



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

**TESIS**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE ECO-CACAO EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN ESMERALDAS”.**

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

**AUTOR**

**WILTER DIOGENES QUIÑONEZ PIANCHICHE**

**DIRECTORA DE TESIS**

**ING. MARÍA DEL CARMEN SAMANIEGO ARMIJOS MSc.**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2015**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Wilter Diógenes Quiñonez Pianchiche, bajo juramento declaro que el trabajo aquí descrito es de mí completa 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.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Wilter Diógenes Quiñonez Pianchiche**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc., en calidad de directora de tesis, certifica: que el señor, Wilter Diógenes Quiñonez Pianchiche, realizó la tesis titulada: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE ECO-CACAO EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN ESMERALDAS. Bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

---

**Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc.**  
**DIRECTORA DE TESIS**



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

**TESIS**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZANTE ECO-CACAO EN LA PRODUCCION DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN ESMERALDAS”.**

Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención del título de

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

---

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

---

Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Freddy Sabando Ávila, MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**  
**2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento a:

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. Manuel Haz Álvarez (+), por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Al Dr. Eduardo Díaz, Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad Universitaria.

Al Ing. Mariana Reyes Bermeo. MSc, Directora de la UED

A la Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc. por brindarme su experiencia y su apoyo incondicional en la realización de la presente investigación en calidad de directora de tesis.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y alentarme para cumplir mi meta, además ellos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, para conseguir mis objetivos. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

**Diógenes**

# INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA .....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. General .....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Hipótesis .....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Fundamentación Teórica .....	6
2.1.1. Importancia económica y distribución geográfica .....	6
2.1.2. Cultivo de cacao .....	7
2.1.2.1. Importancia .....	7
2.1.2.2. Origen .....	7
2.1.3. Morfología y fisiología .....	8
2.1.3.1. Planta .....	8
2.1.3.2. Raíz.....	8

2.1.3.3.	Tronco .....	9
2.1.3.4.	Hojas .....	9
2.1.3.5.	Flor .....	10
2.1.3.6.	Los frutos .....	10
2.1.3.7.	Semillas.....	10
2.1.4.	Propagación vegetativa.....	10
2.1.4.1.	Ventajas de la multiplicación vegetativa.....	11
2.1.5.	Exigencias en clima y suelo .....	12
2.1.5.1.	Exigencias en clima.....	12
2.1.5.2.	Temperatura .....	12
2.1.5.3.	Agua.....	12
2.1.5.4.	Viento.....	13
2.1.5.5.	Exigencias en suelo. ....	13
2.1.6.	Razas de cacao .....	13
2.1.6.1.	Forastero o cacao amargo .....	13
2.1.6.2.	Criollo, híbridos o cacao dulce .....	14
2.1.6.3.	Trinitario .....	14
2.1.7.	Prácticas culturales .....	15
2.1.7.1.	Preparación del suelo.....	15
2.1.7.2.	Eliminación de malas hierbas.....	15
2.1.7.3.	Poda.....	16
2.1.8.	Propagación .....	17
2.1.8.1.	Propagación sexual.....	17
2.1.8.2.	Propagación asexual.....	18
2.1.8.3.	Injertos .....	18
2.1.8.4.	Recolección.....	18
2.1.8.5.	Riego.....	18
2.1.9.	Fertilización .....	19
2.1.9.1	Preparación y requerimientos del terreno .....	20
2.1.9.2	Fertilizante edáfico .....	20
2.1.9.3.	Fertilizantes foliares .....	21
2.1.9.4.	Factores que influyen en la Fertilización foliar .....	23
2.1.9.5.	Fertilizante ECO-CACAO.....	23

2.2.	Investigaciones relacionadas .....	24
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>30</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>30</b>
3.1.	Materiales y métodos .....	31
3.1.1.	Localización y duración del experimento .....	31
3.1.2.	Condiciones meteorológicas .....	31
3.1.3.	Materiales y equipos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.	Tratamientos .....	32
3.3.	Variables evaluadas.....	33
3.3.1.	Número de mazorcas por plantas .....	33
3.3.2.	Diámetro de la mazorca .....	33
3.3.3.	Longitud de la mazorca .....	33
3.3.4.	Peso de la mazorca.....	33
3.3.5.	Número de granos por mazorca.....	33
3.3.6.	Peso del grano .....	34
3.3.7.	Rendimiento por parcela .....	34
3.3.8.	Rendimiento por ha.....	34
3.4.	Diseño experimental .....	34
3.4.1.	Delineamiento experimental.....	34
3.4.2.	Esquema del análisis de varianza.....	35
3.5.	Manejo del experimento.....	35
3.5.1.	Evaluación del estado agronómico para el estudio.....	35
3.5.2.	Selección de plantas .....	36
3.5.3.	Aplicación de fertilizante Eco-Cacao.....	36
3.5.4.	Control de malezas .....	36
3.5.5.	Poda de mantenimiento .....	36
3.5.6.	Control de plagas .....	36
3.6.	Análisis económico .....	37
3.6.1.	Ingreso bruto por tratamiento .....	37
3.6.2.	Costos totales por tratamiento .....	37
3.6.3.	Beneficio neto (BN) .....	38

<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>39</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
4.1. Resultados y Discusión .....	40
4.1.1. Número de mazorcas .....	40
4.1.2. Diámetro de mazorcas (gr).....	41
4.1.3. Longitud de mazorcas (gr) .....	42
4.1.4. Número de granos.....	43
4.1.5. Peso de la mazorca (gr).....	44
4.2.6. Costos de producción y análisis económico.....	45
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
5.1. Conclusiones .....	48
5.2. Recomendaciones .....	48
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>
6.1. Literatura Citada .....	50
<b>CAPITULO VII .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>
7.1. Anexos .....	54

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Pág.
1. Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	31
2. Materiales y equipos utilizados para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	32
3. Tratamientos para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	32
4. Delineamiento experimental para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	35
5. Esquema del análisis de varianza para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	35
6. Número de mazorcas determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	40
7. Diámetro de mazorcas determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	41
8. Longitud de mazorcas determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	42
9. Número de granos determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	43

10.	Peso de la mazorca, determinada en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas .....	44
11.	Costos de producción y análisis para determinar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. Número de mazorcas del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	54
2. Diámetro de la mazorca del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	54
3. Longitud de mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	55
4. Número de granos de la mazorca para efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	55
5. Peso de kilo de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	56
6. Número de mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	56
7. Diámetro de mazorcas del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	57
8. Longitud de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	57
9. Numero de granos para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas. ....	58

10.	Peso del kilo de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) en Esmeraldas.....	58
11.	Fotografías .....	59

## RESUMEN

La presente investigación se realizó, en el recinto El Laurel localizado a 17 Km de la parroquia Chumunde, Cantón Rio Verde provincia de Esmeralda, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud: N 0° 50' / N 1° 0' y Longitud: W 79° 45' / W 79° 30'. La presente investigación tuvo una duración de 6 meses. Se estableció un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando 240 plantas, las cuales fueron divididas en 15 plantas por repetición. Las variables evaluadas son número de mazorcas por planta, diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, peso de la mazorca, y número de granos por mazorca. Como resultado, el T1 (Testigo 00.) fue el tratamiento superior, es decir se observó 18, 25 mazorcas a diferencia del T2 (140. Kilos. Eco-cacao) con 10,05 mazorcas. En base al diámetro, longitud, granos de mazorca, peso de mazorca, el T4 (180 Kilos. Eco-cacao) fue mejor con 13,70 cm, 24,50 cm, 47,30 granos por mazorca, 1,29 kg por mazorca respectivamente, mientras que el menor valor lo represento el T1 (Testigo 00.) con 9,15 cm, 20,60 cm, 41,83 granos y 0,54 kg por mazorca, respectivamente, para la segunda cosecha. El tratamiento con mejores resultados de acuerdo a la relación Beneficio/Costo fue el T4 (180 Kilos), en donde se establece que por cada dólar invertido se obtuvo de ganancia \$ 0,28 en la producción.

## ABSTRACT

This research was carried out on site The Laurel located 17 kilometers from the Chumunde parish, Canton province Rio Verde Esmeralda, Whose son Geographic coordinates: Latitude: N 0 ° 50 ' / N 1 0' and Longitude: W 79 45 ' / W 79 ° 30'. This investigation lasted six months. UN design randomized complete block was established with four treatments and four replications, using 240 plants, which Were divided into 15 plants per repetition. Son variables evaluated Number of ears per plant, ear diameter, length of the cob, cob weight and number of grains per ear. M As a result, the T1 (Witness 00) was the superior treatment, ie it did note 18, 25 ears a Difference T2 (140 Kilos. Eco-cacao) with pods 10,05. On the basis of the diameter, longitudinal, grain ear, ear weight, the T4 (180 Kilos. Eco-cacao) it was better with 13.70 cm, 24.50 cm, 47.30 grains per ear, 1.29 kg per ear respectively, while the lowest value was represented by (Witness 00) with T1 9.15 cm, 20.60 cm, 41.83 and 0.54 kg grains per ear, respectively, the second crop para. Treatment with best results according to the relationship was Benefit / Cost T4 (180 kilos), where if states that for every dollar invested was obtained profit \$ 0.28 in production.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

El cacao es un fruto originario de América del Sur, apareció por primera vez hace 4000 años al este de los Andes, específicamente al Sur del Lago Maracaibo y el río Magdalena. Se cree que la difusión del cacao al resto del continente se llevó a cabo por el ser humano, los animales y factores meteorológicos como los vientos. El consumo del cacao por el humano, según se tiene evidencia, comenzó en Belice por los mayas y olmecas mesoamericanos alrededor del año 1100 a.C. Fueron los mayas quienes le dieron el nombre de "cacau"; "cac" que en maya significa rojo y "cau" que significa fuerza y fuego **(Attanaci, 2007)**.

