90 días presentan efecto positivo en el crecimiento de la longitud hoja, el tratamiento (T5), con mayor volumen de sustrato presentó promedio superiores de 21.32 y 23.92 cm a los 60 y 90 días, y el T (T4) con 13.29 cm respectivamente.

**Cuadro 8.** Longitud de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*Theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	11.67 b	15.57 c	17.15 d
T2 = Funda (5x8)	11.75 b	17.87 b	17.89 c
T3 = Funda (6x10)	12.53 ab	17.95 b	18.39 c
T4 = Funda (7x11)	13.29 a	20.61 a	22.54 b
T5 = Funda (8x10)	12.43 ab	21.32 a	23.92 a
<b>CV%</b>	<b>4.50</b>	<b>4.92</b>	<b>1.78</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.5. Longitud de raíz (cm)

Al realizar el análisis de variancia en la variable longitud de raíz obtuvo

diferencias estadísticas significativas durante los periodos 30, 60 y 90 días evaluados en vivero de cacao CCN51, los promedios se reportan en el cuadro 9.

El análisis de las comparaciones de los diferentes volumen de sustratos indican que hay diferencias estadística de acuerdo la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), en la longitud de raíz, dentro de las comparación que corresponde al menor volumen de sustrato la alcanzó el (T1) una media de 8.97, 14.67 y 13.73 cm frente a los mayores volumen de sustrato.

El menor volumen de sustrato en multiplicación vegetativa de cacao CCN-51, el crecimiento de la planta se ve afectado por su normal crecimiento de la raíz, uno de los mayores efectos de la disminución del tamaño se debe al envase bajo condiciones experimentales, es que esto incrementa la restricción del crecimiento de la raíz NeSmith y Duval, (1998). Según NeSmith y Duval (1998), las plantas pueden presentar cambios morfológicos y fisiológicos en respuesta a la reducción en el volumen de espacio disponible para el desarrollo de la raíz, lo cual puede afectar su normal desarrollo.

Da Matta, (2003), al crecer en pequeños contenedores que limitan el crecimiento de la raíz, dicho patrón se fundamentaría en el hecho de que la raíz representa el principal sumidero metabólico de fotoasimilados cuando deja de depender de la nutrición a través de las reservas de la semilla, y al limitarse su crecimiento se reduce su fortaleza como sumidero, generando un desequilibrio en la razón fuente/sumidero Barrett y Gifford, (1995) lo cual puede generar una reducción en el crecimiento del vástago, afectando negativamente la tasa de asimilación neta Paul y Pellny, (2003). **Citados por Gutiérrez, et al., (2011).**

El mayor promedio en altura de planta lo registró el tratamiento (T5) con promedios de 17.63, 20.10 y 22.50 cm, estos resultado demuestra que al incrementar el volumen de sustrato en la planta de cacao se obtiene un mayor desarrollo radicular presentando una normal funcionamiento morfológico y

fisiológico en respuesta a los mayor volumen de sustrato para el desarrollo de la raíz, un sustrato adecuado debe contener los nutrientes y capacidad de retención de agua y porosidad para el normal crecimiento de la raíz. **Ouma (2006)**. Experimentos en plantas de mango (*Mangifera indica*) mostraron un patrón similar para contenedores de mayor tamaño (3,7 L) con el incremento adicional de la relación raíz-vástago.

Las plántulas que crecieron en el recipiente de 1 kg se desarrollaron normalmente hasta los 60 días, con una tasa de crecimiento posterior muy baja comparativamente con la bolsa y la matera donde en esta última no se presentó estrés hasta los 120 días ya que contaron con mayor espacio y cantidad de nutrientes. En el caso de la bolsa el incrementó la tasa de crecimiento fue muy bajo a partir de los 90 días. **Gutiérrez, (2011)**.

