



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LOPEZ**

**CARRERA AGRÍCOLA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**TEMA:**

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) A  
LA PODA Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA**

**AUTORES:**

**JOSEFA PATRICIA ALCÍVAR VALDEZ  
MARIA VIVECA LOOR VELEZ**

**TUTOR**

**ING. FABRICIO ALCÍVAR INTRIAGO, Mg.**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2016**

## **DERECHOS DE AUTORIA**

Josefa Patricia Alcívar Valdez y María Viveca Loor Vélez, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la siguiente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de propiedad intelectual y su reglamento.

---

**JOSEFA P. ALCIVAR VALDEZ**

---

**MARIA V. LOOR VELEZ**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Fabricio Alcívar Intriago certifica haber tutelado la tesis **RESPUESTA DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) A LA PODA Y FERTILIZACION ORGÁNICA Y QUÍMICA**, que ha sido desarrollada por Josefa Patricia Alcívar Valdez y María Viveca Loo Vélez, previa a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. FABRICIO ALCÍVAR INTRIAGO**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **RESPUESTA DEL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) A LA PODA Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Josefa Patricia Alcívar Valdez y María Viveca Loo Vélez, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
ING.GALO CEDEÑO GARCÍA, M.Sc.  
**MIEMBRO**

.....  
ING. SERGIO VELEZ ZAMBRANO, M.Sc.  
**MIEMBRO**

.....  
ING. JAIRO CEDEÑO DUEÑAS, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí M.F.L por darme la oportunidad de formarme con una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos día a día en el ámbito profesional.

A la dirección de la Carrera de Ingeniería Agrícola que tiene a su cargo el Ing. Leonardo Vera Macías.

Al Ing. Piero Fajardo, Ing. Jesús Chavarría, Ing. Jairo Cedeño, Ing. Sergio Vélez, Ing. Fabricio Alcívar, Ing. Galo Cedeño por el apoyo brindado durante este trabajo de investigación.

A los señores Ingenieros Miembros del Tribunal de Tesis de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí por aportar sus conocimientos en el desarrollo de la presente investigación.

A mi padre celestial que me ha dado toda la fe y la perseverancia para poder salir adelante en la realización de la tesis.

A mis padres Mariano Loor y Mercedes Vélez que me han dado su apoyo incondicional con sus sabios consejos.

---

**MARÍA V. LOOR VÉLEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

En la formación de todo ser humano para conseguir la culminación de las diferentes etapas de la vida existen personas que contribuyen para lograr estos objetivos.

A Dios por darme la vida.

A mis padres por entregar sus esfuerzos, creer en mí, por su paciencia y por ser mi inspiración para obtener mis metas.

A los profesores por contribuir en mi formación académica.

A mis amigos y compañeros con los cuales se comparte alegrías y tristezas.

Al Ing. Piero Fajardo, Ing. Jesús Chavarría, Ing. Jairo Cedeño, Ing. Sergio Vélez, Ing. Fabricio Alcívar, Ing. Galo Cedeño por el apoyo brindado durante este trabajo de investigación.

---

**JOSEFA P. ALCÍVAR VALDEZ**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a mis padres, Mariano Loor y Mercedes Vélez por todo el amor y sacrificio que dedicaron en el transcurso de mi vida, además por esa confianza y apoyo incondicional que depositaron en mí.

Con profundo amor dedico esta tesis a lo más hermoso que me ha dado la vida mis hijas, Melanie y Mercedita, ellas son las más grande motivación, alegría y razón de ser.

A Dios que es lo más hermoso que la vida me ha dado.

---

**MARÍA V. LOOR VÉLEZ**

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por ser mi guía por el camino del éxito y bendecirme en cada una de mis acciones.

A mi papa, Ramón Alcívar quien con sabiduría y valor me guio y me dio todo su apoyo, a mi mamá Gladis Valdéz aunque no esté a mi lado en lo físico sé que me guía por el buen camino, para hoy ser una persona realizada tanto en mi vida personal, como en mi vida profesional, por el gran esfuerzos y sacrificio que realizaron para poder alcanzar esta meta propuesta.

A mis hermanos Alexandra, María, Byron, Pablo y Rubén, por el apoyo incondicional que me brindaron todo su apoyo.

A mis sobrinos que fueron mi pilar cada día para seguir adelante en mi vida personal, como profesional como lo son Sophie, Alexandra, Luis, Alberto, y Mateo.

A mis amigos que de una o de otra manera me estuvieron dando el apoyo cuando más los necesitaba por ser ejemplo de amor, unión, dedicación, responsabilidad y sinceridad, por la confianza brindada durante toda mi vida estudiantil.

---

**JOSEFA P. ALCÍVAR VALDEZ**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORIA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	xi
PALABRAS CLAVES.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	14
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2.    JUSTIFICACIÓN .....	15
1.3.    OBJETIVOS .....	16
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4.    HIPÓTESIS.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	17
1.1.    ORIGEN DEL CACAO.....	17
2.2.    CLASIFICACIÓN DEL CACAO (FEDECACAO, 2011).....	17
2.3.    DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	18
2.4.    CACAO DE TIPOS NACIONALES .....	21
2.5.    MATERIALES DE TIPO NACIONAL .....	22
2.6.    PODA.....	24
2.7.    FERTILIZACIÓN.....	27
2.8.    ABONAMIENTO.....	29
2.9.    GENERALIDADES SOBRE ABONOS ORGÁNICOS.....	30
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO .....	36
3.1.    UBICACIÓN '.....	36
3.2.    DURACIÓN DEL TRABAJO.....	36
3.3.    CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS 1'.....	36

3.4.	DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL .....	37
3.4.1.	FACTORES EN ESTUDIO .....	37
3.4.2.	NIVELES EN ESTUDIO.....	37
3.4.3.	TRATAMIENTOS.....	37
3.4.4.	DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	37
3.4.5.	ESQUEMA DE ADEVA .....	38
3.4.6.	ANÁLISIS FUNCIONAL.....	38
3.4.7.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL. 39	
3.5.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	39
3.5.1.	RIEGO.....	39
3.5.2.	FERTILIZACIÓN.....	39
3.5.4.	CONTROL DE MALEZA .....	40
3.6.	VARIABLES DEPENDIENTES A EVALUAR .....	40
3.6.1.	NÚMERO DE BROTES VEGETATIVOS .....	40
3.6.2.	NUMERO DE ESCOBA DE BRUJA VEGETATIVAS .....	40
3.6.3.	NÚMERO DE FLORES .....	41
3.6.4.	NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS .....	41
3.6.5.	NÚMERO DE MAZORCAS COSECHADAS .....	41
3.6.6.	RENDIMIENTO DE CACAO SECO Kg/ha.....	41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		
BIBLIOGRAFÍAS.		
ANEXOS.		

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 2.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ABONO ORGÁNICO.....	36
CUADRO 3. 2. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS.....	37
CUADRO 3. 3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA) .....	39
CUADRO 3. 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL .....	40
CUADRO 4. 5. INFLUENCIA DE DOS NIVELES DE PODA Y TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN EN LA EMISIÓN DE BROTES SANOS E INFECTADOS POR ESCOBA DE BRUJA. CALCETA, ECUADOR 2015. ....	43
CUADRO 4. 6. INFLUENCIA DE DOS NIVELES DE PODA Y TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN SOBRE EL NÚMERO DE FLORES, FRUTOS, MAZORCAS SANAS. CALCETA, ECUADOR 2015. ....	44
CUADRO 4. 7. INFLUENCIA DE DOS NIVELES DE PODA Y TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CACAO NACIONAL. CALCETA, ECUADOR 2015. ....	46
FIGURA 1. 1. INFLUENCIA DE DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO NACIONAL BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CARRIZAL. CALCETA, ECUADOR 2014. ....	47

## RESUMEN

La investigación se desarrolló desde octubre de 2013 a julio de 2014 en área de cacao de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la ESPAM-MFL, ubicada en Calceta-Manabí-Ecuador, y tuvo como objetivo principal estudiar la respuesta del cultivo de cacao a la aplicación de niveles de poda y fertilización química y orgánica. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial A x B y tres repeticiones, donde se evaluaron dos niveles de poda (15 y 30%) y tres tipos de fertilización (Formulada: 354 g. Urea + 116 g. de 10-30-10/planta; Convencional: 300 g. de 10-30-10/planta y Orgánica: 400 g de abono orgánico Biogrowth/planta). Los resultados indican que los niveles de poda (15 y 30%), y los tres tipos de fertilización (formulada, convencional y orgánica) no influyeron el número de brotes sanos e infectados por escoba de bruja. En cuanto a rendimiento, los niveles de poda evaluados no mostraron un efecto significativo. En contraste, se detectó diferencias significativas entre los tipos de fertilización, siendo la fertilización convencional la que mostró el mayor rendimiento con 20 qq/ha de cacao seco, seguida de la fertilización orgánica con 16 qq/ha y la fertilización formulada que mostró el menor rendimiento con 10 qq/ha de cacao seco. Considerando los resultados obtenidos, se recomienda diseñar planes de fertilización basados en el análisis de suelo y la demanda del cultivo.