Por información de la Organización Internacional de Cacao (ICCO), en el mundo se producen alrededor de 3,5 millones de toneladas de cacao; de las cuales, el Ecuador apenas aporta con el 3% de la oferta mundial. Los principales países productores de cacao son Costa de Marfil, Ghana e Indonesia. Sin embargo, nuestro país es el líder mundial en la producción y exportación de cacao fino o de aroma con el 61% del total mundial. En el plano nacional, el cacao se ha producido desde hace más de 400 años. La contribución en los años 2002-2011 al PIB total ha sido del 0,57% y al PIB agropecuario del 6,4%. Además, es un importante generador de empleo, pues se estima que aproximadamente 600.000 personas participan directamente en la actividad. La cadena de cacao participa en el 4% de la PEA nacional y el 12,5% de la PEA agrícola **(El Agro, 2012)**.

Según el boletín anuario del Banco Central del Ecuador del 2012, durante el período 2002-2011, el banano es el primer producto de origen agrícola exportable con \$ 14.200 millones, el segundo lugar lo ocupa el camarón con \$ 5.900 millones; y, en el tercer puesto aparecen las flores con ventas de \$ 4.600 millones. El cacao aparece como cuarto en importancia con unos \$ 2.700 millones, de los cuales, el 79% corresponde a grano seco y fermentado; y el 21% restante, forma parte de los semielaborados (licor, manteca, polvo, chocolate, etc.) **(El Agro, 2012)**.

En la provincia de Esmeraldas hasta la actualidad la producción de cacao representa la mayor fuente de sustento para las familias esmeraldeñas, la misma que representa el 8 % con una producción 23.300 toneladas en producción nacional, esta está siendo afectada en su totalidad con la aplicación indiscriminada de fertilizantes químicos, que conlleva más bien a la intoxicación del producto.

El país tiene la urgente necesidad de implementar prácticas de aplicación de fertilización orgánica, rehabilitación y renovación de plantaciones como podas, descopes, resepas, regulación de sombra, control de malezas, manejo de plagas y enfermedades, que permitan rejuvenecer las plantaciones tradicionales de cacao. Tales prácticas que serán aplicadas con mayor o menor afinamiento, permitirán incrementar los rendimientos y obtener una producción y rentabilidad adecuada.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

### **1.2.2. Específicos**

- Determinar qué dosis de concentración de (Eco-cacao), alcanzará el mejor resultado en la producción de cacao.
- Establecer el mejor rendimiento de los tratamientos en estudio con la aplicación de fertilizante Eco-cacao.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### 1.3. Hipótesis

- Ha. Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao (*Theobroma Cacao L.*).
- Ho. Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 140 kilos bajara el costo en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*).

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Fundamentación Teórica

### 2.1.1. Importancia económica y distribución geográfica

El mercado mundial del cacao reconoce dos grandes categorías de cacao en grano: cacao “fino o de aroma” y el cacao “al granel” o “común”. Generalmente, el cacao fino o de aroma es producido por árboles de cacao de variedad Criollo o Trinitario, mientras que el cacao al granel provienen de la variedad de árbol Forastero. Existen excepciones, por ejemplo en Ecuador los árboles de cacao nacional, considerados de variedad Forastero, producen cacao fino o de aroma **(Quintero, 2005)**.

El cacao fino o aromático es utilizado para la fabricación de productos de muy alta calidad. Este tipo de cacao se diferencia por sus sabores afrutados, florales o arbolado, pero también por sus colores y sus características morfológicas y agronómicas **(Quintero, 2005)**.

Por las condiciones geográficas y la riqueza en recursos biológicos que tiene el Ecuador, es el mayor productor mundial de cacao fino y de aroma en el mundo (casi 70% de la producción mundial de cacao fino y de aroma). Es este tipo de cacao que se utiliza para fabricar chocolates refinados, de alta calidad. El chocolate fino se distingue por su pureza, sobretodo en el sabor y la fragancia del cacao **(Quintero, 2005)**.

La mayor parte del cacao ecuatoriano es del tipo cacao Nacional, Trinitario y Forastero, mientras que el cacao tipo Nacional puro se produce cada vez menos y puede inclusive desaparecer, ya que las plantaciones existentes son muy viejas y poco productivas. Esto provoca que los agricultores tiendan a cultivar productos que representen mayores ingresos para ellos **(Quintero, 2005)**.

Como se muestra en el siguiente gráfico, la región que concentra la mayor superficie cosechada de cacao es la región Costa, que en el 2009 registró el 80% de la superficie total a nivel nacional. Las provincias que cuentan con una mayor superficie cosechada de cacao son Manabí, Los Ríos y Guayas, también tiene una participación Esmeraldas, el Nororiente, El Oro. Las principales provincias de la región Sierra que cultivan cacao son Cotopaxi, Bolívar, Cañar, pero en menor participación **(Quintero, 2005)**.

## **2.1.2. Cultivo de cacao**

### **2.1.2.1. Importancia**

El género *Theobroma* es originario de América Tropical, específicamente de la cuenca alta del río Amazonas. El género posee algunas especies de gran relevancia económica en los trópicos, principalmente *Theobroma cacao* y en mucho menor grado *T. grandiflorum* y *T. bicolor* **(Arciniegas, 2005)**.

Las semillas de *T. cacao* se han empleado a lo largo de la historia para la preparación de bebidas y otros alimentos, como moneda, bebida ceremonial y tributo a reyes. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur **(Arciniegas, 2005)**.

### **2.1.2.2. Origen**

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 éstos añadieron dulce y vainilla al chocolate lo que hizo que el uso y demanda de esta pepa se extendiera por todo el mundo **(Zambrano, 2011)**.

### **2.1.3. Morfología y fisiología**

Theobroma cacao pertenece al orden Malvales y a la familia Esterculiáceas. Se distinguen dos razas de cacao: forastero y Criollo. Los Forasteros, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial **(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.3.1. Planta**

El cacao es una planta alógama, de ciclo vegetativo perenne y diploide ( $2n=20$ ). El árbol de cacao alcanza alturas de 2 m hasta de 20 m cuando tiene condiciones óptimas de crecimiento (sombra intensa, temperatura, viento, agua y suelos apropiados). La planta proveniente de semilla presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma muy variada dependiendo de las condiciones ambientales, el cual empieza su etapa de producción a los dos años después de establecido en el campo. Las plantas de origen clonal obtenidas mediante injerto o estacas presentan una conformación diferente sin el predominio de un eje principal **(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.3.2. Raíz**

El árbol de cacao proveniente de semilla, tiene una raíz principal o pivotante que puede crecer normalmente entre 1.20 m y 1.50 m, ocasionalmente puede alcanzar 2 metros, dependiendo del suelo y algunos otros factores edáficos del lugar. En los primeros 20 a 25 cm a partir del cuello de la raíz, que desarrollan una gran cantidad de raíces laterales o secundarias que dan origen, a la vez, a raíces terciaria, etc. En su mayoría (85 - 90%), se ubican en los primeros 20 a 25 cm de profundidad del suelo alrededor del árbol, llegando en un árbol

normal a cubrir aproximadamente una área equivalente a la de su copa, pero en forma muy irregular. Estas raicillas se localizan en la parte superior en contacto con el mantillo que cubre naturalmente el suelo **(Paredes, 2005)**.

El cacao tiene una raíz principal pivotante muy profunda que puede llegar a medir hasta 1m de profundidad. Si se siembra las plantas con la raíz torcida el árbol se desarrollara de manera anormal y su producción será baja y a futuro tendrá que cambiar la planta. En las plantas de propagación clonal no hay raíz pivotante sino varias raíces principales y proliferan cerca de la superficie formando así una cabellera compacta que fija la planta al suelo por tal motivo no se debe dejar descubierto el pie de los árboles**(Torres, 2012)**.

### **2.1.2.3 Tronco**

El tronco crece verticalmente (ortotrópico) hasta formar el primer verticilo entre unos 80 y 100 cm de altura. Está cubierto por hojas pecioladas dispuestas en espiral. Pasado el primer año de vida de la planta, el tallo desarrolla una serie de yemas axilares (hasta 8) que en forma conjunta forman lo que se llama el verticilo, corona, o bien, horqueta. Posteriormente, la yema terminal desaparece, y se desarrollan de 4 a 6 ramas de crecimiento lateral (plagiotrópicas) **(Paredes, 2005)**.

### **2.1.3.3. Hojas**

Las hojas son simples, lustrosas, oblongas, coriáceas, grandes de 25-35 cm. de longitud, de color verde oscuro y verde claro según la variedad, son delicadas y susceptibles a daños causados por el sol, condiciones climáticas, por tanto la planta requiere de sombra durante su primer año de vida **(Morales & Tangila, 2011)**

Cuando el árbol es adulto, las hojas son de color verde oscuro y delgado, de tamaño mediano y son de textura firme, se encuentran unidas a las ramas por

el peciolo. El peciolo tiene una hinchazón llamado yema de donde se origina ramas que se usan para los injertos **(Torres, 2012)**.

#### **2.1.3.4. Flor**

El cacao es cauliforo quiere decir que las flores y los frutos brotan en las partes más viejas de la planta como tronco y ramas desprovistas de hojas. Las flores salen donde antes habían hojas y siempre brotan en el mismo lugar, por tal motivo hay que tratar de no dañar la base de los cojines florales para así mantener buena producción **(Torres, 2012)**.