**Cuadro 9.** Longitud de raíz (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	8.97 d	14.67 e	13.73c
T2 = Funda (5x8)	13.77 c	15.37 d	16.13 c
T3 = Funda (6x10)	15.10 bc	18.37 c	17.43 b
T4 = Funda (7x11)	16.70 ab	19.50 b	21.77 a
T5 = Funda (8x10)	17.63 a	20.10 a	22.50 a
<b>CV%</b>	<b>6.74</b>	<b>1.82</b>	<b>3.21</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.6. Número de hojas

El análisis estadístico realizado en la variable número de hoja presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao

CCN51 en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 10.

La menor diferencia numérica en número de hoja la registró el tratamiento (T1), con menor volumen de sustrato alcanzó media de 4.21, 6.75 y 11.51, existiendo diferencias estadísticas según Tukey al 95 % de probabilidad. Este volumen de sustrato en propagación se ve afectada la variable número de hojas porque a través de las raíces la planta obtiene sus nutrientes para un norma funcionamiento de la planta. Nicolás-Paragón *et al.*, (2004), **Citados por Gutiérrez, (2011)**, debido a que como producto de la restricción en el espacio, se pueden generar deformaciones en las raíces y un desequilibrio entre el crecimiento de la parte aérea/parte radical.

El número de hoja los mayores promedio lo alcanzaron al utilizar mayores volumen de sustrato en propagación de cacao CCN-51, en los periodos de 60 y 90 días presentan efecto positivo en el incremento de número de hojas, el tratamiento (T5), con mayor volumen de sustrato obtuvo promedio superiores de 11.03 y 13.41 a los 60 y 90 días, y el T (T3) con 5.54 a los 30 días respectivamente.

**Cuadro 10.** Números de hoja en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	60	90
T1 = Funda (5x7)	4.21 e	6.75 d	11.51 d
T2 = Funda (5x8)	4.37 d	8.48 c	12.06 cd
T3 = Funda (6x10)	5.54 b	10.00 b	12.38 bc
T4 = Funda (7x11)	5.40 c	10.54 ab	13.10 ab
T5 = Funda (8x10)	5.75 a	11.03 a	13.41 a
<b>CV%</b>	<b>0.85</b>	<b>3.83</b>	<b>3.59</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.7. Supervivencias (%)

De acuerdo al análisis estadístico realizado en la número de hoja presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51, excepto a los 60 días, en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 11.

La menor diferencia numérica en supervivencia la registró el tratamiento (T1), con menor volumen de sustrato alcanzó una media de total de 90.96%, existiendo diferencias estadísticas según Tukey al 95 % de probabilidad excepto a los 60 días. Este volumen de sustrato en propagación se ve afectada la variable supervivencia porque a través de las raíces la planta obtiene sus nutrientes para un normal funcionamiento de la planta.

La supervivencia, los mayores promedios lo alcanzaron al utilizar mayores volúmenes de sustrato en propagación de cacao CCN-51, en todos los periodos y total, presentan efecto positivo en la supervivencia de planta de cacao, presentado rango de supervivencia de 93.46 y 97.37% lo que demuestra que las planta en vivero de cacao necesitan un volumen adecuado de sustrato para poderse mantenerse y realizar sus funciones fisiológica y morfológicas a través del aporte de nutriente para el mantenimiento de la planta

**Cuadro 11.** Supervivencias (%), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días			Total
	30	45	60	
T1 = Funda (5x7)	93.18 b	91.86 c	99.18 a	90.96 c
T2 = Funda (5x8)	95.27 ab	93.87 bc	99.61 a	93.46 bc
T3 = Funda (6x10)	94.95 ab	94.66 abc	100.00 a	94.66 ab
T4 = Funda (7x11)	96.74 a	96.21 ab	100.00 a	96.21 ab
T5 = Funda (8x10)	97.47 a	97.37 a	100.00 a	97.37 ab
<b>CV%</b>	<b>1.75</b>	<b>1.88</b>	<b>0.71</b>	<b>2.13</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.8. Altura del brote del injerto (cm)

La variable altura del brote del injerto no encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51 en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 12.