**PALABRAS CLAVES:** Nutrición del cacao, Fertilizantes sintéticos, Abonos orgánicos.

## ABSTRACT

This research was conducted from October 2013 to July 2014 in the area of cocoa of the ESPAM - MFL , located in Calceta - Manabí - Ecuador , the main objective was to study the response of cocoa to different levels of pruning and the application of chemical and organic fertilization. We used a randomized block design with three replications, with two levels of pruning (15 and 30%) and three types of fertilization (Formulated. 354 g Urea + 116 g. of 10-30-10 / plant ; Conventional: 10-30-10 300 g / plant and organic : 400 g of organic fertilizer Biogrowth / plant) .

The results indicate that pruning levels (15 and 30 %), and three types of fertilization (formulated , conventional and organic) did not influence the number of healthy buds and infected by witches' broom .In relation with the performance, pruning levels evaluated showed no significant effect . In contrast , we detected significant differences between the types of fertilization, with the conventional fertilization which showed the highest yield 20 quintals/ ha of dry cacao, followed by organic fertilization with 16 quintals / ha and formulated fertilization showed the least yield 10 quintals / ha of dry cacao. Considering the results, we recommended to design fertilization plans based on analysis of soil and the requirements of the crop.

**KEYWORDS:** Cocoa nutrition, Synthetic fertilizers, Organic fertilizers.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según Enríquez (1980) en la provincia de Manabí existe un gran problema con el manejo de la poda en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao L*), lo que genera un exceso de chupones, árboles muy altos, problemas fitosanitarios, influencia negativa con respecto a la luz y al oxígeno, alterando las funciones fisiológicas y por tanto disminución de la producción.

La tendencia de los últimos años es la disminución del uso de fertilizantes químicos debido a los altos costos. Además sin un manejo de podas de formación y fitosanitaria de las plantaciones no es posible obtener el resultado esperado en cuanto a costo-beneficio, razón por la cual no fertilizan sus cultivos.

El mismo autor menciona que los fertilizantes de origen sintético han sido una de las alternativas más utilizadas en la fertilización de cacao a partir de la revolución verde pero usado de una manera desmedida provoca el deterioro de la fertilidad del suelo por la acumulación de sales y el deterioro de las características fisicoquímicas del suelo, influenciando también en el deterioro de la fauna y flora del suelo.

Por los antecedentes expuestos se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo influye la combinación de podas y tres tipos de fertilización en las características agro productivas del cultivo de cacao?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Con los antecedentes expuestos en el planteamiento del problema, se realizó esta investigación evaluando la eficiencia de un fertilizante orgánico formulado tipo bocashi, enriquecido con microorganismos eficientes, comparándolo con una fertilización química convencional y una dosis química formulada en base a las recomendaciones de la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación de la Carrera de Ingeniería Agrícola, con el objetivo de evaluar el comportamiento agro productivo de cada uno de los tratamientos.

Por su parte la poda es la base de todas las medidas de control cultural, su correcta y sistemática aplicación mantiene el árbol a la altura adecuada, además, que garantiza la circulación de oxígeno, la entrada de los rayos solares al interior de la copa del árbol, lo que garantiza una vida útil de la planta y el aumento de la productividad.

Al evaluar la influencia de la fertilización orgánica sobre el rendimiento del cultivo del cacao, permite conocer el comportamiento de este cultivo ante esta práctica agrícola, justificada por la creciente demanda a nivel local e internacional de almendras de cacao libre de químicos, lo que podría incrementar el uso de fertilizantes orgánicos.

Las labores de poda en combinación con la fertilización química y orgánica, permiten optimizar los procesos fisiológicos, y fitosanitarios, en el cultivo de cacao, con la finalidad de incrementar la productividad y rentabilidad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la respuesta del cultivo de cacao a la aplicación de niveles de poda y fertilización química y orgánica.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la influencia de dos niveles de poda y tres tipos de fertilización sobre la productividad del cultivo de cacao.
- Medir el efecto de dos niveles de poda y tres tipos de fertilización sobre la sanidad del cultivo del cacao.

### **1.4. HIPÓTESIS**

La poda en combinación con la fertilización química u orgánica mejora significativamente la productividad y sanidad del cultivo de cacao.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 1.1. ORIGEN DEL CACAO

El género *Teobroma* 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 *Teobroma cacao*. 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 (ICCO, 2003).

El cacao es una planta leñosa antes clasificada en la familia *Sterculiaceae*, y actualmente reclasificada en la familia *Malvaceae*. El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, con un estimado de producción mundial de 3,5 millones de toneladas en el 2006 (Gutiérrez, et al 2011).

### 2.2. CLASIFICACIÓN DEL CACAO (FEDECACAO, 2011).

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Clase</b>	Angiospermae
<b>Sub-clase</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden</b>	Malvales
<b>Familia</b>	<i>Malvaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especie</b>	Cacao

## **2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

### **➤ PLANTA**

El cacao es una planta perenne tropical, que se desarrolla desde el nivel del mar hasta 1000 m.s.n.m. Su altura depende de la variedad, suelo y condiciones climáticas, que va en las variedades nacionales de 15 a 18 metros, mientras que en las clónales es de 2 a 4 metros. (Vera, 2003).

### **➤ RAÍZ**

La raíz principal es pivotante o sea que penetra hacia abajo, especialmente en los primeros meses de vida de la planta puede crecer normalmente entre 120 a 150 cm., alcanzando en suelos sueltos hasta 2 m. Luego nacen muchas raíces secundarias (hacia los lados), el mayor volumen (entre 85 a 90%) de las cuales se encuentran en los primeros 25 cm de profundidad del suelo alrededor del árbol, aproximadamente en la superficie de su propia sombra; sin embargo, es posible encontrar árboles con raíces muy alejadas del tronco principal. La mayoría de las raicillas funcionales del árbol, se encuentran casi en la superficie del suelo. Bajo condiciones de buen cultivo, estas raicillas están en contacto con el mantillo que cubre naturalmente el suelo de un cacaotal. (Azángaro, 2005).

### **➤ TALLO**

El tronco crece verticalmente (ortotrópico), hasta formar el primer verticilo a unos 80 a 100 cm de altura. Está cubierto por hojas largamente pecioladas, con una espiral filotáctica de 3/8. Pasado el primer año de vida de la planta, el tallo desarrolla una serie de yemas auxiliares (hasta 8), que en forma conjunta forman lo que se llama el verticilo o corona; también adquiere el nombre de horqueta. La yema terminal desaparece y se desarrollan de 4 a 6 ramas de crecimiento lateral. El crecimiento del tronco en altura se suspende en tiempo hasta que otra yema adquiere desarrollo y forma lo que se llama chupón, el

cual se comporta en forma ortotrópica nuevamente, con las mismas características del tronco original, hasta formar un segundo molinillo o verticilo, lo cual sucede normalmente a los 80 a 100 cm otra vez. De esta manera el árbol puede seguir creciendo casi indefinidamente. Se han visto árboles hasta con 10 verticilos creciendo en las selvas del Amazonas. En una plantación normal, estos nuevos crecimientos adquieren el mayor desarrollo dentro del árbol, a tal punto que los molinillos o verticilos inferiores pueden llegar a desaparecer, dando el aspecto de tronco muy alto al árbol (Enríquez, 1985).

### ➤ **HOJAS**

Son simples, enteras y pigmentadas variando mucho el color de esta pigmentación, la mayoría es de color verde bastante variable. Algunos árboles tienen hojas tiernas bien pigmentadas (coloreadas) que pueden llegar a ser de un color marrón claro, morado o rojizo; también las hay de color verde pálido (casi sin coloración). El pecíolo de la hoja del tronco ortotrópico, normalmente es largo, con un pulvinus bien marcado y el de las hojas de las ramas laterales es más pequeño. El tamaño de la hoja varía mucho, con una alta respuesta al ambiente; con menos luz es más grande, con más luz, más pequeña, en general los cacaos amazónicos tienen hojas más pequeñas (INIAP, 2007).