#### **2.1.3.5. Los frutos**

Los frutos maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un mesocarpo de contextura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. Los frutos son de tamaño y forma muy variable, generalmente tienen forma de baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen forma elíptica y son de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café); contienen entre 20 y 40 semillas que están cubiertas de una pulpa mucilaginosa de color blanco, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco y/o violetas **(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.3.6. Semillas**

Las semillas una vez secas alcanzan pesos entre 0,8 y 1,5 gr cada una **(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.4. Propagación vegetativa**

Los trabajos de recolección de material seleccionado para establecer programas de mejoramiento, han sido las actividades precursoras de las estaciones experimentales para dar inicio a la investigación en cacao **(Paredes, 2005)**.

Parte de esos trabajos de investigación se relacionan con la propagación vegetativa o asexual de este cultivo. La reproducción asexual es aquella en que no participa la semilla, o sea en la que una parte vegetativa del fútbol (yema, brote o rama), es sometida a un tratamiento especial para que permita propagarla planta **(Paredes, 2005)**.

#### **2.1.4.1. Ventajas de la multiplicación vegetativa**

La propagación o multiplicación vegetativa ofrece dos ventajas:

- 1) Perpetúa los caracteres genéricos de las variedades en manto a su capacidad productiva, y a su resistencia a plagas o enfermedades.
- 2) Los caracteres del árbol madre pueden multiplicarse las veces que se desee, para obtener plantaciones uniformes.

Métodos de multiplicación vegetativa**(Paredes, 2005)**.

Se conocen varios métodos para reproducir cacao en forma asexual:

- A. Por estacas, ramillas o esquejes
- B. Por injertos
- C. Por acodos
- D. Por cultivo de tejidos vegetales (meristemos).
- E. Estacas, ramillas o esquejes

Los requisitos indispensables para que el cacao enraíce son:

- A. Suficiente área foliar
- B. Intensidad adecuada de luz
- C. Temperatura constante del aire, (27° y 20°C)
- D. Atmosfera saturada de humedad **(Paredes, 2005)**.

## **2.1.5. Exigencias en clima y suelo**

### **2.1.5.1. Exigencias en clima**

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales **(Zambrano L. , 2010)**.

### **2.1.5.2. Temperatura**

El cacao tuvo su origen en zonas tropicales, por esta razón la temperatura es un factor que tiene mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación. La temperatura media óptima para un buen desarrollo del cultivo fluctúa entre los 23 grados centígrados y 25 grados centígrados **(Torres, 2012)**.

Las bajas temperaturas en el cultivo de cacao inciden en la velocidad del crecimiento vegetativo, el desarrollo del fruto y el grado de intensidad de la floración; cuando la temperatura es menor a los 21 grados centígrados la floración es menor, pero cuando alcanza los 25 grados centígrados la floración es abundante. Así mismo las bajas temperaturas influyen en la actividad radicular, temperaturas menores a 15 grados centígrados la absorción de agua y nutrientes disminuyendo la producción **(Torres, 2012)**.

### **2.1.5.3. Agua**

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo **(Morales & Tangila, 2011)**.

#### **2.1.5.4. Viento**

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao **(Infoagro, 2012)**.

#### **2.1.5.5. Exigencias en suelo**

Los suelos más apropiados son los aluviales de textura franca, los arcillosos, arenosos y los de arena-arcillosas. Se ha observado una gran adaptabilidad a suelos en laderas con pendientes mayores a 25% con manejo de coberturas establecidos a curvas de nivel **(Zambrano M. , 2013)**.

El pH o reacción del suelo varía entre 4.5 y 8.5; siendo el óptimo entre 5.5 a 6.5 características favorables del suelo, para el cultivo de cacao son: no tenga rocas continuas ni formen terrenos muy duros, tener un buen drenaje o sean fáciles de drenar con la construcción de canales, no sean ni muy pesados o arcillosos ni demasiados arenosos sean profundos de 1.5m de profundidad ricos en materia orgánica y nutrientes minerales. Características desfavorables de los suelos, para cultivos de cacao: perfil muy superficial, nivel freático alta presencia de una capa dura, altas concentraciones de aluminio, erosión del suelo **(Zambrano M. , 2013)**.

#### **2.1.6. Razas de cacao**

Se distinguen dos razas de cacao:

##### **2.1.6.1. Forastero o cacao amargo**

Los forasteros se caracterizan por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, pequeños de color

morado y sabor amargo. Dentro de esta raza se destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta. La variedad Nacional originaria de Ecuador se caracteriza por ser un cacao fino y de gran aroma y también pertenece a este grupo **(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.6.2. Criollo, híbridos o cacao dulce**

Los Criollos (palabra que significa nativo pero de ascendencia extranjera), se originaron también en Sudamérica, pero fueron domesticados en México y Centro América y son conocidos también como híbridos de cacao dulce **(Arciniegas, 2005)**.

Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, de color blanco a violeta, que se 7 cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela. Poseen sabores dulces y agradables, donde los árboles son de porte bajo y menos robustos con relación a otras variedades. Sin embargo este grupo se caracteriza por su alta susceptibilidad a las principales enfermedades**(Arciniegas, 2005)**.

#### **2.1.6.3. Trinitario**

Los cacaos Trinitarios están conformados por híbridos que comprenden las mezclas entre el criollo y el forastero tipo amelonado, que aparentemente se mezclaron naturalmente en el Caribe, siendo los genotipos típicos de Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago. Este grupo aparentemente se originó cuando un genotipo criollo se cruzó naturalmente con un genotipo amelonado del Brasil. Por esta razón, estos materiales presentan características morfológicas y genéticas de ambas razas. Ocupan del 10 al 15% de la producción mundial. Presentan granos de tamaño mediano a grande y cotiledones de color castaño**(Arciniegas, 2005)**.

Este grupo es el resultado del cruzamiento natural entre los tipos Criollos y Forasteros los Trinitarios tienen características intermedias entre estos grupos,

y no se encuentran en estado silvestre, el primer cruce que fue encontrado en Trinidad dio arboles muy vigorosos, productivos y resistentes, estas características continuaron por unas pocas generaciones, pero en generaciones posteriores el vigor declino **(Solano, 2008)**

La diversidad del Trinitario fue estudiada por Motamayor et al (2000) mediante la utilización de marcadores moleculares y determinaron que la mayoría de los Trinitarios (p. ej. UF, ICS, UIT) son muy heterocigotos, lo cual coincide con el origen del híbrido; sin embargo, hay algunas otras poblaciones que muestran un alto grado de homocigocidad, debido posiblemente a un aislamiento geográfico **(Solano, 2008)**

### **2.1.7. Prácticas culturales**

#### **2.1.7.1. Preparación del suelo**

El establecimiento de una plantación de cacao, implica actividades de preparación del suelo tales como la tumba y pica de la vegetación existente, roza, balizado, pica, repica, alineado, hoyado, siembra de sombra provisional (Plátano / yuca), siembra de sombra definitiva (guabo, frutales, árboles maderables). Manejando un suelo con buena cobertura vegetal y capa arable, evitando erosiones y pérdidas de nutriente **(Morales & Tanguila , 2011)**.

#### **2.1.7.2. Eliminación de malas hierbas**

La incidencia de malezas ocasiona la reducción de la capacidad de nutrirse de una planta, transformándola en hospedero de agentes causantes de enfermedades y plagas. Su control se realiza mediante dos métodos: **(Morales & Tanguila , 2011)**.

- Mecánico (machete) práctica generalizada denominada chapia o roza manual, dejando la maleza distribuida en el suelo.

- Química con aplicación de herbicidas; una combinación de los dos métodos puede ser lo más conveniente **(Morales & Tanguila , 2011)**.

Durante los primeros tres años se necesita de repetidos controles de maleza sobretodo alrededor de la planta en corona y en los caminos, incorporando alrededor de la planta ayuda a mantener la humedad, retrasa el crecimiento de nuevas malezas, además su descomposición aporta abono orgánico**(Morales & Tanguila , 2011)**.

### **2.1.7.3. Poda**

Es una técnica que consiste en eliminar todos lo chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. Hay varios tipos de poda: **(Fernández, 2011)**.

#### **A. Poda de formación**

Se realiza de un mes a un año y medio o dos de edad de las plantas, sirve para dejar un solo tallo y que se forme un molinillo **(Fernández, 2011)**.

#### **B. Poda de mantenimiento**

Se realiza para mantener el árbol en buena forma, se eliminan chupones, ramas muertas o mal colocadas**(Fernández, 2011)**.

Desde los dos o tres años de edad los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao **(Infoagro, 2012)**.

### **C. Poda fitosanitaria**

Sirve para eliminar ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y débiles que se presenten muy juntas. Así como la eliminación de frutos secos, enfermos, o con síntomas de alguna enfermedad **(Fernández, 2011)**.

### **D. Poda de rehabilitación**

Se realiza en cacaotales viejos e improductivos que por descuido y falta de manejo han crecido demasiado **(Fernández, 2011)**.

Se realiza en huertos viejos e improductivos; se elimina abundante follaje y ramas o chupones basales en un porcentaje del 40% **(Morales & Tanguila , 2011)**.

### **E. Poda de sombra**

Se corta íntegramente el árbol a una altura de 0.40 m a 2 m, del suelo y se efectúa en aquellos árboles de edad avanzada **(Morales & Tanguila , 2011)**.