La altura del brote de injerto a los 30 días presentaron rango de 3.50 a 3.67 cm sin presentar diferencias estadística según Tukey al 95 % de probabilidad en los cinco volumen de sustrato evaluados, en cuanto el periodo de 45 días la altura del brote del injerto reportaron similitud estadística con rango de 5.50 a 5.67, mientras el periodo de 60 días se obtuvo rango de 6.50 a 7.67 cm.

**Cuadro 12.** Altura del brote (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	45	60
T1 = Funda (5x7)	3.67 a	5.50 a	7.17 a
T2 = Funda (5x8)	3.67 a	5.83 a	6.67 a
T3 = Funda (6x10)	3.50 a	5.50 a	6.50 a
T4 = Funda (7x11)	3.50 a	5.33 a	7.67 a
T5 = Funda (8x10)	3.67 a	5.67 a	7.50 a
<b>CV%</b>	<b>16.67</b>	<b>13.68</b>	<b>9.96</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.9. Grosor del brote del injerto (mm)

El análisis estadístico realizado en la variable grosor del brote del injerto no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51 en el periodo de 45 días en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 13.

La variable altura del brote de injerto a los 30 días presentaron rango de 7.00 a 8.33 cm presentar diferencias estadística según Tukey al 95 % de probabilidad en los cinco volumen de sustrato evaluados, en cuanto el periodo de 45 días el

grosor del brote del injerto reportaron igualdad estadística con rango de 12.17 a 14.17.

Al analizar la comparaciones del periodo de 60 días en el grosor del brote del injerto entre el menor volumen y mayores volumen de sustrato superan al menor volumen, alcanzando medias de, 25.00 de grosor del brote del injerto, mientras el menor volumen logro un promedio de 20.17 cm de grosor, es decir que hay un incremento de crecimiento del grosor de 4.83 cm con los mayores volumen de sustrato.

**Cuadro 13.** Grosor del brote (mm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	45	60
T1 = Funda (5x7)	7.17 ab	12.17 a	20.17 b
T2 = Funda (5x8)	7.33 ab	13.67 a	22.67 ab
T3 = Funda (6x10)	7.00 b	13.50 a	23.33 a
T4 = Funda (7x11)	7.83 ab	13.83 a	25.00 a
T5 = Funda (8x10)	8.33 a	14.17 a	25.00 a
<b>CV%</b>	<b>10.05</b>	<b>8.83</b>	<b>6.41</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.10. Largo de hoja del injerto

En la variable largo de hoja del injerto se encontró diferencias estadísticas significativas en el periodo de 60 días, entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51, en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 14.

El largo de hojas del injerto a los 30 días presentaron rango de 10.17 a 10.67 cm sin presentar diferencias estadística según Tukey al 95 % de probabilidad en los cinco volumen de sustrato evaluados, en cuanto el periodo de 45 días el largo de hoja reportaron similitud estadística con rango de 14.67 a 15.67 cm,

Al analizar la comparaciones del periodo de 60 días en largo de hoja del injerto entre el menor volumen y los mayores volumen de sustrato superan al menor volumen, alcanzando medias de 24.33 largo de hoja del injerto, mientras el menor volumen alcanzó un promedio de 21.33 cm largo de hoja, es decir que hay un incremento de crecimiento de la hoja de 3 cm con los mayores volumen de sustrato.

**Cuadro 14.** Largo de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	45	60
T1 = Funda (5x7)	10.33 a	14.67 a	21.33 b
T2 = Funda (5x8)	10.67 a	15.00 a	21.00 b
T3 = Funda (6x10)	10.17 a	15.50 a	20.83 b
T4 = Funda (7x11)	10.67 a	15.17 a	24.33 a
T5 = Funda (8x10)	11.33 a	15.67 a	24.33 a
<b>CV%</b>	<b>7.08</b>	<b>4.36</b>	<b>4.42</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

#### 4.1.11. Ancho de hoja del injerto (cm)

El análisis estadístico realizado en la variable ancho de hoja del injerto se encontró diferencias estadísticas significativas en el periodo de 60 días, entre los tratamientos en estudio de cacao CCN51, en la propagación en diferente volumen de sustrato, cuyos promedios se presentan en el cuadro 15.