### ➤ **FLORES**

Nacen en grupos pequeños llamados cojines florales y se desarrollan en el tronco y ramas principales. Las flores salen donde antes hubieron hojas y siempre nacen en el mismo lugar; por eso, es importante no dañar la base del cojín floral para mantener una buena producción. De las flores se desarrollan los frutos o mazorcas con ayuda de algunos insectos pequeños. Tiene cinco sépalos, cinco pétalos cinco estambres y un pistilo solo el 10% de las flores se convierten en mazorcas. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos y la corola blancuzco amarilla o rosada las flores están sobre un pulvinulo floral localizado en la corteza del tronco, ramas horizontales y formando pequeños racimos (Navarro y Mendoza, 2006).

## ➤ FRUTO

El fruto del cacao llamado comúnmente mazorca, es una drupa grande sostenida por un pedúnculo fuerte fibroso, que procede del engrosamiento del pedicelo floral; su forma varía considerablemente, generalmente es ovalado, pero hay desde tipos alargados hasta casi redondos, tiene diez surcos longitudinales principales (Vera, 2003).

## ➤ SEMILLA

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño. Algunas, en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros. Algunas semillas tienen un extremo más puntiagudo que el otro, dándole la forma acorazonada. Tienen un recubrimiento o cutícula que protege a los cotiledones y en la parte exterior está el mucílago o hilio que es la parte dulce mucilaginoso que permite la fermentación de las semillas, este mucílago permite diferenciar algunos genotipos de cacao, por su sabor (Enríquez, 2003).

El color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos. Algunas ocasiones se encuentran almendras coloreadas, en franjas alternas, especialmente cuando los Criollos han sido cruzados con los Forasteros. Se conoce también algunas mutaciones que dan el color blanco a la semilla pero por albinismo. Los cotiledones son las partes que tienen los nutrimentos para la próxima planta, pero también es el producto que fermentado y secado adecuadamente se comercializa, para dar el chocolate (Enríquez, 2003).

## **2.4. CACAO DE TIPOS NACIONALES**

Estos comprenden en la actualidad tres grandes tipos de cacao, forasteros, criollos, trinitarios. Ecuador es uno de los países, donde se encuentra la mayor diversidad genética de la especie *Theobroma cacao* L. (Navarro, y Mendoza 2006).

### **➤ CACAO FORASTERO**

Planta con mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo. Granos pequeños a medianos: 90 a 110 granos por 100 gramos. Cacao muy amargo, excepto la variedad “Nacional” de Ecuador. Representa aproximadamente un 95% de la producción mundial de cacao, proveniente principalmente de los países de África Occidental y Brasil (CIAAL, 2006).

### **➤ CACAO CRIOLLO**

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. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas medianas a grandes, de color blanco a violeta, que se 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 (Enríquez, 2004).

### **➤ CACAO TRINITARIO**

Surge del cruce del cacao criollo y forastero. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En

la actualidad la mayoría de los cacaotales que existen en el mundo son trinitarios (Navarro y Mendoza, 2006).

## **2.5. MATERIALES DE TIPO NACIONAL**

INIAP (2010) presenta estudios de materiales de tipo Nacional, de excelente comportamiento en condiciones bajo riego, recomendando clones como son EET-19, EET-62, EET-95, EET-96 y EET-103, sobresaliendo en las últimas pruebas de adaptación los clones EET-450 y EET454 para la zona del valle del Rio Portoviejo y EET-575 y EET-576 para el valle del Carrizal Chone.

### **➤ CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DEL CLON EET-103**

INIAP, 2010 describe las características del CLON EET-103 de la siguiente manera:

PROCEDENCIA: Hacienda Tenguel provincia del Guayas.

ADAPTACION: Naranjal, Milagro, Machala, Vinces, Quevedo, Esmeraldas y Zona Central.

FORMA DE FRUTO: Amelonado.

FORMA DE SEMILLA: Grande y cilíndrica.

COLOR DE FRUTO: Verde claro en estado maduro.

COMPATIBILIDAD: Compatible.

EPOCA DE FLORACION: Enero a Marzo.

INDICE DE MAZORCA: 20 mazorcas.

NEMERO DE SEMILLAS: 46

INDICE DE SEMILLA: 1.5

RENDIMIENTO: 1332 kg/ha/año o 29,6 qq/ha/año

RESISTENCIA A ESCOBA: Resistente

RESISTENCIA A MONILIA: Tolerante

SABOR BASICO: Baja acidez y astringencia.

SABOR ESPECIFICO: Floral y Frutal

CONTENIDO EN GRASA: 46,06%.

➤ **CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DEL CLON EET-575**

INIAP, 2010 describe las características del CLON EET-575 de la siguiente manera:

PROCEDENCIA: Hacienda Tenguel provincia del Guayas.

ADAPTACION: Naranjal, Milagro, Machala, Vinces, Quevedo, Esmeraldas

FORMA DE FRUTO: Ligeramente Amelonado.

FORMA DE SEMILLA: Grande, redonda achatada

COLOR DE FRUTO: Verde con ligera pigmentación en su primer estadio y amarillo en estado maduro

COMPATIBILIDAD: Auto Compatible

EPOCA DE FLORACION: Octubre a Febrero

INDICE DE MAZORCA: 20 mazorcas.

NEMERO DE SEMILLAS: 42

INDICE DE SEMILLA: 1.5

RENDIMIENTO: 1358 kg/ha/año o 30,17 qq/ha/año

RESISTENCIA A ESCOBA: Susceptible

RESISTENCIA A MONILIA: Susceptible

SABOR BASICO: Alto en cacao, bajo en acidez y astringencia

SABOR ESPECIFICO: Floral, Frutal y Nuez.

➤ **CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DEL CLON EET-576**

INIAP, 2010 describe las características del CLON EET- 576 de la siguiente manera:

PROCEDENCIA: Hacienda Tenguel provincia del Guayas.

ADAPTACION: Naranjal, Milagro, Machala, Vinces, Quevedo, Esmeraldas

FORMA DE FRUTO: Amelonado con ligera contracción basal y ápice momiforme

FORMA DE SEMILLA: Grande, redonda achatada

COLOR DE FRUTO: Verde con ligera pigmentación en su primer mes

COMPATIBILIDAD: Auto Compatible

EPOCA DE FLORACION: Octubre a Febrero

INDICE DE MAZORCA: 18 mazorcas.

NEMERO DE SEMILLAS: 46

INDICE DE SEMILLA: 1.4

RENDIMIENTO: 1522 kg/ha/año o 33,82 qq/ha/año

RESISTENCIA A ESCOBA: Susceptible

RESISTENCIA A MONILIA: Susceptible

SABOR BASICO: Baja acidez y astringencia

SABOR ESPECIFICO: Floral y Frutal.

## **2.6. PODA**

Según INIAP (2009) la poda es una técnica que consiste en eliminar todos los 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.

### **➤ PODA DE FORMACIÓN.**

Se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas

entrecruzadas muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro (INIAP, 2009).

#### ➤ **PODA DE MANTENIMIENTO**

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 (INIAP, 2009).

#### ➤ **PODA FITOSANITARIA**

Se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos (INIAP, 2009).

El objetivo de la poda fitosanitaria es el de mantener a las plantas en buen estado de salud. Para lograr este objetivo, se debe eliminar partes del follaje y ramas que han sido afectados por la escoba de bruja o insectos, también se elimina mazorcas infectadas con monilla y plantas parásitas que crezcan sobre la copa. Se debe realizar una poda fitosanitaria y de mantenimiento por lo menos una vez al año especialmente en la época seca entre los meses de julio y agosto (INIAP, 2012).

#### ➤ **PODA DE REHABILITACIÓN**

Se realiza en aquellos cacaotales antiguos que son improductivos y consiste en regenerar estos árboles mal formados o viejos con podas parciales, conservando las mejores ramas, o podando el tronco para estimular el crecimiento de chupones, eligiendo el más vigoroso y mejor situado, próximo al suelo, sobre el que se construirá un nuevo árbol. También es posible hacer

injertos en los chupones y luego dejar crecer solamente los injertos (Sarabia, 2008).

Las plantaciones de cacao tienen potencial de respuesta a la aplicación de prácticas de manejo con fines de rehabilitación. Sin embargo, no todas las plantas tienen la misma capacidad de respuesta, por lo que es necesario hacer un diagnóstico de la finca o parcela, antes de poner en marcha cualquier plan de rehabilitación (INIAP, 2012).

Según Suarez y Hernández. (2010) las razones para realizar la poda son:

- Estimular el crecimiento de brotes vegetativos.
- Remover el material vegetativo senescente, con daño mecánico o enfermo.
- Manipular el microclima del dosel del árbol de cacao.
- Mejorar la floración.
- Incrementar la producción de frutos.