## **2.1.8. Propagación**

El cacao se propaga de dos maneras, sexual (por semillas) y asexual (injertos y clones por ramillas y acodos), los clones recomendados son: EET- 103 (Tenguel -25), EET-111-(ICS-95), LCTEEN-6, LCTEEN-27, LCTEEN-46 **(Morales & Tangila, 2011)**

### **2.1.8.1. Propagación sexual**

La propagación sexual a partir de semillas ha sido la principal forma de producción y comercialización de plántulas de cacao durante décadas,

permitiendo establecer plantaciones genéticamente viables y con caracteres de resistencia y adaptabilidad a las zonas productivas cacaoteras.

#### **2.1.8.2. Propagación asexual**

La propagación asexual se realiza mediante tres formas: injertos, clones por ramillas y acodo **(Morales & Tangila, 2011)**

#### **2.1.8.3. Injertos**

Consiste en unir una rama o una parte de ella (injerto) a un patrón reproducido por semilla o enraizado, para originar una nueva planta, las yemas se transforman en la copa, donde se originan las hojas, flores y frutos y el patrón da el anclaje de la planta. Una planta reproducida a través de injerto presenta características de resistencia a plagas y enfermedades, su producción es alta, su aroma y calidad son de tipo nacional y el tamaño de la planta es bajo y manejable **(Morales & Tangila, 2011)**

#### **2.1.8.4. Recolección**

Los árboles de cacao florecen dos veces al año, siendo el principal periodo de floración en junio y julio. En los meses de septiembre y octubre tiene lugar una segunda floración pero más pequeña. El periodo de maduración de los frutos oscila entre los cuatro y los seis meses, según la altura sobre el nivel del mar y de la temperatura **(Infoagro, 2012)**.

Así la primera cosecha se concentra en los meses de octubre, noviembre y diciembre, y la segunda durante marzo y abril **(Infoagro, 2012)**.

#### **2.1.8.5. Riego**

Al tratarse de zonas tropicales y con elevada pluviometría el aporte de agua procedente de la lluvia es suficiente para satisfacer las demandas hídricas del

cultivo. Como se ha explicado anteriormente, en zonas donde exista exceso de agua es preciso una evacuación adecuada de la misma para evitar el anegamiento del cultivo. En zonas de menor pluviometría se utilizarán los porcentajes de sombreo adecuados para evitar una pérdida excesiva de humedad en el suelo **(Infoagro, 2012)**.

### **2.1.9. Fertilización**

La fertilización del cultivo de cacao es una labor que tiende a mejorar o corregir las deficiencias nutricionales del suelo, para lograr un normal crecimiento y producción de las plantas y producir un cacao de calidad **(Bucaram, 2013)**.

Antes de realizar un plan de fertilización debe considerarse las coberturas de sombra, la densidad de plantas y el estado del suelo, el cual se comprueba con un análisis completo en laboratorio. Las aplicaciones de fertilizantes se deben realizar cuando existan humedad en los suelos, ya sea las presencias de lluvias (invierno) o por riego aplicando (verano) **(Bucaram, 2013)**.

**Fertilización química.-** Se realiza en base a compuestos químicos que aportan los nutrientes para las plantas (nitrógeno, fósforo y potasio), ya sea como fertilizantes simples (individuales) o compuestos combinados **(Bucaram, 2013)**.

**Fertilización orgánica.-** Se la realiza en base al aprovechamiento de los residuos animales y vegetales existentes en el campo, ayudan a nutrir la planta y mejorar la estructura del suelo, son de fácil preparación y manejo además como factor principal no contaminan el ambiente, pueden ser bioles, compost, purines, humus, etc **(Bucaram, 2013)**.

En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento **(Bucaram, 2013)**.

### **2.1.9.1. Preparación y requerimientos del terreno**

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreamiento al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreo hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas **(Bucaram, 2013)**.

Para el sombreo del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, topochos y cambures) para sombras temporales y de leguminosas como el poró o bucare (*Eritrina* sp.) y las guabas (Ingas) para sombras permanentes **(Bucaram, 2013)**.

En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreo que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel, cedro, cenízaro y terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.) **(Bucaram, 2013)**.

### **2.1.9.2. Fertilizante edáfico**

#### **A. Mecanismos de absorción y transporte en fertilización foliar**

La absorción foliar se realiza en tres pasos, después de disponer de los nutrientes en las hojas:

- (1) penetran la cutícula y las paredes epidérmicas por difusión.
- (2) son absorbidas por el plasmalema y entran al citoplasma.

- (3) pasan a través de la membrana plasmática y entran en el citoplasma **(Winowiecki, 2014)**.

## **B. Aplicaciones**

El interés de la fertilización foliar está relacionado con los siguientes aspectos principales: puede ser empleada en carácter complementario, del suministro de nutrientes vía suelo, es la manera más rápida de corregir deficiencia particularmente de micronutrientes como:

- magnesio
- cobre
- hierro
- boro
- manganeso
- calcio
- zinc

La aplicación a plantas con fertilizantes de uso foliar debe ser de 5 veces por semana **(Winowiecki, 2014)**.

### **2.1.9.3. Fertilizantes foliares**

Las propiedades que debe tener una sustancia para utilizarse como abono foliar es que sea muy soluble y no tenga efecto fitotóxico sobre las plantas. Los tipos de fertilizantes foliares se pueden agrupar en dos grandes categorías: sales minerales y complejos naturales orgánicos denominados quelatos. Estos últimos pueden ser naturales o sintéticos **(Winowiecki, 2014)**.

#### **A. Sales minerales**

Fueron las primeras en utilizarse y comprenden sulfatos, cloruros y nitratos. Los sulfatos son las fuentes más utilizadas debido a su alta solubilidad y por tener menor riesgo a que se produzcan quemaduras en el follaje. Además

estos suponen un aporte de azufre a la planta como nutriente. Los cloruros y nitratos se absorben más rápido a través de la cutícula foliar que los sulfatos, pero el riesgo de fitotoxicidad es más elevado y se utilizan a menor concentración **(Winowiecki, 2014)**.

En cuanto a la aportación del nitrógeno vía foliar, se hace con urea y nitrato amónico. La absorción vía cuticular de estos elementos es muy rápida y frecuentemente se utilizan como elementos de choque cuando la plantas está sufriendo algún tipo de estrés **(Winowiecki, 2014)**.

## **B. Quelato**

Los quelatos son compuestos orgánicos de origen natural o sintético que pueden combinarse con un catión metálico formando un complejo de forma que, el catión pierde su carácter metálico neutralizándose las cargas de este y permitiendo su absorción. La ventaja de los quelatos reside en su mayor velocidad de absorción lo que permite una mayor eficiencia en la aplicación y menores pérdidas por lavado. Los quelatos pueden ser formulados incorporando uno o varios nutrientes, incluyendo nutrientes como zinc, manganeso, cobre **(Winowiecki, 2014)**.

## **C. Quelatos Sintéticos**

El más común es el EDTA (ácido etilendiamino tetracíclico) por su estabilidad que impide el que el catión o elemento fertilizante se pierda. Otros son el DTPA Y EDDHA **(Winowiecki, 2014)**.

## **D. Quelatos orgánicos**

Son compuestos acomplejantes de grado más bajo que los anteriores obtenidos como, subproductos de procesos industriales como la obtención de pulpa de madera. Unos de los más usados son los ácidos húmicos y fúlvicos obtenidos de yacimientos de carbón y turberas. A parte de ser usados como

elementos quelatantes, su incorporación al suelo activa la flora microbiana a la vez que acomplajan los elementos nutritivos del suelo permitiendo y mejorando la absorción radicular **(Winowiecki, 2014)**.

#### **2.1.9.4. Factores que influyen en la Fertilización foliar**

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas **(Trinidad, 2000)**.

#### **2.1.9.5. Fertilizante ECO-CACAO**

Eco Cacao es un fertilizante edáfico, rico en nutrientes esencial para el cacao, de rápida asimilación logrando así un óptimo desarrollo. Al ser una mezcla física de alta calidad, con granulometría perfecta permite un fácil manejo y una aplicación uniforme **(La Colina, 2012)**.

Contiene elementos que el cacao en crecimiento y producción necesitan: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro y Silicio, asegurando una completa fertilización para el cacaotal en desarrollo, ayudando de tal manera en los procesos fisiológicos y metabólicos del cacao **(La Colina, 2012)**.

## 2.2. Investigaciones relacionadas

Según **(López, 2007)**, de acuerdo en su tesis de tema “Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrízicos arbusculares en plantaciones de theobroma cacao”, expone como resumen (Las prácticas agronómicas utilizadas en plantaciones de cacao, *Theobroma cacao* L., para incrementar la producción del cultivo, incluye fertilización inorgánica para cubrir los requerimientos nutricionales de la planta e incrementar la fertilidad química del suelo de (disponibilidad de macronutrientes), subestimando el componente biológico. Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, el nivel nutricional del cacao y la presencia de esporas de hongos micorrízicos, se estableció un experimento en campo en la finca "Los Torres", en Choroní, estado Aragua, entre las coordenadas 10° 20' 58" N y 67° 37' 36" O. Las dosis de nutrientes fueron en gramos por árbol: 45 de nitrógeno (N), y 0, 45, 90 y 135 g árbol<sup>-1</sup> de fósforo (P) y potasio (K), las cuales combinadas constituyeron 16 tratamientos, repetidos tres veces. En el segundo año de evaluación, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con fósforo ( $\alpha = 1\%$ ), aumentando la disponibilidad. Observándose interacción entre los niveles de P y K. La dosis de potasio de 45, 90 y 135 g planta<sup>-1</sup> favoreció la disponibilidad de fósforo en el suelo. Después del 1er año de evaluación, los niveles de P, Ca y Mg en planta se incrementaron significativamente. Mientras que el potasio aumentó el 2do año de evaluación. El fósforo disponible afectó significativamente el número de esporas de hongos micorrízicos en los sistemas de producción de cacao, el número de esporas disminuyó al incrementarse las dosis de P).