El ancho de hojas del injerto a los 30 días presentaron rango de 4.33 a 4.67 cm sin presentar diferencias estadística según Tukey al 95 % de probabilidad en los cinco volumen de sustrato evaluados, en cuanto el periodo de 45 días el ancho de hoja reportaron similitud estadística con rango de 6.50 a 6.67 cm respectivamente.

Al analizar la comparaciones del periodo de 60 días en ancho de hoja del injerto entre el menor volumen frente a los mayores volumen de sustrato estos superan al menor volumen, alcanzando medias de, 10.33 y 11.33, cm ancho de hoja del injerto, mientras el menor volumen logro un promedio de 9.00 cm ancho de hoja, es decir que hay un incremento de crecimiento de la hoja de 1.33 y 2.33 cm con los mayores volumen de sustrato.

**Cuadro 15.** Ancho de hoja (cm), en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Tratamientos	Periodos en días		
	30	45	60
T1 = Funda (5x7)	4.33 a	6.50 a	9.00 c
T2 = Funda (5x8)	4.33 a	6.50 a	9.00 c
T3 = Funda (6x10)	4.50 a	6.67 a	9.50 bc
T4 = Funda (7x11)	4.50 a	6.50 a	10.33 ab
T5 = Funda (8x10)	4.67 a	6.33 a	11.33 a
<b>CV%</b>	<b>14.85</b>	<b>9.32</b>	<b>7.66</b>

\*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

En concordancia con los resultados obtenidos y de acuerdo a los criterios de los diferentes autores de las investigaciones realizadas relacionadas con el tema en estudio, la primera y la segunda hipótesis “Con la utilización de mayor volumen de sustrato la raíz pivotante de cacao CCN-51 presentara mayor longitud” y “La planta de cacao CCN51 con una mayor longitud de raíz pivotante se obtiene mejor comportamiento agronómico en plantas injertadas” se aceptan porque al utilizar mayor volumen de sustrato influye en longitud de la raíz y comportamiento agronómico.

#### 4.1.12. Análisis económico

El análisis económico se presenta en el cuadro 16, se obtuvo como resultado que los tratamientos T4 y T5 con mayor volumen de sustrato alcanza mayor beneficio y beneficio/costo con un valor de \$62.95 y 1.83; \$65.70 y 1.86.

**Cuadro 16.** Análisis económico, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Rubro	T1	T2	T3	T4	T5
Preparación del sustrato	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Llenado de fundas/1500	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Semilla Kg	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Siembre de semilla	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mantenimiento 6 meses	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Varetas/1500	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Injerto	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Bomba de mochila	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Bomba agua /6.5 hp	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Tijera Podadora	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Estilete de injerto	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cinta polietileno/paquete 500	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carretilla	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Pala	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Fundas (5x8) 300	2,00				
Fundas (6x8) 300		2,50			
Fundas (6x10) 300			2,50		
Fundas (7x11) 300				2,75	
Fundas (8x10) 300					3,00
Caña guadua	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Manguera (m)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Sarán metro	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Cytokin/250cc	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Cristalon de engrose(foliar) kg	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Clorpirifos 48EC	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
<b>Costo totales</b>	<b>75,30</b>	<b>75,80</b>	<b>75,80</b>	<b>76,05</b>	<b>76,30</b>
Total de plantas	248,00	262,00	269,00	278,00	284,00
Precio de venta por planta	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Ingreso por venta de injerto</b>	<b>124,00</b>	<b>131,00</b>	<b>134,50</b>	<b>139,00</b>	<b>142,00</b>
Beneficio	48,70	55,20	58,70	62,95	65,70
<b>Relación beneficio/costo</b>	<b>1,65</b>	<b>1,73</b>	<b>1,77</b>	<b>1,83</b>	<b>1,86</b>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Al utilizar el menor volumen de sustrato en propagación vegetativa con CCN-51, presentó restricción radicular, por lo cual afecta significativamente el comportamiento agronómico de la planta en etapa de vivero.