#### ➤ **PODA EN PLANTACIONES CON CLONES**

Según Márquez y Aguirre (2008) menciona las siguientes características en plantaciones con clones en desarrollo:

- Durante el primer año las plantas no se deben podar, solo si se le ha roto o deformado el tallo principal o una de las ramas.
- En aquellas plantas cuya rama o ramas principales se hayan acostado mucho durante su crecimiento se pondrá una horqueta, estaca, vara o tutor que garantice su crecimiento vertical, amarrando la rama al tutor con un ariete de yagua u otro material disponible.
- A las plantas de clones se le debe dejar como máximo 3 tallos, preferiblemente 1 ó 2.

- A las ramas principales que conformarán el tallo futuro se le podarán las ramillas de su parte baja y cuando estos alcancen una altura no mayor de 1.20 cm se descoparán, de manera que emitan las que una vez entresacadas conformarán la copa de la planta de cacao.
- Aquellas ramas que alcancen en crecimiento muy grande hacia los laterales o hacia arriba se les cortará el extremo, para evitar que entorpezcan el desarrollo de las plantas vecinas o dificulten el manejo y cosecha de la propia planta.

## **2.7. FERTILIZACIÓN**

### **➤ FERTILIZACIÓN QUÍMICA**

Suquilanda (1996) indica que la fertilización química, es un método de fertilización que consiste en alimentar a las plantas directamente mediante sustancias nutritivas químico-sintéticas solubles en agua.

### **➤ FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

La fertilización orgánica aporta los elementos necesarios para que el suelo sea capaz por medio de los fenómenos físico-químicos que tienen lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización (Jiménez, 2012).

Según Kolmans y Vásquez (1996) exponen que las plantas para desarrollarse necesitan suelo fértil y a su vez, éste necesita de las plantas, para mantener su fertilidad natural. Ello constituye una interrelación cíclica suelo-planta y la agricultura ecológica busca igualar esta relación por lo que considera las siguientes características:

- Diversidad.
- Funcionamiento cíclico.
- Buen aprovechamiento energético.

- Nutrición equilibrada.
- Buena protección.
- Vitalidad.
- Estabilidad y compatibilidad con el entorno.

Agro (2003) indica que a diferencia de los químicos convencionales, que provocan problemas de salinidad y toxicidad en el suelo, la materia orgánica mejora la labranza, fertilidad y productividad del suelo, aporta nutrientes, incrementa la capacidad de retención de humedad y estabiliza el pH, pero carece de la riqueza suficiente para atender por sí sola el abastecimiento de las necesidades del cultivo.

Según Cubero y Vieira (1999) menciona las siguientes características:

#### **a.- Fertilizante Químico (F. Q.)**

- Los fertilizantes químicos en general son solubles. Su solubilidad presenta la ventaja de que los nutrientes están más rápidamente disponibles para las plantas, por otro lado presentan la desventaja de que en condiciones de exceso de agua en el suelo gran cantidad de estos nutrientes puede ser desaprovechado ya sea por su erosión ó lixiviación, contaminando a la vez las aguas superficiales y subterráneas.
- Si son utilizados de manera indiscriminada e inadecuada, los fertilizantes químicos pueden constituirse en poluentes del suelo y del agua.
- Los fertilizantes químicos no son considerados como mejoradores del suelo, sus efectos en este sentido pueden ser indirectos a través del aumento de la producción de biomasa.

## **b.- Abonos Orgánicos (A.O.)**

Según Cubero y Vieira (1999) menciona las siguientes características:

- Los abonos orgánicos son menos solubles, ponen los nutrientes a disposición de las plantas de manera más gradual. Al aumentar la CIC del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación.
- Los abonos orgánicos pueden ser catalogados como mejoradores del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros.
- Cabe señalar que para que los abonos orgánicos actúen como mejoradores, las cantidades que deben ser adicionadas al suelo anualmente, deben ser elevadas.

## **2.8. ABONAMIENTO**

Se recomienda realizar primero un análisis de suelos. La fórmula de fertilización 60-90-60, roca fosfórica combinado con guano de isla o el compuesto 12-12-12, se aplica en los hoyos donde se instalarán los plantones en campo definitivo en cantidades de 50 a 60 gramos por planta. Después del primer año de producción de los plantones injertados se incrementa al rango de 80 a 100 gramos por planta. Luego del segundo año de producción la aplicación anual de la formulación y su cantidad permanece constante hasta el cuarto año de producción para los plantones. Posteriormente se aplicará la formulación 100-140-100 con 180 a 200 gramos por planta cada año hasta que el árbol de cacao cumpla su ciclo productivo (López, 2012).

Según Loli (2012) en el cacao, como recomendación general, se han obtenido resultados satisfactorios con el siguiente programa:

**Inicio de la plantación:** en el trasplante, se aplican 100 g de la fórmula fertilizante 10-30-10, 12-24-12 o 8-32-8 en el fondo del hoyo, se cubre con tierra para proteger a la raíz de la planta del contacto directo con el fertilizante, dos semanas después, se aplican 60 g de abono nitrogenado en banda, alrededor de cada planta (Loli, 2012).

**Primero y segundo año de la plantación:** en el primer año se realizan tres aplicaciones. Se abona con 100g/planta/aplicación con cualquiera de las siguientes fórmulas completas: 18-5-15-6-2; 18-10-6-5; 20-7-12-3-2 u otra similar. El fertilizante se distribuye en banda alrededor de la planta (Loli, 2012).

Durante el segundo año, la dosis se aumenta a 400 g/planta, la cual se divide en tres o cuatro aplicaciones según la precipitación de la zona. Las áreas con exceso de lluvia, requieren dividir la dosis en cuatro aplicaciones, para evitar al máximo la pérdida del fertilizante y lograr mejor aprovechamiento por la planta. El fertilizante se distribuye en banda a 1 m del tallo del árbol de cacao (Loli, 2012).

**Tercer año y posteriores:** La abonada se incrementa a 600 g/planta, la cual se distribuye en tres o cuatro aplicaciones, considerando las épocas de mayor floración y mayor desarrollo de las mazorcas. Las fórmulas indicadas para el primer año, se utilizan para el segundo, tercero y años posteriores. Es muy conveniente realizar muestreos y análisis completos del suelo, al menos cada dos años (Loli, 2012).

## **2.9. GENERALIDADES SOBRE ABONOS ORGÁNICOS.**

Téllez (2003) define como abono orgánico todo material de origen orgánico (compost, estiércoles, abono natural, hojas podridas e incluso basuras), que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano incluyendo además al estiércol de las lombrices y el de millones de hongos bacterias y actinomicetos que ayudan a mantener la fertilidad del suelo.

Dorliagro (2001) dice que los fertilizantes orgánicos, según su aplicación, tiene como particularidad la de aumentar la capacidad de intercambio catiónico, incrementando la asimilación de macro y micro elementos. Su acción biológica sobre los vegetales consiste en favorecer los procesos energéticos del vegetal relacionados con la respiración y la síntesis de ácidos nucleicos. Favorece la capacidad germinativa de la semilla, estimula el desarrollo radicular e incrementa el contenido de vitaminas en la planta.

Rodríguez (2002) asevera que los fertilizantes orgánicos no son sólo fuente de alimentación nutricional para las plantas, sino que también lo son de anhídrido carbónico.

También hay que tomar en cuenta el hecho de que el abono orgánico resulta ser simultáneamente material energético y fuente nutritiva para los microorganismos del suelo. Además, tales fertilizantes son de por sí muy ricos en micro flora, y junto con ellos entra en el suelo gran cantidad de microorganismos (Díaz y Montero, 2006).

Restrepo (2002) afirma que los fertilizantes enriquecidos contienen elementos diferentes. Por ejemplo, podemos encontrar minerales como el boro, el magnesio, el zinc, el manganeso, el cobre, el azufre, el nitrógeno además de aminoácidos, vitaminas y hormonas, que son complementos indispensables para que las plantas crezcan sanas y equilibradas, sin que el funcionamiento de su metabolismo sea alterado.

Según Sojo (2007) menciona que se puede definir a la fertilización ecológica como las técnicas que se emplean para nutrir tanto a la planta como al suelo que la sustenta, para mantener y fomentar la fertilidad de este conjunto.

El mismo autor afirma que hay muchas técnicas para conseguir una fertilización ecológica, algunos ejemplos comunes que son:

- Mediante aportes de materia orgánica, como estiércol o compost para proporcionar nutrientes y mejorar la estructura del suelo.
- Con abonos verdes, es decir, cultivos dedicados a ser enterrados como abono.
- Mediante aportes minerales que proceden del propio entorno, como es el polvo de rocas molidas.
- Con preparados vegetales a partir de maceraciones de plantas o extractos de algas.
- Con organismos vivos, como bacterias de raíces de otras plantas, que proporcionan nutrientes y fomentan la descomposición de la materia orgánica.