Según **(Uribe, 2012)**, de acuerdo a su tema realizado que se titula “Efecto de niveles de nitrógeno, fosforo y potasio sobre la producción de cacao en suelos del departamento de Santander”, manifiesta que: El estudio se realizó en el municipio de Landázuri (Santander), localizado a 900m.s.n.m, 3000 mm de

precipitación anual y temperatura de 24° C. El objetivo fue el de evaluar el efecto de tres niveles de nitrógeno (50-100-150 Kg N/ha), potasio (50, 100,200 Kg K<sub>2</sub>O/ha) y una de fósforo (90 Kg/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Se empleó un diseño de bloques al azar, con diez tratamientos y cuatro replicaciones. Después de cinco años de estudio, con la aplicación de 150-90-200 Kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O se obtuvo la mayor producción 1.159 kg/ha de cacao seco; con el tratamiento 100-90-200 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, se obtuvieron 1.049 kg/ha de cacao que superaron en 48% al testigo. El análisis de varianza combinado, por año, mostró a los años 2 y 5 como los de mayor rendimiento

Según **(Arciniegas, 2005)** Los genotipos estudiados fueron caracterizados usando 23 variables cuantitativas y siete variables cualitativas, obteniéndose los resultados indicados a continuación. Para las evaluaciones se usaron todos los frutos disponibles durante la realización del estudio. Algunos genotipos no contaron con la cantidad suficiente de frutos para la medición de los parámetros. A pesar de esto, dichos resultados también fueron considerados indicándose la cantidad de frutos que se utilizaron para determinar las variables respectivas.

Peso del fruto, este parámetro varió entre 1035,4 g (CATIE-R38) y 348,8 g (CATIE-R56) y presentó un promedio general de 574,1g. Algunos de los pesos más altos fueron obtenidos por genotipos que en común tienen a los clones UF-712, CC-137, ICS-95, Tree 81 y ARF37 como uno de sus padres. Los pesos más bajos a su vez, fueron obtenidos por materiales que presentan como padre o madre los clones EET-75 y/o UF-273. La distribución de frecuencias para esta variable indica que casi la mitad de los genotipos (43,0%) se encuentran en la clase dos, cuyos valores están entre 486,9 g y 624,0 g. Aunque no se contabilizó adecuadamente, se observó una fuerte tendencia a que los frutos en los troncos presentan más peso que los obtenidos en las ramas.

La longitud del fruto varió entre 24,8 cm (CATIE-R68) y 12,6 cm (CATIE-R56), con un promedio de 17,3 cm. Los genotipos con los frutos más largos poseen

en varios casos a los clones UF-712, SCA-6, ARF37 e ICS-95 como progenitores, por el contrario, los frutos más cortos frecuentemente tienen a los clones EET-75 y UF-273 como uno de sus padres. Para esta variable la distribución de la frecuencia evidenció que de los 92 genotipos evaluados, la mayoría (43,0%) está representado por la clase dos que registró valores que oscilan entre 15,0 cm y 17,5 cm.

Diámetro del fruto este carácter registró datos entre 15,8 cm (ICS-95 x Catie 1000 A-20) y 7,6 cm (CATIE-R23) y presentó un promedio de 9,3 cm. Los mayores valores están representados generalmente por padres como el UF-712, SCA-6 y ICS-95; mientras que los valores inferiores a 8,5 cm presentan progenitores como el EET-75 y UF-273. Espesor del caballete del fruto, este parámetro varió entre 2,2 cm para los genotipos (UF-712 y CATIE-R14) a 1,1 cm (CATIE-R61) y registró un promedio de 1,7 cm. Relación Largo/Ancho del fruto, esta variable tuvo una variación de 1,3 cm (Catongo) y 2,9 cm (CATIE-R68), registró un promedio de 1,9 cm para todos los materiales evaluados.

Número de semillas por fruto, este parámetro varió entre 51 (CATIE-R85) y 24 (CATIE-R23), registró un promedio de 35 semillas por fruto. Peso Húmedo de las semillas, esta variable presentó un promedio de 123,5 g el cual varió entre 255,0 g (CATIE-R68) y 35,8 g (CATIE-R78). Índice de semilla o grano Esta variable presentó una variación entre 2,3 g (CATIE-R57) a 0,6 g (CC-252 x UF-273 Á7), con un promedio de 1,2 g. En la mayoría de los casos los genotipos que registran un índice de semilla superior a 1,8 g tienen como progenitores al CC-124, CCN-51 y CC-137, caso contrario de los que presentan un índice inferior a 1,0 g.

Índice de fruto o mazorca El índice de fruto varió entre 53 (CC-252 x UF-273 Á7) y 11 (CATIE-R57) frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado, con un promedio de 24,5. La distribución de frecuencias para esta variable permitió apreciar que de los 92 genotipos evaluados el 51,1% presenta un índice de mazorca que oscila entre 18 y 25 frutos.

Según (**Sarango, 2009**), la investigación de campo se realizó en la parroquia San Jacinto del Búa, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, a 37km de la cabecera provincial, entrando por el Km 8 Vía a Chone (Margen derecho), a 260msmm, posee una temperatura de 23 a 27° C. La tesis se titula “Efecto De Tres Niveles De Fertilización Química En El Cultivo De Cacao *Theobroma cacao* L, Variedad Ramilla CCN51, Parroquia San Jacinto Del Búa –Cantón Santo Domingo”, los objetivos fueron: Evaluar la rentabilidad de 3 niveles de fertilización química en el cultivo de cacao, variedad, ramilla CCN51, en la parroquia San Jacinto del Búa –Cantón Santo Domingo. Difundir los resultados y estimular a los agricultores a cultivar cacao. En este trabajo experimental se utilizó 360 plantas de cacao de 5 años de edad, distribuidos en 4 tratamientos con tres repeticiones, las aplicaciones de los tratamientos fue la siguiente:

Tratamiento 1. Se aplicó a las plantas de cacao el 75% de la fertilización recomendada por el análisis de suelo, con el fin de establecer qué resultados se obtienen al usar menor cantidad de abono que el recomendado.

Tratamiento 2. Se le aplicó el 100% de la fertilización según lo recomendado por el resultado del análisis de suelo.

Tratamiento 3. Se aplicó el 1,25% de la fertilización recomendada por el análisis de suelo.

Testigo (T0). No se aplicó fertilizante.

Los resultados obtenidos en cuanto a floración fueron: El tratamiento 3 presento el mayor porcentaje 111%, seguido del tratamiento 2 con el 110,55%, el tratamiento 1 con 107,94% y el testigo con el 100%. Para obtener estos porcentajes se tomó al testigo como el 100%, debido a que no se le aplicó fertilizantes estos datos indican que la fertilización si influyo en la floración el tratamiento 3 recibió mayor fertilización y floreció más que el tratamiento 1 y 2 y específicamente que el testigo que no se fertilizó.

El tratamiento 3 registró la mayor cantidad de frutos sanos con 967, seguido del tratamiento 1, con 836 mazorcas, el tratamiento 2 con 791, y quedó en último lugar el testigo con 744 mazorcas. Esto se debe seguramente a que la fertilización aplicada al cultivo de cacao si genero resultados positivos en los resultados, pues hay una diferencia substancial de mazorcas entre el tratamiento T3 con los demás tratamientos T1 y T2, pero de manera especial con el tratamiento To que no recibió ningún fertilizante.

También se observó que el tratamiento 1, dio como resultado la menor cantidad de mazorcas dañadas (108), seguido del tratamiento 2 con (109), mazorcas dañadas, el tratamiento 3 con (213), y el testigo con (143) mazorcas dañadas. La causa de estos resultados se estima que obedecen principalmente a la incidencia de monilla en las plantas del tratamiento T3.

La mayor producción de cacao fresco se presentó en el tratamiento 2, con 560,2kg, seguido del tratamiento 1, con 541,2kg, en tanto que el tratamiento 3 dio 536,5kg, y el testigo quedo al final con 507,5kg. Estos datos nos demuestran que la fertilización en este caso aumentó la producción de cacao fresco.

El peso promedio de las almendras de una mazorca fue 250 gramos, el diámetro promedio 31,5 cm y el largo promedio de 25,5 cm en los cuatro tratamientos, estos resultados se deben seguramente a que los cuatro tratamientos tienen la misma variedad de cacao y están sometidos a las mismas condiciones climáticas.

La mayor producción de cacao seco se registró en el tratamiento 2, con 189,55kg, seguido del tratamiento 1 con 186,76kg, mientras que el tratamiento 3 logró 184,35kg, y el testigo se ubicó al final con 176,37kg. Lo que significó una producción aproximada por hectárea de: Tratamiento 1 (1.693,29kg), tratamiento2 (1.718,58kg), tratamiento 3 (1.671,44kg), Testigo (To) 1.599,08kg.

Concluyendo que el testigo (T0) generó mayor rentabilidad que el tratamiento 2 que obtuvo mayor producción, pero en cambio sus costos de producción fueron más elevados por el uso de fertilizantes.