Los mejores volúmenes de sustrato en fundad de 8x10; 7x11 y 6x10, para la propagación vegetativa de cacao CCN-51, tiene un mejor comportamiento en las variables agronómicas, altura de la planta 29.24, 28.12 y 28.50 cm; diámetro 18.49, 50.56 y 21.00 mm, ancho de hoja 10.45, 10.50 y 10.58, longitud de hoja 18.39, 22.54 y 23.92, longitud de raíz 17.43, 21.77 y 22.50 y en las plantas injertadas de supervivencia de 94.66%, 96.21% y 97.37%, altura del brote del injerto 7.67 y 7.50 cm, largo de hoja 25.00 cm, ancho de hoja 10.33 y 11.33 cm.

El mejor resultado se obtuvo con los tratamientos T4 y T5 con mayor volumen de sustrato alcanza mayor beneficio y beneficio/costo con un valor de \$62.95 y 1.83; \$65.70 y 1.86.

## **5.2. Recomendaciones**

Utilizar volumen de sustrato en funda de tamaño 8x10; 7x11 y 6x10 de en vivero de cacao CCN-51 porque las variables presentaron un mejor comportamiento agronómico.

Realizar otras investigaciones con diferentes sustratos en fundas de 8x10; en etapa de vivero porque presentó la mejor longitud de raíz pivotante.

Utilizar volumen de sustrato en fundas de 8 x10 y 7x11 porque se obtuvo mayor porcentaje de supervivencia en plantas injertadas y mejor beneficio/costo.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura Citada

- ANSORENA, J. 1994.** Sustratos propiedad y caracterización. Editorial Mundiprensa, Madrid P 5.
- AZÁNGARO, J. 2005.** Curso práctico de injertos, Ediciones RIPALME, P 28.
- BIBLIOTECA, 2012.** El cacao CCN-51. Disponible en la página web: [www.biblioteca.ueb.edu.IS.pdf](http://www.biblioteca.ueb.edu.IS.pdf). Consultado 5/05/2012.
- CORPOICA, 2009.** Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao L.*). Primera edición. Editorial Produmedios. Colombia. P 26.
- ENRÍQUEZ, G. 2004.** Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 54. Quito, Ecuador, Pp. 360
- FUNDACITE, 2005.** Preparación de los semilleros de cacao para la siembra, P 9.
- FERNANDE, F. 2012.** Eficacia de bioestimulante para inducir el Crecimiento y Desarrollo Radicular en Etapa de Vivero del Cultivo de Cacao bajo las condiciones del Valle Chancay (Perú). Disponible en la página web: [EngormixProhttp://www.engormii-raiz-raizoot-t3954/078-p0.htm](http://www.engormii-raiz-raizoot-t3954/078-p0.htm). Consultado 8/05/2012.
- GUTIÉRREZ M. GÓMEZ R. RODRÍGUEZ, N. 2011.** Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Disponible en la página web: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb>. Consultado 5/05/2012

**HUACUJA, I. 2009.** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de agro-biología. Presidente Juárez. Tema de tesis de grado: Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de tomate de cascara bajo invernadero en Zamora. Pp. 7 y 11.

**ICCO INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. 2007.** Annual report. Londres: ICCO. ([www.gquirola](http://www.gquirola)).

**JESÚS, P. 2012.** Establecimiento de plantaciones de cacao orgánico. Fundación Mcch. Disponible en la página web: [www.fundmcch.com.ec](http://www.fundmcch.com.ec). Consultado el 26/05/2012. P 5.