Nieto (2002) menciona que el uso de abono orgánico es atractivo por su menor costo de producción y aplicación por lo que resulta más accesible a los productores sobre todo en los países donde la mayor parte de producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América latina. Desde el punto de vista económico es atractivo su uso ya que el costo al granel representa el 10 % menos que el uso de fertilizantes químicos.

Rusch (1987) describe las diferencias entre una fertilización con abonos químicos y una de manejo orgánico:

Consecuencias de una nutrición vegetal artificial:

- Imposibilidad de aplicar dosis óptimas de macro y micro nutrientes.
- Casi siempre se suele aplicar dosis inexactas (demasiado bajas o altas)
- Gran pérdida de nutrientes por lavado y fijación.
- Creciente compactación en la superficie del suelo y en el subsuelo.
- Destrucción de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Nutrición natural mediante fertilización orgánica:

- Las plantas obtienen dosis óptimas de nutrientes, según sus requerimientos.
- Evita la aplicación excesiva o deficitaria de nutrientes.

- Dificulta el lavado e inmovilización de los nutrientes.
- Mejora en la agregación y estabilidad estructural del suelo. Aflojamiento de las capas superficiales e inferiores del suelo.
- Poco a poco el requerimiento de fertilizantes orgánicos disminuye. Se hace innecesario el uso de fertilizantes sintéticos.
- Se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La era agrícola (1988) indica que es importante anotar que con el uso de abonos orgánicos se regenera el suelo, ya que se obtienen beneficios tales como:

- Modifica favorablemente las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Mejora la retención del agua y de la estructura del suelo, con lo cual se reduce la erosión.
- Favorece la disponibilidad de elementos nutritivos menores.

## **2.10. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DEL ABONO BIOGROWTH**

Según Fajardo (2012). comenta que abono es producto de la mezcla de residuos de plantas, animales y minerales orgánicos, seleccionados minuciosamente por su baja relación Carbono/Nitrógeno de fácil mineralización y asimilación para las plantas y con una composición química equilibrada para obtener un producto de excelente calidad y sin pedir favor a los de origen sintético, y además con otro beneficio, este abono esta inoculado con microorganismos benéficos que trabajan en simbiosis y son supresores de enfermedades de suelo, los mismos que son mencionados a continuación:

- ***Trichoderma spp.*** – Es un hongo antagónico, que protege el sistema radicular y cuello de las plantas de enfermedades.
- ***Azospirillum brasilense.*** - Bacteria nitrificante, fijan el nitrógeno atmosférico y lo incorporan en el suelo.

- ***Azotobacter choccocum***. – Bacteria nitrificante, fijan el nitrógeno atmosférico y lo incorporan en el suelo.
- ***Lactobacillus acidophilus***. – Bacteria ácido láctica para acelerar el proceso de maduración del abono.
- ***Saccharomyces cerevisiae***. – Levadura que colabora con el proceso de maduración del abono lo transforman en alimento para las bacterias.

Estos microorganismos contribuyen a la recuperación de la población microbiana del suelo que ha sido disminuida por la mecanización permanente, el monocultivo, la utilización intensiva de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, la compactación, la falta de aireación y la quema. (Fajardo Y Navarrete, 2011).

Una adecuada población microbiana en el suelo incrementa la cantidad de raíces en las plantas, biotrasforman los nutrientes a formas disponibles para su mejor asimilación y así bioestimulan el crecimiento vegetal.

La presencia de la biodiversidad asegura muy poca fuga de los elementos como Nitrógeno y Potasio porque los microorganismos lo utilizan e intercambian continuamente como un banco, un depósito de los elementos esenciales. Estos microorganismos reciclan los elementos a otros seres vivos como parte de la cadena alimenticia y de equilibrio.

➤ **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ABONO BIOGROWTH**

El cuadro 1, Detalla los resultados de los análisis de composición química del abono orgánico.

**Cuadro 1.1.** Resultados de análisis de composición química del abono orgánico

<b>ELEMENTOS NUTRITIVOS</b>	<b>CONCENTRACION</b>
Nitrato de Amonio	2,3 %
Fosforo (P)	3,0 %
Potasio (K)	0,8 %
Calcio (Ca)	27,3 %
Magnesio (Mg)	0,4 %
Azufre (S)	0,35 %
Boro (B)	46 ppm
Zinc (Zn)	13,6 ppm
Cobre (Cu)	17 ppm
Hierro (Fe)	62 ppm
Manganeso (Mn)	177 ppm

**Fuente:** (INIAP. Estación Experimental Tropical "Pichilingue" Laboratorio de Suelos), 2008.

## CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN <sup>1/</sup>.

La investigación se realizó en la unidad de docencia, investigación y vinculación de cacao, del Área Agropecuaria, Carrera de Agrícola. ESPAM. M.F.L. Sitio El Limón, Parroquia Calceta, Cantón Bolívar, provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas 0<sup>0</sup>49' 27,9" Latitud, Sur; 80<sup>0</sup> 10' 47.2" Longitud Oeste y una Altitud de 15.5 msnm.

### 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación se desarrolló desde Octubre del 2013 y Julio del 2014, con una duración de nueve meses.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS <sup>1/</sup>.

**Cuadro3. 2.** Características agroecológicas y edafológicas

---

Precipitación medio anual	779,4 mm
Temperatura media anual	26°c
Humedad relativa anual	82,23 %
Heliofanía anual	1070,3 (horas/sol)
Evaporación	1433,7 mm

---

<sup>1/</sup> Estación Meteorológica Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí -MFL, 2015.

### 3.4. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.4.1. FACTORES EN ESTUDIO

Se evaluaron los siguientes factores:

- A. Podas
- B. Fertilización

#### 3.4.2. NIVELES EN ESTUDIO

- **PODA:** **P1**= Poda al 15%; **P2**= Poda al 30%.
- **FERTILIZACION:** **DF**= Dosis de formulada 470 g; **DC**= Dosis Convencional 300 g; **DO**= Dosis Orgánica 400 g.

#### 3.4.3. TRATAMIENTOS

FERTILIZACIÓN	PODA	
	15%	30%
<b>Fertilización Formulada (354 g de urea + 116 g de 10 – 30 – 10)</b>	Fertilización formulada + 15% de poda	Fertilización formulada + 30% de poda
<b>Fertilización convencional (300 g de 10 – 30 – 10)</b>	Fertilización convencional + 15% de poda	Fertilización convencional + 30% de poda
<b>Fertilización orgánica (400 g del abono Biogrowth)</b>	Fertilización orgánica + 15% de poda	Fertilización orgánica + 30% de poda

#### 3.4.4. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial A x B, con seis tratamientos y tres repeticiones, con una total de 18 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó con 16 plantas, registrándose la información en las 4 plantas centrales. Las plantas

evaluadas están establecidas a una distancia de siembra de 3 x 3 m entre hileras y plantas, respectivamente.

### 3.4.5. ESQUEMA DE ADEVA

**Cuadro 3.3.** Análisis de la Varianza (ANOVA)

<b>Fuente Variación</b>	<b>G.L.</b>
Tratamientos	5
Poda	1
Fertilización	2
Poda x Fertilización	2
Bloques	2
Error	10
Total	17

### 3.4.6. ANÁLISIS FUNCIONAL

El análisis de datos se lo realizó a través del análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de separación de medias a través de la prueba de Tukey al 0,05. Para el procesamiento de la información se empleó el software estadístico InfoStat versión 2008.

### 3.4.7. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.

**Cuadro 3.4.** Características generales de la parcela experimental

DESCRIPCION	
Área total del ensayo	10.000 m <sup>2</sup>
Forma de la unidad experimental	Rectangular
Área total de la unidad experimental	40.54 m
Ancho del área de la U. E:	18.90 m
Largo del área de la U. E:	21.64 m
Área del cálculo	8 m <sup>2</sup>
Área de borde	3x3 m
Total plantas U.E:	16
Total plantas en el área de cálculo	4
Total de plantas en el área de bordes	16
Número total de plantas en el experimento	96 plantas

## 3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 3.5.1. RIEGO

Se realizó mediante el método de aspersión, con una frecuencia de 2 veces por semana, con un tiempo de riego de dos horas y una lámina de riego de 17.6mm. En los meses de Enero, Febrero y Marzo no se regó debido a que la precipitación de estos meses suplían las necesidades hídricas del cultivo.

### 3.5.2. FERTILIZACIÓN

- **Fertilización formulada:** La fertilización formulada se realizó en base a recomendaciones de la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación de cacao, por lo cual se aplicó una dosis total de 354 g/planta de urea y 116 g/planta del fertilizante compuesto 10 – 30 – 10, aplicado en dos fracciones, la primera en noviembre del 2013 y la segunda en abril del 2014.