En esta investigación se obtuvo como conclusión que el uso de fertilizantes aumentan los costos de producción, a pesar de esto se recomienda fertilizar para devolverle al suelo los nutrientes que han sido absorbidos por el cultivo. Realizar un análisis de suelo previo a una fertilización y constatar que el suelo este húmedo. Realizar la sanidad frecuente del cultivo con la recolección de frutos infectados con monilla y mazorca negra.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Materiales y métodos

#### 3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó, en el recinto El Laurel localizado a 17 Km de la parroquia Chumunde, Cantón Rio Verde provincia de Esmeralda, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud: N 0° 50' / N 1° 0' y Longitud: W 79° 45' / W 79° 30'. Tuvo una duración de 6 meses.

#### 3.1.2. Condiciones meteorológicas

**Cuadro 1.** Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

Parámetro	Anual
Temperatura ° C	27
Humedad relativa %	80 a 88
Precipitación anual mm	1200
Latitud	S1°52' 48"
Longitud	W 80° 06' 12.4"
Altitud m.s.n.m	15

Fuente: (Departamento Agro meteorológico del INIAP (la concordia), 2014).

#### 3.1.3. Materiales y equipos

Como material principal utilizado en el presente trabajo de investigación fue una plantación establecida de cacao de 5 años en producción variedad CCN51, posterior el uso de tres dosis de ECO-CACAO, como fertilizante.

**Cuadro 2.** Materiales y equipos utilizados para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Bomba de mochila	1
Bomba de Motor	1
<b>Materiales</b>	
Baldes	2
Machete	2
Tanque	1
Material agronómico plantación de cacao de 5 años en producción variedad CCN51	(240 plantas)
<b>Reactivos</b>	
Fertilizante Eco cacao	180, 270 y 360 kilos/ha
<b>Otros</b>	
Libro de Campo	1
Computadora	1
Papel (resma)	2
Cámara fotográfica	1

### **3.2. Tratamientos**

Se emplearon tres concentraciones de biorestaurador (Eco-cacao) los que se detallan a continuación el (Cuadro 3).

**Cuadro3.** Tratamientos para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosificaciones</b>
<b>T1</b>	Testigo 00.
<b>T2</b>	140. Kilos. Eco-cacao
<b>T3</b>	160. Kilos. Eco-cacao
<b>T4</b>	180 Kilos. Eco-cacao

### **3.3. Variables evaluadas**

Para evaluar las variables se esperó hasta la próxima cosecha.

#### **3.3.1. Número de mazorcas por plantas**

Por cada tratamiento se establecieron 60 plantas en total, de las cuales se dividieron en 15 plantas por repetición, posteriormente al momento de la recolección se fueron contabilizando cuantas mazorcas existieron por cada planta y anotando en la libreta de campo.

#### **3.3.2. Diámetro de la mazorca**

De las mazorcas recolectadas por cada planta se prosiguió a medir el diámetro de cada una con la ayuda de una cinta métrica, se realizaron en total dos cosechas

#### **3.3.3. Longitud de la mazorca**

Se midió la longitud de cada mazorca perteneciente a cada tratamiento con la ayuda de una cinta métrica en las dos cosechas.

#### **3.3.4. Peso de la mazorca**

Para obtener el peso de cada mazorca se utilizó una balanza de kilos, posterior a las cosecha, de cada repetición y de cada tratamiento, luego se anotaron los datos en la libreta de campo

#### **3.3.5. Número de granos por mazorca**

Se obtuvo después de la cosecha recolectando cada mazorca de cada planta por repetición y tratamiento.

### **3.3.6. Peso del grano**

Después de haber contado la cantidad de granos existentes en cada mazorca se procedió a pesar cada grano con la ayuda de una balanza gramera.

### **3.3.7. Rendimiento por parcela**

En base a la cantidad de plantas por cada parcela y al peso de cada mazorca por planta se obtuvo el rendimiento existe.

### **3.3.8. Rendimiento por ha**

Con la ayuda de datos estadísticos se analizó la cantidad que se obtendría en una hectárea.

## **3.4. Diseño experimental**

Para desarrollar el trabajo investigativo, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Para la determinación de la medias se recurrió al uso de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey al 95% de probabilidad.

### **3.4.1. Delineamiento experimental**

Como se presenta, en el cuadro 4, se utilizaron 240 plantas en la investigación, divididas en cuatro tratamientos y cuatro repeticiones de las cuales se constituyó 16 unidades experimentales en el (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Delineamiento experimental para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

Número de tratamientos	<b>4</b>
Número de repeticiones	4
Plantas a evaluar	240
Distancia entre plantas	3 x3
Total de parcela m <sup>2</sup>	180
Área total de la UE m <sup>2</sup>	720
Plantas a evaluar por UE	60

### 3.4.2. Esquema del análisis de varianza

El análisis de varianza de los tratamientos en estudio, se los observa en el cuadro 5 posterior.

**Cuadro 5.** Esquema del análisis de varianza para evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$(t - 1)$	3
Repeticiones	$(t - 1)$	3
Error	$(t-1)(r-1)$	9
<b>TOTAL</b>	$T \times R - 1$	15

## 3.5. Manejo del experimento

### 3.5.1. Evaluación del estado agronómico de las huertas seleccionadas para el estudio

Se estableció el lugar donde se realizó el ensayo que fue el Cantón Rio Verde, Parroquia Chumundé, para la cual se realizó una observación directa al área

elegida. Constó de una plantación ya establecida de cacao CCN51 con 5 años de edad.

### **3.5.2. Selección de plantas**

Se realizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar a las plantas establecidas y elegidas en el ensayo, consecutivamente se registró cada tratamiento con su respectiva repetición.

### **3.5.3. Aplicación de fertilizante Eco-Cacao**

Después de proceder con la identificación se aplicó las dosis correspondientes en donde se la estableció de la siguiente manera:

El T1 siendo el Testigo no se aplicó Eco-cacao, el T2 se aplicó 140 kilos de biorestaurador Eco-cacao, T3 se colocó 160 kilos de biorestaurador Eco-cacao, mientras que al T4 se estableció 180 kilos de biorestaurador Eco-cacao.

### **3.5.4. Control de malezas**

Luego de la aplicación de biorestaurador Eco-Cacao se procedió a realizar las podas necesarias con la finalidad de evitar no solamente la competencia por nutrientes, sino también de agua, espacio y luz. En esta labor se empleó el machete que nos permitió el corte de malezas al ras del suelo sin dañar las raíces de los cacaotales ya que estas se encontraron demasiado superficiales.

### **3.5.5. Poda de mantenimiento**

La poda se la realizó tomando en consideración criterios fisiológicos y fitosanitario de la planta, la cual fue una poda durante el periodo de trabajo.

### **3.5.6. Control de plagas**

Estas prácticas agronómicas estuvieron referidas al adecuado y oportuno control de malezas, abonamiento, regulación de sombra, drenajes de zonas

con exceso de humedad y poda de mantenimiento oportuna, eliminándose los frutos que presentaron síntomas de enfermedades, además de podar y quemar ramas que estuvieron infectadas.

También se aplicaron las podas sanitarias, para mantener las plantaciones libre de enfermedades para luego inspeccionar cada 15 días.

### **3.6. Análisis económico**

Para efectuar el análisis económico de esta investigación en sus respectivos tratamientos, se utilizó la relación beneficio/costo, para lo cual se consideró:

#### **3.6.1. Ingreso bruto por tratamiento**

Este rubro se obtuvo por los valores totales en la etapa de investigación para lo cual se planteó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y \times PY}$$

**IB**= ingreso bruto

**Y**= producto

**PY**= precio del producción

#### **3.6.2. Costos totales por tratamiento**

Se estableció mediante la suma de los costos fijos y variables, se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

**CT** = Costos totales

**CF** = Costos fijos

**CV** = Costos variables

### **3.6.3. Beneficio neto (BN)**

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

**BN** = beneficio neto

**IB** = ingreso bruto

**CT** = costos totales

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados y Discusión

### 4.1.1. Número de mazorcas

En la primera cosecha se observó que el tratamiento T4 (180Kilos. Eco-cacao) brindo resultados de 6,50 mazorcas por planta, mientras que el tratamiento T1 (Testigo 00.) estableció 6,15 mazorcas por planta.

Para la segunda cosecha el T1 (Testigo 00.) presentó 18, 25 mazorcas por planta a diferencia del T2 (140. Kilos. Eco-cacao) con 10,05 mazorcas, tal como se muestra en el (Cuadro 6). La prueba de Tuckey al 5 % de probabilidad demuestra significancia en la segunda cosecha.

Según la investigación realizada por **Sarango (2009)**, establece que la cantidad de mazorcas obtenidas fueron de 10,84 frutos por planta con el 75% de fertilización, es decir valores menores a los obtenidos en la presente investigación (18, 25). Con relación a los datos obtenidos en la presente investigación se rechaza la hipótesis denominada “Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao. (*Theobroma Cacao L.*)”, ya que el mejor resultado se presentó sin el uso de Eco-Cacao en el (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Número de mazorcas determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas

Tratamientos	1 cosecha	2 cosecha
T1: Testigo 00.	6,15 a	18,25 a
T2:140. Kilos. Eco-cacao ha	6,20 a	10,05 ab
T3:160. Kilos. Eco-cacao ha	6,23 a	11,15 c
T4:18Kilos. Eco-cacao ha	6,50 a	14,50 c
CV %	7,31	5,05

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.2. Diámetro de mazorcas (gr)

Tal como se muestra en el cuadro 7, de acuerdo al diámetro de mazorcas en la primera cosecha, el tratamiento T4 (180Kilos. Eco-cacao) estableció 9,20 cm, a diferencia del T1 (Testigo 00.) con 8,95 cm por mazorca. Para la segunda cosecha el diámetro de las mazorcas del T4 (180Kilos. Eco-cacao) midieron 13,70 cm, mientras que el T1 (Testigo 00.) demostró 9,15 cm.