**MAINARDI, J. 1980.** El Huerto y el jardín en su piso de Vicchi.- sustrato, Barcelona Pp. 220 y 225.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2004.** El Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana. Perú. P 19.

**PINZON, R. 2006.** Guía para el establecimiento de plantaciones de cacao, Proyecto de Reforestación y Conservación de la Cordillera Chongón-Colonche, P 10.

**QUIROZ, J. 2005.** Guía para establecimientos de plantaciones de cacao programa de café y cacao de la Estación experimental de Pichilingue del INIAP. P 43.

**RAMÍREZ, I. 2009.** Propuesta para el manejo de cacao orgánico. Disponible en la página web: [www.conservation.org.pe](http://www.conservation.org.pe). Lima – Perú. P 14.

**SEMINARIO DE CACAO, 2000).** Dictado por el Ingeniero Quiroz, J. Jefe del INIAP en la Estación Experimental Boliche.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. Anexos

**Anexo 1.** Cuadros medios para las variables altura de planta a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	2,42**	12,12**	3,29**	2,75	4,17
ERROR	0,49	0,25	0,13		

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística

**Anexo 2.** Cuadros medios para las variables diámetro de planta a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	2.70**	19.55**	24.38**	2,75	4,17
ERROR	0,15	0,14	0,29		

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística

**Anexo 3.** Cuadros medios para las variables ancho de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	0.86**	1.89**	1.80**	2,75	4,17
ERROR	0,12	0,30	0,06		

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística

**Anexo 4.** Cuadros medios para las variables longitud de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	2.63**	32.28**	55.48**	2,75	4,17
ERROR	0.31	0,84	0.12		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 5.** Cuadros medios para las variables longitud de raíces a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	69.23**	36.06**	49.43**	2,75	4,17
ERROR	0.95	0.10	0.38		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 6.** Cuadros medios para las variables número de hoja a los 30, 60 y 90 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	3.02NS	18.21**	3.55**	2,75	4,17
ERROR	0.002	0.13	0.20		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 7.** Cuadros medios para las variables supervivencia a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	16.71**	27.23**	0.80NS	2,75	4,17
ERROR	2.78	3.18	0.50		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 8.** Cuadros medios para las variables altura del brote a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	0.05NS	0.21NS	1.78NS	2,75	4,17
ERROR	0.36	0.58	0.57		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 9.** Cuadros medios para las variables grosor del brote a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	3.53NS	1.55NS	23.96**	2,75	4,17
ERROR	1.41	0.50	2.22		

\*\* Alta significancia estadística  
 \* Significancia estadística  
 NS. No significancia estadística

**Anexo 10.** Cuadros medios para las variables altura de la yema a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	0.08NS	1.41NS	3.46**	2,75	4,17
ERROR	0.23	0.39	0.4		

CV%

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística

**Anexo 11.** Cuadros medios para las variables largo de hoja a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	3.46NS	1.20NS	17.736**	2,75	4,17
ERROR	0.40	0.56	0.99		

CV%

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística

**Anexo 12.** Cuadros medios para las variables ancho de hoja a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación del comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao l.*), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.