- **Fertilización convencional:** Esta se realizó en base a la fertilización actual que realizan los productores de la zona, que consistió en una dosis total de 300 g/planta del fertilizante compuesto 10 – 30 – 10, aplicado en dos fracciones, la primera en noviembre del 2013 y la segunda en abril del 2014.
- **Fertilización orgánica:** Esta se realizó con el abono orgánico Biogrowth en dosis de 400 g/planta, aplicado en dos fracciones, la primera en noviembre del 2013 y la segunda en abril del 2014.

### **3.5.3. PODA**

- **Poda al 15%:** Consistió en retirar el 15% de la biomasa foliar del árbol al inicio del ensayo (octubre del 2013)
- **Poda al 30%:** Consistió en retirar el 30% de la biomasa foliar del árbol al inicio del ensayo (octubre del 2013)

### **3.5.4. CONTROL DE MALEZA**

El control de maleza se lo realizó a la cuarta semana del mes de Octubre 2013 antes de realizar la poda y fertilización, también se realizaron deshierbas una vez por mes, durante los 9 meses que duró el experimento.

## **3.6. VARIABLES DEPENDIENTES A EVALUAR**

### **3.6.1. NÚMERO DE BROTES VEGETATIVOS**

Se determinó registrando el número de brotes vegetativos por planta, lo cual se realizó con una frecuencia mensual.

### **3.6.2. NUMERO DE ESCOBA DE BRUJA VEGETATIVAS**

Se determinó contabilizando el número de brotes vegetativos por planta afectados por escoba de bruja, lo cual se realizó mensualmente durante la ejecución del experimento.

### **3.6.3. NÚMERO DE FLORES**

Se realizó contando el número de flores producidas por planta, lo cual se realizó mensualmente durante la ejecución del experimento.

### **3.6.4. NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS**

Se determinó contabilizando el número de frutos cuajados por planta, lo cual se realizó mensualmente durante la ejecución del experimento.

### **3.6.5. NÚMERO DE MAZORCAS COSECHADAS**

Se efectuó contando el número de mazorcas cosechadas por planta, lo cual se realizó mensualmente durante la ejecución del experimento.

### **3.6.6. RENDIMIENTO DE CACAO SECO Kg/ha**

Esta variable se registró mensualmente mediante la recolección de frutos sanos en cada tratamiento, el peso fresco del cacao fue transformado mediante constante  $(100 - 40)$  con 7% de humedad. Este resultado por regla de tres simple se lo transforma a hectárea para obtener el rendimiento de cacao seco en kg/ha/año.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANOVA) no reportó diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) para las variables brotes sanos, brotes con escoba y brotes totales, en sus factores principales (poda y fertilización) ni para su respectiva interacción (podas x fertilización), lo cual refleja la independencia de los niveles en cada factor (**Cuadro 5**). Esto indica que bajo las condiciones donde se desarrolló el estudio, la brotación e infección de escoba de bruja no se ven influenciados por los niveles de poda y las fertilizaciones aplicadas.

Posiblemente, no se reflejó un efecto significativo de los tratamientos aplicados debido a que la mayor brotación ocurrió en época seca, inmediatamente después de la poda, por lo tanto los niveles de infección de escoba de bruja decaen marcadamente. Esto coincide a lo descrito por Rivera *et al.* (2014), Sánchez *et al.* (2015) y Hernández (2016) quienes mencionan que durante los periodos secos se reduce significativamente la incidencia de enfermedades foliares en cacao.

**Cuadro 4.5.** Influencia de dos niveles de poda y tres tipos de fertilización en la emisión de brotes sanos e infectados por escoba de bruja. Calceta, Ecuador 2015.

Tratamientos	N° de brotes sanos/planta	N° de brotes con escoba/planta	N° total de brotes/planta
<b>Efecto de la poda</b>			
15% de poda	70,47	16,11	86,58
30% de poda	69,25	17,81	87,06
<b>Efecto de la fertilización</b>			
Fertilización química formulada (354 g de urea + 116 g 10-30-10)	68,79	15,33	74,13
Fertilización química convencional (300 g de 10-30-10)	74,33	22,08	96,42
Fertilización orgánica (400 g de Biogrowth)	76,46	13,46	89,92
<b>Probabilidad (ANOVA)</b>			
Podas	0,8375 <sup>NS</sup>	0,6019 <sup>NS</sup>	0,9527 <sup>NS</sup>
Fertilización	0,0635 <sup>NS</sup>	0,1102 <sup>NS</sup>	0,1008 <sup>NS</sup>
Podas x fertilización	0,4608 <sup>NS</sup>	0,6847 <sup>NS</sup>	0,5636 <sup>NS</sup>
<b>C.V. %</b>	17,64	29,35	18,95

<sup>NS</sup>Medias dentro de columnas con la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>NS</sup> No significativo

En cuanto a las variables número de flores, frutos y mazorcas, el ANOVA no presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para el factor principal poda ni para la interacción poda x fertilización (**Cuadro 6**). Únicamente se encontró diferencias estadísticas significativas para el factor principal fertilización ( $p \leq 0.05$ ) en las variables número de frutos y mazorcas, respectivamente (**Cuadro 6**).

**Cuadro 4.6.** Influencia de dos niveles de poda y tres tipos de fertilización sobre el número de flores, frutos y mazorcas sanas. Calceta, Ecuador 2015.

Tratamientos	N° de flores/planta	N° de frutos cuajados/planta	N° de mazorcas sanas/planta
<b>Efecto de la poda</b>			
15% de poda	130,56	28,50	17,80
30% de poda	116,64	24,36	15,01
<b>Efecto de la fertilización</b>			
Fertilización química formulada (354 g de urea + 116 g 10-30-10)	96,75 a	22,13 b	11,79 b
Fertilización química convencional (300 g de 10-30-10)	138,13 a	26,67 ab	20,62 a
Fertilización orgánica (400 g de Biogrowth)	135,92 a	30,50 a	16,80 ab
<b>Probabilidad (ANOVA)</b>			
Podas	0,4165 <sup>NS</sup>	0,1079 <sup>NS</sup>	0,2069 <sup>NS</sup>
Fertilización	0,1170 <sup>NS</sup>	0,0457*	0,0183*
Podas x fertilización	0,395 <sup>NS</sup>	0,2207 <sup>NS</sup>	0,155 <sup>NS</sup>
<b>C.V. %</b>	28,18	18,81	26,68

<sup>1/</sup>Medias dentro de columnas con la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>NS</sup> No significativo

Los resultados concernientes a poda, indican que bajo las condiciones donde se desarrolló el ensayo, se podría recomendar ambos niveles de poda para la producción del cacao nacional. Sin embargo, desde el punto de vista económico la poda al 15% sería la mejor opción, dado el menor costo en términos de jornales. En relación al efecto de la fertilización, se aprecia que la mayor cantidad de frutos cuajados y mazorcas sanas se alcanzó con la fertilización orgánica y tradicional con 30.5 y 26.67 frutos cuajados, y 16.80 y 20.62 mazorcas sanas, respectivamente (**Cuadro 6**).

Probablemente, la fertilización química recomendada no tuvo el efecto esperado en cuanto a frutos cuajados y mazorcas sanas, debido a que la mayor cantidad de nitrógeno aplicado pudo influenciar la relación C/N favoreciendo el N, por lo tanto, se favoreció en mayor medida la emisión de brotes vegetativos que la producción de flores y frutos. Según Drüge *et al.* (1998), La relación C/N es un factor de gran relevancia en aquellas reacciones que tienen como resultado el crecimiento del vegetal; es así como el incremento en el suministro de nitrógeno en las plantas dirige una cantidad mayor de carbono hacia los aminoácidos y hacia la síntesis de proteínas que favorecen el crecimiento vegetativo, mientras que una cantidad mayor de carbono en relación al nitrógeno se obtiene el efecto contrario, es decir mayor brotes reproductivos.

Esto tiene relación a lo determinado por Casierra *et al.* (2008) quienes obtuvieron mayor brotación de yemas reproductivas en manzano cuando se realizó defoliación. En cacao también ha sido demostrado que una relación C/N alta favorable a los carbohidratos, inducen mayores niveles de floración y fructificación (De Almedida y Valle, 2007). En relación a lo anterior, la fertilización convencional y la orgánica produjeron mayor número de flores, frutos cuajados y sanos, debido posiblemente a que la fórmula del fertilizante 10 – 30 – 10 y el abono orgánico Biogrowth presentan un mejor equilibrio nutricional.

Finalmente el ANOVA realizado a las variables peso fresco/planta y rendimiento en kg de cacao seco/ha no presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para el factor principal poda ni para la interacción poda x fertilización (**Cuadro 7**). Únicamente se encontró diferencias estadísticas significativas para el factor principal fertilización ( $p \leq 0.05$ ) en las mencionadas variables. Los resultados demuestran que las podas no influyeron el rendimiento del cultivo bajo las condiciones de estudio. Por otra parte, la fertilización química convencional a base del fertilizante compuesto 10 – 30 – 10 y orgánica con Biogrowth fueron las que indujeron un mayor rendimiento con 906.53 y 716.45 kg/ha, respectivamente (**Cuadro 7**).