La prueba de Tuckey al 5 % de probabilidad demuestra significancia en la segunda cosecha. Según los datos establecidos por **Arciniegas (2005)**, manifiesta que obtuvo un promedio de 15,8 cm referente al diámetro de mazorcas, mientras que en la presente investigación se observaron datos similares de 13,70 cm.

Con relación a los datos obtenidos en la presente investigación se acepta la hipótesis denominada “Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao. (*Theobroma Cacao L.*)”, ya que el mejor resultado se presentó con el uso de Eco-Cacao en dosis de 180 kilos en el (Cuadro 7).

**Cuadro 7** Diámetro de mazorcas (gr) determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas

Tratamientos	1 cosecha	2 cosecha
T1: Testigo 00.	8,95 a	9,15 a
T2:140. Kilos. Eco-cacao	9,00 a	11,08 b
T3:160. Kilos. Eco-cacao	9,05 a	11,45 b
T4:180Kilos. Eco-cacao	9,20 a	13,70 c
CV %	1,81	2,40

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### 4.1.3. Longitud de mazorcas (gr)

De acuerdo a la longitud de mazorcas en la primera cosecha, el tratamiento con mejores resultados fue el T4 (180Kilos. Eco-cacao) con 20,70 cm, a diferencia del T3 (160. Kilos. Eco-cacao), con 20,23 cm de longitud por mazorca, mientras que la segunda cosecha el T4 (180Kilos. Eco-cacao) cada mazorca midió 24,50 cm de longitud y el T1 (Testigo 00.) con 20,60 cm de longitud tal como se muestra en el cuadro 8. La prueba de Tuckey al 5 % de probabilidad demuestra significancia en la segunda cosecha.

De acuerdo a **Arciniegas (2005)**, establece que en su investigación obtuvo una longitud de mazorca de 24,8 cm, mientras que en la presente investigación se obtuvo datos similares de 24,50 cm de longitud.

Con relación a los datos obtenidos en la presente investigación se acepta la hipótesis denominada “Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao. (*Theobroma Cacao L.*)”, ya que el mejor resultado se presentó con el uso de Eco-Cacao, en dosis de 180 kilos.

**Cuadro 8.** Longitud de mazorcas (cm) determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas

Tratamientos	1 cosecha	2 cosecha
T1: Testigo 00.	20,45 b	20,60 a
T2: 140. Kilos. Eco-cacao	20,30 ab	23,23 b
T3: 160. Kilos. Eco-cacao	20,23 ab	24,10 bc
T4: 180Kilos. Eco-cacao	20,70 b	24,50 c
CV %	1,16	1,28

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.4. Número de granos

De acuerdo al cuadro 9, el número de granos en la primera cosecha fue de 42,10 granos por mazorca en el T4 (180 Kilos. Eco-cacao), a diferencia del T2 (140. Kilos. Eco-cacao) con 41,40 granos por mazorca, mientras que en la segunda cosecha el T4 (180 Kilos. Eco-cacao) manifestó 47,30 granos por mazorca y el T1 (Testigo 00.) brindó resultados de 41,83 granos por mazorca.

La prueba de Tuckey al 5 % de probabilidad demuestra significancia en la segunda cosecha. De acuerdo a **Arciniegas (2005)**, en su investigación establece que obtuvo 51 semillas por fruto, mientras que en la presente investigación se presentaron 47,30 semillas por fruto, valores que demuestra ser similares.

Con relación a los datos obtenidos en la presente investigación se acepta la hipótesis denominada "Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao. (*Theobroma Cacao L.*)", ya que el mejor resultado se presentó con el uso de Eco-Cacao, en dosis de 180 kilos.

**Cuadro 9.** Número de granos determinadas en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas

Tratamientos	1 cosecha	2 cosecha
T1: Testigo 00.	41,75 a	41,83 a
T2: 140. Kilos. Eco-cacao	41,40 a	44,18 ab
T3: 270. Kilos. Eco-cacao	41,88 a	44,88 ab
T4: 360 Kilos. Eco-cacao	42,10 a	47,30 bc
CV %	1,67	1,63

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.5. Peso de la mazorca (gr)

Tal como se muestra en el cuadro 10, con relación al peso de la mazorca en la primera cosecha, se observa que el tratamiento con mejores resultados fue el T2 (140. Kilos. Eco-cacao) y T3 (160. Kilos. Eco-cacao) con 0,53 kg por mazorca, a diferencia del T1 (Testigo 00.) y T4 (180Kilos. Eco-cacao) que fueron los tratamientos con valores minoritarios de 0,52 kg por mazorca.

Referente a la segunda cosecha se observó que el T4 (180Kilos. Eco-cacao) estableció 1,29 kg por mazorca mientras que el T1 (Testigo 00.) brindó resultados negativos de 0,54 kg por mazorca. La prueba de Tuckey al 5 % de probabilidad demuestra significancia en la segunda cosecha.

De acuerdo a **Arciniegas (2005)**, en su investigación el peso del fruto fue de 2,27 kg, mientras que a **Uribe 2(012)** sus resultados fueron de 1.159 kg, datos similares a los obtenidos en la presente investigación con un valor de 1,29 kg.

Con relación a los datos obtenidos se acepta la hipótesis denominada "Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 180 kilos influirá de manera favorable en la producción de cacao. (*Theobroma Cacao L.*)", ya que el mejor peso de mazorca se presentó con el uso de Eco-Cacao, en dosis de 180 kilos.

**Cuadro 10.** Peso de la mazorca (kg), determinada en el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas

Tratamientos	1 cosecha	2 cosecha
T1: Testigo 00.	0,52 a	0,54 a
T2: 140. Kilos. Eco-cacao	0,53 ab	0,89 b
T3: 160Kilos. Eco-cacao	0,53 a	0,99 b
T4: 180Kilos. Eco-cacao	0,52 a	1,29 c
CV %	2,18	5,27

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### **4.1.6. Costos de producción y análisis económico**

Mediante el análisis económico realizado a través del indicador beneficio/costo y tomando en consideración todos los gastos, se determinó que la mayor rentabilidad en la producción de cacao se consiguió cuando se utilizó 180 Kilos. Eco-cacao, estableciendo que por cada dólar invertido se obtuvo de ganancia \$ 0,28 (Cuadro 11).

De acuerdo a los datos establecidos por **Sarango (2009)**, en su investigación establece que la mayor producción de cacao se registró con el tratamiento 2, con 189,55kg, mientras que en la presente investigación se estableció 136,07 kg, datos similares alcanzados por parcela, a diferencia de las cantidades por hectárea que fueron de 1.693,29kg con el testigo según **Sarango (2009)**, y los obtenidos fueron de 9449,30, con el T4, datos menores.

Se rechaza la hipótesis denominada "Con la aplicación del fertilizante (ECO-CACAO) en dosis de 140 kilos bajara el costo en la producción de cacao. (*Theobroma cacao* L.), ya que al contrario se establecieron mayores gastos.

**Cuadro 11.** Costos de producción y análisis para determinar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizantes Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.

<b>Detalle</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Materiales de campo</b>				
Gigantografía del proyecto	2,50	2,50	2,50	2,50
Tableros de identificación	5,31	5,31	5,31	5,31
Baldes	1,25	1,25	1,25	1,25
Estacas	6,00	6,00	6,00	6,00
Rastrillo	2,00	2,00	2,00	2,00
Cinta métrica	0,87	0,87	0,87	0,87
Machete	1,25	1,25	1,25	1,25
Bomba de mochila	6,25	6,25	6,25	6,25
Balanza	3,75	3,75	3,75	3,75
<b>Material evaluado</b>				
plantación de cacao de 5 años en producción variedad CCN51	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Reactivo</b>				
Eco- cacao	0,00	7,00	16,00	22,00
<b>Materiales de oficina</b>				
Lápiz	0,12	0,12	0,12	0,12
Cd regrabable	1,81	1,81	1,81	1,81
Esferográficos	0,18	0,18	0,18	0,18
Internet(horas)	6,00	6,00	6,00	6,00
Memory flash	2,00	2,00	2,00	2,00
Borrador	0,06	0,06	0,06	0,06
Hojas A4 resma	0,95	0,95	0,95	0,95
Cartuchos de tinta impresora	7,00	7,00	7,00	7,00
Cuadernos	0,15	0,15	0,15	0,15
Impresión de tesis/2	14,50	14,50	14,50	14,50
Fotocopiados/7	2,62	2,62	2,62	2,62
<b>Transporte</b>	12,50	12,50	12,50	12,50
Jornales	24,00	24,00	24,00	24,00
Alimentación	12,50	12,50	12,50	12,50
Material de cosechas	0,50	0,50	0,50	0,50
Total por parcela	114,07	121,07	130,07	136,07
Total por ha	7921,52	8407,63	9032,63	9449,30
Producción	1796,11	1602,43	1834,56	2639,58
Precio de venta	1,00	1,00	1,00	1,00
Total ingresos	1796,11	1602,43	1834,56	2639,58
Utilidades	-6125,41	-6805,20	-7198,07	-6809,72
Relación B/C	0,23	0,19	0,20	0,28

Fuente: Diógenes Quiñonez

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. Conclusiones**

El T1 (Testigo 00.) fue el tratamiento con resultados superiores, es decir se observó 18, 25 mazorcas a diferencia del T2 (180. Kilos. Eco-cacao) con 10,05 mazorcas.