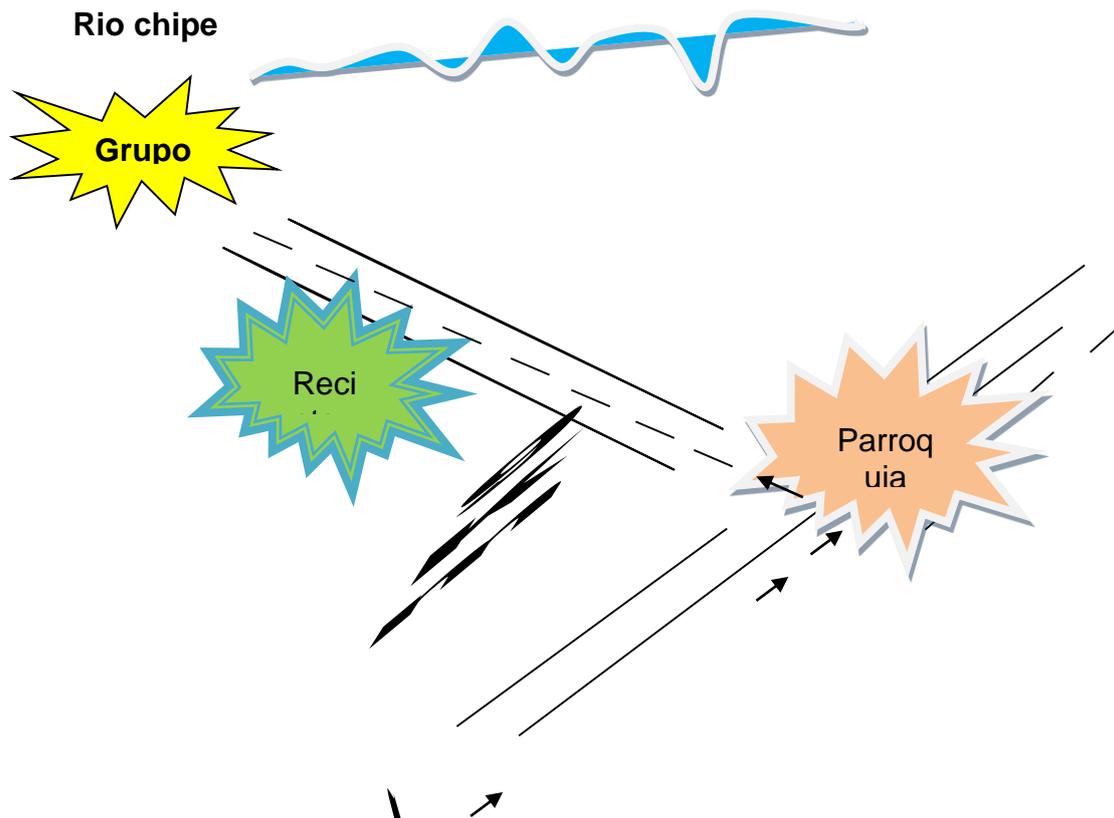
Fuente de variación	Cuadrado medio	Cuadrado medio	Cuadrado medio	F. Tabular	
				5%	1%
TRATAMIENTOS	0.11NS	0.08NS	6.006**	2,75	4,17
ERROR	0.44	0.36	0.56		

CV%

\*\* Alta significancia estadística

\* Significancia estadística

NS. No significancia estadística



**Anexo13.** Localización de la investigación

CAMINO ENTRE LOTES					
T1	T2	T3	T4	T5	R 1
T5	T4	T1	T3	T2	R 2
T4	T3	T2	T5	T1	R 3
T2	T1	T5	T4	T3	R 4
T3	T5	T4	T2	T1	R 5
T1	T2	T3	T5	T4	R 6