Los resultados se asemejan a los reportados por Puentes *et al.* (2014) y Álvarez *et al.* (2015) quienes encontraron una respuesta productiva favorable del cultivo del cacao a la fertilización química equilibrada y orgánica. Esto coincide a lo reportado por Ruf (2012), Oyewole *et al.* (2012) y Adejobi *et al.* (2014) quienes encontraron que la fertilización tanto orgánica como mineral equilibrada favorece los procesos iniciales de desarrollo de las plántulas de cacao e incrementan significativamente los niveles de productividad. Así mismo, Pérez *et al.* (2011) obtuvieron una respuesta productiva similar en café robusta a la fertilización equilibrada de nitrógeno después de la poda.

**Cuadro 4.7.** Influencia de dos niveles de poda y tres tipos de fertilización sobre el rendimiento del cacao Nacional. Calceta, Ecuador 2015.

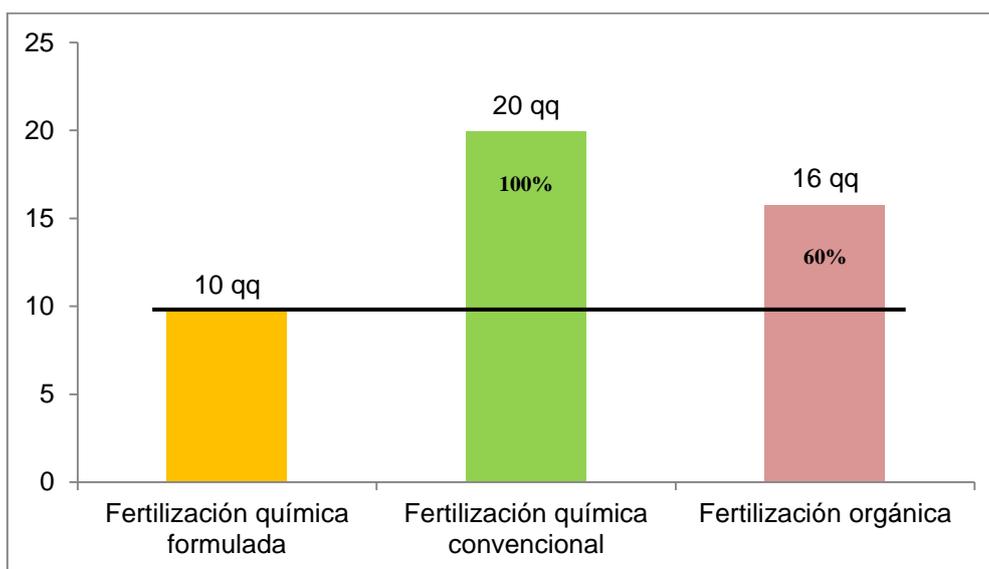
Tratamientos	Peso fresco/planta (kg)	Rendimiento cacao seco en kg/ha
<b>Efecto de la poda</b>		
15% de poda	1,86	792,71 a
30% de poda	1,37	584,89 b
<b>Efecto de la fertilización</b>		
Fertilización química formulada (354 g de urea + 116 g 10-30-10)	1,04 b	441,91 b
Fertilización química convencional (300 g de 10-30-10)	2,12 a	906,53 a
Fertilización orgánica (400 g de Biogrowth)	1,68 ab	716,45 ab
<b>Probabilidad (ANOVA)</b>		
Podas	0,1314 <sup>NS</sup>	0,1328 <sup>NS</sup>
Fertilización	0,0292*	0,0392*
Podas x fertilización	0,2213 <sup>NS</sup>	0,2225 <sup>NS</sup>
<b>C.V. %</b>	28,87	28,95

<sup>†</sup>Medias dentro de columnas con la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>NS</sup> No significativo

En la **Figura 1.1.** se aprecia que con la fertilización convencional y orgánica se obtuvo un rendimiento de entre 100 a 60% superior en comparación a la fertilización formulada, lo cual refleja la importancia de utilizar abonos y fertilizantes más equilibrados desde el punto de vista nutricional, como lo fue el caso del fertilizante compuesto 10 – 30 – 10 y el abono orgánico Biogrowth.

Los macro-nutrientes como el N, P y K aportados con el fertilizante 10 – 30 – 10 están implicados directamente en el vigor de las plantas, dado que ambos elementos forman las estructuras básicas de las plantas (membranas) a partir de aminoácidos, proteínas, y fosfolípidos principalmente (Balker y Pilbeam, 2007). Además, el N y P están implicados en el aporte de energía en forma de ATP, y la expresión del potencial genético de los cultivos, al formar parte de los ácidos nucleicos (Grant *et al.*, 2001; Fageria, 2009). Por su parte el K es responsable principalmente de la calidad y peso de los frutos, puesto que este elemento participa en el transporte de fotosintatos desde las fuentes (hojas) hacia los sumideros (frutos), además de activar más de 50 complejos enzimáticos y mantener la turgencia de las plantas (Wiendl, 2013; Brar y Imas, 2014).



**Figura 1.** Influencia de tres tipos de fertilización sobre el rendimiento del cultivo de cacao nacional bajo condiciones del valle del río Carrizal. Calceta, Ecuador 2014.

Finalmente, el alto contenido de materia orgánica que aportó el abono orgánico Biogrowth, puede haber influido en el mayor rendimiento obtenido en comparación a la fertilización química formulada, dado que la materia orgánica aporta nutrientes orgánicos y minerales a la solución del suelo, que según varios autores mejora las propiedades físicas y químicas del mismo, tales como aireación, conductividad hidráulica, potencial redox, capacidad de intercambio

catiónico, etc. (Julca *et al.*, 2006; Martínez *et al.*, 2008; Arteaga *et al.*, 2014). Además, los abonos orgánicos promueven la multiplicación de microorganismos eficientes que biosintetizan sideroforos, los mismos que ayudan a la solubilización de nutrientes bloqueados y precipitados, haciéndolos más fácilmente asimilables por las plantas (Carvajal y Mera, 2010). Adicionalmente, los microorganismos presentes en los biofertilizantes producen sustancias reguladoras de crecimiento, favoreciendo el desarrollo y producción de los cultivos (Armenta *et al.*, 2010; Aguado *et al.*, 2012).

# **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Los niveles de poda y fertilización evaluados no mostraron un impacto significativo sobre sanidad del cultivo de cacao nacional.
- Los niveles de poda evaluados no mostraron un impacto significativo sobre la productividad del cultivo de cacao.
- La fertilización convencional basada en el fertilizante 10 – 30 – 10 y orgánica con el abono Biogrowth, fueron efectivas para incrementar la productividad del cacao nacional.
- La fertilización formulada no mostraron efectividad sobre la productividad y sanidad del cacao Nacional, posiblemente por el exceso de nitrógeno.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar ensayos de dosis crecientes de nitrógeno y parcelas de omisión de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización.
- Evaluar niveles de poda más agresivos con la finalidad de tener relaciones C/N más adecuadas para inducir mayor cuajado y fructificación.
- Evaluar nuevas dosis y frecuencias del abono orgánico Biogrowth en la productividad del cultivo de cacao.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, M., N. Garcés, F. Guridis y J. Pino. 2014. Una revisión sobre indicadores integradores para evaluar el impacto de las sustancias húmicas sobre el sistema suelo-agua de lixiviación (I). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 23(3): 83 – 88.
- Armenta, A.; García, C.; Camacho, R.; Apodaca, M.; Montoya, L. y Nava, E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai* 6(1): 51 – 56.
- AGRO. 2003. El mercado de la agricultura orgánica. (En línea).EC. Consultado, 17 mar. 2013. Formato PDF. Disponible en [www.teorema.com.mx/articulos.php?id\\_sec=47&id\\_art=4572&id\\_ejemplar=93-44k](http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=47&id_art=4572&id_ejemplar=93-44k).
- Aguado, G.; Moreno, B.; Jiménez, B.; García, E. y Preciado, R. 2012. Impacto de los sideróforos microbianos y fitosideróforos en la asimilación de hierro por las plantas: Una revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(1): 9 – 21.
- Adejobi, K.; Akanbi, O.; Ugioro, O.; Adeosun, S.; Mohammed, I.; Nduka, B. and Adeniyi, D. 2014. Comparative effects of NPK fertilizer, cowpea pod husk and some tree crops wastes on soil, leaf chemical properties and growth performance of cocoa (*Theobroma cacao* L.). *African Journal of Plant Science* 8(2): 103 – 107.
- Álvarez, F.; Rojas, J. y Suárez, J. 2015. Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo forestal en Rivera (Huila, Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(2): 307 – 314.
- Azángaro, J. 2005. Curso práctico de injertos, Ediciones RIPALME, p28.
- Brar, M. e Imas, P. 2014. Potassium and nitrogen use efficiency. International Potash Institute (IPI). 20 p.
- Carvajal, J. y Mera, A. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia* 5(2): 77 – 96.
- Casierra, F.; Sepúlveda, C. y Aguilar, O. 2008. Brotación del manzano (*Malus domestica* Borkh. cv. “ANA”) en respuesta a la época de defoliación. *Revista Actualidad y Divulgación Científica* 11(1): 113 – 122.