El tratamiento con el mejor diámetro, longitud, granos de mazorca, peso de mazorca, fue el T4 (360 Kilos. Eco-cacao ha) con 13, 70 cm, 24,50 cm, 47,30 granos por mazorca, 1,29 kg por mazorca respectivamente, mientras que el menor valor se presentó con el T1 (Testigo 00.) con 9,15 cm, 20,60 cm, 41,83 granos y 0,54 kg por mazorca, respectivamente, para la segunda cosecha.

El tratamiento con mejores resultados de acuerdo a la relación Beneficio/Costo fue el T4 (180 Kilos), estableciendo que por cada dólar invertido se obtuvo de ganancia \$ 0,28.

## **5.2. Recomendaciones**

Con relación y en función de las conclusiones obtenidas en la presente investigación se establecen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar fertilizante Eco-Cacao con dosis de 180. Kilos/ha, ya que el presenta el mejor diámetro, longitud, granos de mazorca, peso de mazorca, siendo variables relevante en una plantación de cacao.
- Realizar nuevas investigaciones con diferentes dosis de Eco-Cacao, ya que es un producto nuevo en el mercado.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura citada

- Arciniegas, A. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del catie*. Costa Rica: Catie.
- Attanaci, A. (2007). *Chocolate: Origen e historia* . Recuperado el 14 de 04 de 2015, de <http://www.monografías.com/trabajos7/choco/choco.shtml>
- Bucaram, M. (2013). Fertilización del cultivo de cacao. *Revista Manual Agropecuario*.
- Departamento Agro meteorológico del INIAP (la concordia). (2014). Ecuador.
- El Agro. (2012). Recuperado el 14 de Abril de 2015, de <http://www.revistaelagro.com/2013/03/20/el-cacao-en-la-economia-del-ecuador/>
- Fernández, M. (2011). *Determinación de la adopción de genotipos de cacao y sus componentes tecnológicos generados por INIAP, en zonas cacaoteras representativas de Manabí*. Ecuador .
- Infoagro. (2012). El cultivo de cacao. Hervaceos, industriales. *Infoagro*.
- La Colina. (2012). Recuperado el 14 de Abril de 2015, de <http://lacolinaltda.jimdo.com/agr%C3%ADcola/fertilizantes/eco-cacao/>
- López, M. (2007). Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrícicos arburculares en plantaciones de theobroma cacao. . Ecuador .

Morales & Tangila. (2011). *Investigación participativa para el manejo y control manual de monilia (Monilia Roreri), y escoba de bruja (Crinipellis Perniciosa), en cacao fino de aroma (Theobroma Cacao), en producción en dos comunidades del Cantón Archidona, Provincia del Napo. Ecuador.*

Morales & Tanguila . (2011). *Investigación participativa para el manejo y control manual de monilia (Monilia Roreri), y escoba de bruja (Crinipellis Perniciosa), en cacao fino de aroma (Theobroma Cacao), en producción en dos comunidades del Cantón Archidona, Provincia del Napo. Ecuador - Latacunga .*

Paredes, A. (2005). *El cultivo del cacao*. Costa Rica: Euned.

Quintero, M. (2005). *Agroalimentaria. El mercado mundial del cacao*. España.

Sarango, C. (2009). *Efecto De Tres Niveles De Fertilización Química En El Cultivo De Cacao Theobroma cacao L, Variedad Ramilla CCN51, Parroquia San Jacinto Del Búa –Cantón Santo Domingo. Ecuador .*

Solano, W. (2008). *Embriogénesis somática en clones superiores de cacao (Theobroma Cacao L.) obtenidos en el programa de mejoramiento genético del CATIE. Costa Rica .*

Torres, L. (2012). *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Ecuador .*

Trinidad, A. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el Rendimiento de los cultivos. México.*

Uribe, A. (2012). *Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelos del departamento de santander. . Ecuador .*

Winowiecki. (2014). Fertilización Foliar.

Zambrano, A. (2011). *Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao (Theobroma cacao L.)*. . Ecuador : Epigraf.

Zambrano, L. (2010). *Establecimiento, manejo y capacitación en vivero de cacao (Theobroma cacao L) utilizando dos tipos de injertos en la comunidad de naranjal ii del Cantón Quininde Provincia de Esmeraldas. Ecuador .*

Zambrano, M. (2013). *Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (Theobroma Cacao) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador.*

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## 7.1. Anexos

**Anexo 1. Número de mazorcas del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 1.** Análisis de la Varianza (SC Tipo III) CV

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,48	6	0,08	0,40	0,8626
Tratamiento	0,48	6	0,08	0,40	0,8626
Error	1,82	9	0,20		
Total	2,30	15			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,75092**

Tratamiento	Medias	n	
Testigo 00.	6,15	4	A
140. Kilos. Eco-cacao..	6,20	4	A
160. Kilos. Eco-cacao..	6,23	1	A
180 Kilos. Eco-cacao ..	6,50	1	A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

**Anexo 2. Diámetro de la mazorca del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 2.** Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,20	6	0,03	1,23	0,3725
Tratamiento	0,20	6	0,03	1,23	0,3725
Error	0,24	9	0,03		
Total	0,44	15			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,63626**

Error: 0,0267 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	
140. Kilos. Eco-cacao..	9,00	4	A
160. Kilos. Eco-cacao..	9,05	1	A
180 Kilos. Eco-cacao ..	9,20	1	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 3. Longitud de mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 3.** Análisis de la Varianza (SC Tipo IV)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,01	6	0,17	3,05	0,0649
Tratamiento	1,01	6	0,17	3,05	0,0649
Error	0,50	9	0,06		
Total	1,51	15			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,91606**

Error: 0,0553 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	
160. Kilos. Eco-cacao..	20,23	1	A B
140. Kilos. Eco-cacao..	20,30	4	A B
Testigo 00.	20,45	4	B
180 Kilos. Eco-cacao ..	20,60	1	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 4. Número de granos de la mazorca para efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 4.** Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1,98	6	0,33	0,68	0,6697
Tratamiento	1,98	6	0,33	0,68	0,6697
Error	4,36	9	0,48		
Total	6,34	15			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,71111**

Error: 0,4842 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	
140. Kilos. Eco-cacao..	41,40	4	A
Testigo 00.	41,75	4	A
160. Kilos. Eco-cacao..	41,88	1	A
180 Kilos. Eco-cacao ..	42,10	1	A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

**Anexo 5. Peso de kilo de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 5.** Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,8E-03	6	4,6E-04	3,51	0,0451
Tratamiento	2,8E-03	6	4,6E-04	3,51	0,0451
Error	1,2E-03	9	1,3E-04		
Total	3,9E-03	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04952**

*Error: 0,0001 gl: 9*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo 00.	0,52	4	0,01	A
180 Kilos. Eco-cacao	0,52	1	0,01	A
160. Kilos. Eco-cacao	0,53	4	0,01	A
140. Kilos. Eco-cacao	0,53	4	0,01	A B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Anexo 6. Número de mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 6** Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	108,09	6	18,02	64,15	<0,0001
Tratamiento	108,09	6	18,02	64,15	<0,0001
Error	2,53	9	0,28		
Total	110,62	15			

**Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,06478**

Error: 0,2808 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	
Testigo 00.	6,78	4	A
140 Kilos. Eco-cacao..	10,05	4	B
160. Kilos. Eco-cacao..	11,15	1	B
180 Kilos. Eco-cacao ..	14,50	1	C

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 7. Diámetro de mazorcas del efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 7. Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	31,73	6	5,29	73,51	<0,0001
Tratamiento	31,73	6	5,29	73,51	<0,0001
Error	0,65	9	0,07		
Total	32,38	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,04508

Error: 0,0719 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	
Testigo 00.	9,15	4	A
140. Kilos. Eco-cacao..	11,08	4	B
160. Kilos. Eco-cacao..	11,45	1	B
180 Kilos. Eco-cacao ..	13,70	1	C

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

**Anexo 8. Longitud de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 8. Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	34,67	6	5,78	66,03	<0,0001
Tratamiento	34,67	6	5,78	66,03	<0,0001
Error	0,79	9	0,09		
Total	35,45	15			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,15253

Error: 0,0875 gl: 9

Tratamiento	Medias	n			
Testigo 00.	20,60	4	A		
140. Kilos. Eco-cacao..	23,23	4		B	
160. Kilos. Eco-cacao..	24,10	1		B	C D
180 Kilos. Eco-cacao ..	24,50	1			C D

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

**Anexo 9. Numero de granos para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 9.** Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68,54	6	11,42	21,68	0,0001
Tratamiento	68,54	6	11,42	21,68	0,0001
Error	4,74	9	0,53		
Total	73,28	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,13598**

*Error: 0,5269 gl: 9*

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Testigo 00.	41,83	4	0,36	A		
140. Kilos. Eco-cacao	44,18	4	0,36	A	B	
160. Kilos. Eco-cacao	44,88	4	0,36	A	B	C
180 Kilos. Eco-cacao	47,30	1	0,73	B	C	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Anexo 10. Peso del kilo de la mazorca para el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante ECO-CACAO en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas.**

**Cuadro 10.** Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,34	6	0,22	90,10	<0,0001
Tratamiento	1,34	6	0,22	90,10	<0,0001
Error	0,02	9	2,5E-03		
Total	1,36	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21495**

*Error: 0,0025 gl: 9*

## Anexo 11. Fotografías

Fotos 1. Medición del ph



Fotos 2. Peso de las semillas



Fotos 3. Disolución del abono Eco-Cacao Figura 4. Aplicación del abono



Fotos 5. Medición diámetro de la mazorca con el calibrador



Fotos 6. Medición de la longitud de la mazorca



Fotos 7. Aplicación de abono      Fotos 8. Recolección de mazorcas