**Anexo 14.** Croquis de campo.

**Anexo 15. Fotos**



**Foto 1. Construcción de vivero**



**Foto 2. Llenado de sustrato**



**Foto 3.** Siembra de la semilla de cacao



**Foto 4.** Siembra de la semilla de cacao



Foto 5. Germinación de cacao



**Foto 6.** Germinación de cacao



**Foto 7.** Visita del Director de tesis Lcdo. Héctor Castillo



**Foto 8.** Visita del Director de tesis Lcdo. Héctor Castillo



**Foto 9.** Medición del largo de la hoja de cacao



**Foto 10.** Medición del ancho de la hoja de cacao



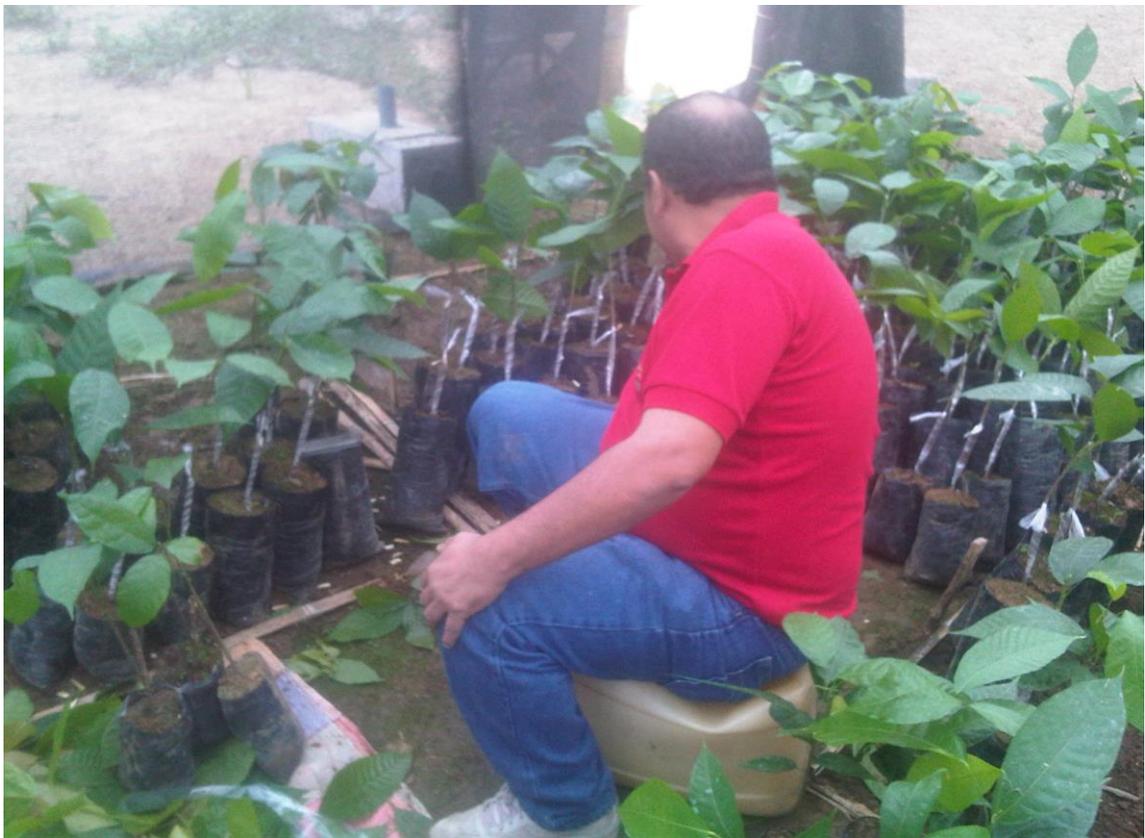
**Foto 11.** Selección de varetas de cacao CCN-51



**Foto 12.** Injertando cacao CCN-51



**Foto 13.** Amarre del injerto de cacao CCN-51



**Foto 14.** Plantas de cacao CCN-51 injertadas.



**Foto 15.** Plantas de cacao CCN-51 injertadas.



**Foto 16.** Toma de datos de cacao CCN-51



**Foto 17.** Largo de la hoja de cacao CCN-51a los 30 días de injertada.



**Foto 18.** Ancho de la hoja de cacao CCN-51a los 45 días de injertada.



**Foto 19.** Largo de la hoja de cacao CCN-51a los 45 días de injertada.



**Foto 20.** Largo de la hoja de cacao CCN-51a los 60 días de injertada.



**Foto 21.** Diámetro del tallo de cacao CCN-51a los 60 días de injertada.



**Foto 22.** Ancho de la hoja de cacao CCN-51a los 60 días de injertada.



**Foto 23.** Ancho de la hoja de cacao CCN-51a los 60 días de injertada.



**Foto 24.** Ancho de la hoja de cacao CCN-51a los 60 días de injertada.