- CIAAL (Centro de Investigaciones Agroalimentarias), 2006. Mercado mundial del cacao. (En línea). Consultado el 19 de Mar. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/13373/1/mercadomundialcacao.pdf>.
- Cubero, D. y Vieira. M. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos. (En línea). Consultado el 10 de Febrero del 2016. Formato (PDF) Disponible en: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_061.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf)
- Díaz, O. y Montero, D. 2006. Determinación de la acción de E.M. (microorganismos eficientes) bajo condiciones de invernadero, sobre la actividad de intercambio catiónico, en la recuperación de un suelo de Mondoñedo. Tesis Ing. Ambiental y Sanitariol. US. Bogotá, COL. p 23 – 49.
- Drüge, U.; Zerche, S.; Kadner, R. 1998. Relation between nitrogen and soluble carbohydrate concentrations and subsequent rooting of chrysanthemum cuttings. *Advances in Hort. Sci.* 12:78-84.
- Dorliagro. 2001. Manual de productos orgánicos. División Agrícola de DORLIA.S.A. Quito, Ecuador, p. 9.
- De Almeida, A. y Valle, R. 2007. Ecophysiology of the cacao Tree. *Brazilian Journal Plant Physiology* 19(4): 425 – 448.
- Enríquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. 1 ed. Turrialba-Costa Rica. p 19-20.
- Enríquez, G, 1980. Boletín de cacao, Instituto Nacional de investigación Agropecuarias, Boletín divulgativo N. 04.39p.
- Enríquez, A. 2003. Characteristics of cocoa “Nacional” of Ecuador. In *Proceedings of the International Workshop on Conservation, Characterization and Utilization of cocoa Genetic Resources in the 21st century*. Port of Spain, Trinidad, CRU, the University of the West Indies, p 13-17.
- Enriquez, G. 2004. Cacao. Orgánico: guía para productores ecuatorianos. Manual No. 54. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador, pp 360.

- Fajardo, P. y Navarrete, A. 2011. Evolución del efecto de la aplicación del abono orgánico “valle del carrizal” en el cultivo de pimiento (*Capsicum annu*ml.) En la parroquia Ancón, Provincia de Santa Elena. Tesis. Ing. Agropecuaria. UPSE. La Libertad-EC. p.46-47.
- Fageria, N. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. Boca Raton, Florida, USA. 448 p.
- FEDECACAO. 2011. Generalidades del cultivo del cacao. (En línea). Consultado el 20 de Mar. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.fedecacao.com.co/cw/ca/eventos/2011monilia/com/fedecacao-generalidades-cultivo-cacao.pdf>.
- Grant, C., D. Flaten, D. Tomaszewicz y S. Sheppard. 2001. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. *Informaciones Agronómicas* 44: 1-5.
- Gutiérrez, M; Gómez, R. y Rodríguez, N. 2011. Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Bucaramanga-Colombia. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Vol. 12, núm. 1, p, 33-42.
- Hernández, J. 2016. Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis pernicios*a) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. *Revista Bioagro* 28(1): 59 – 64.
- ICCO (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas CATIE. Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación). 2003. Escuela de postgrado. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao*). Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE, p 23.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de la Estación Experimental Tropical Pichilingue). 2007. Manual del cultivo de cacao. 2a ED. Corregida y Aumentada. EET Pichilingue, Quevedo, Ecuador. Manual No 25, p 135.
- INIAP Estación Experimental Tropical “Pichilingue” Laboratorio de suelos, 2008.
- \_\_\_\_\_. 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. (En línea). Consultado el 18 de Mar. 2015. Formato PDF. Disponible en [http://www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/cultivoCacaoEcuador.pdf](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/cultivoCacaoEcuador.pdf).

- \_\_\_\_\_. 2009. EET 575 Y EET 576. Nuevos clones de cacao nacional para la zona de Manabí. Boletín divulgativo N° 346. p 4, 12,17.
- \_\_\_\_\_. 2010. Ficha técnica de cacao nacional *Theobroma cacao*. Boletín divulgativo. N° EET 103, EET 575, EET576. p 1.
- \_\_\_\_\_. 2012. Programa Nacional de cacao – poda de cacao. Boletín divulgativo N° 378. p 3 – 11.
- Jiménez, J. 2012. Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño. Tesis Ing. Agrónomo. UPEC. Tufiño-Carchi, EC. p 10 – 32.
- Julca, A., L. Meneses, R. Blas y S. Bello. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. IDESIA 24(1): 49 – 61.
- Kolmans E. y Vasquez D. 1996. Manual de agrícola ecológica. 1 ed. Managua, Enlace. p. 84-89.
- La Era Agrícola. 1988. Recomendaciones para el producto: El uso del abonado orgánico. (En línea). Consultado el 13 de Mar. 2015.
- Loli, O. 2012. Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de cacao. (En línea). Consultado el 02 de Junio del 2016. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-b-cacao.pdf>
- López, A. 2012. Asistencia Técnica dirigida en manejo de poda y fertilización en el cultivo de cacao. (En línea). Consultado el 10 de Febrero del 2015. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-c-cacao.pdf>
- Márquez, J. y Aguirre, M. 2008. Manual Técnico de Manejo Agrotécnico de las Plantaciones de Cacao. 1era ed. p 20 – 45.
- Martinez, E.; Fuentes, J. y Acevedo, E. 2008. Soil organic carbon and soil properties. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 8(1): 68 – 96.

- Navarro, M. y Mendoza, I. 2006. Cultivo de cacao en sistemas agroforestales. (En línea). Consultado el 18 de Mar.2015. Formato PDF. Disponible en [http://www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/Guia\\_Cacao\\_Para\\_Promotores.pdf](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Guia_Cacao_Para_Promotores.pdf).
- Nieto, A. 2002. El uso de la compost como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. (En línea). Consultado el 26 de Ene.2015. Disponible en <http://www:interciencia.org/v2708/nieto.pdf>.
- Oyewole, O.; Ajayi, O. and Rotimi. 2012. Growth of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seedlings on old cocoa soils amended with organic and inorganic fertilizers. African Journal of Agricultural Research 7(24): 3604 – 3608.
- Pérez, A.; Bustamante, C.; Martín, G.; Rivera, R.; Viñals, R. y Rodríguez, M. 2011. Fertilización nitrogenada después de la poda en café robusta en Cambisoles. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 46(8): 935 – 943.
- Puentes, Y.; Menjivar, J.; Gómez, A. y Aránzazu, F. 2014. Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. Acta Agronómica 63(2): 145 – 162.
- Rivera, R.; Valarezo, O.; Vera, L.; Chavarría, J. y Guzmán, A. 2014. Efecto de la poda fitosanitaria sobre la enfermedad escoba de bruja en el cultivo de cacao. Revista Intropica 9: 129 – 136.
- Restrepo J. 2002. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Agricultura orgánica. A preguntas directas, respuestas prácticas. 1 ed. Santiago de Cali, Litocencia. p. 35-66-67-70-71
- Rusch, H. 1987. Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie Biologischen Denkens. Heidelberg. DE, Editorial Kart F. Haug. 243 p.
- Rodríguez V. 2002. Fertilizantes orgánicos. (En línea). Informe. Consultado el 12 de Mar. 2015.
- Ruf, F. 2012. Cocoa and fertilizers in west-Africa. Baoulé, Costa de Marfil. 5 p.
- Sánchez, F.; Medina, S.; Díaz, G.; Ramos, R.; Vera, J.; Vásquez, V.; Troya, F.; Garcés, F. Onofre, R. Potencial sanitario y productivo de doce clones de cacao en Ecuador. Revista Fitotecnia Mexicana 38(3): 265 – 275.

- Sarabia, W. 2008. Diagnóstico sobre la rehabilitación y recuperación de la capacidad productiva de huertas tradicionales de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis Ing. Agrónomo. UAE. Milagro-Guayas, EC. p 23 – 45.
- Sojo S. 2007. Definición de Fertilización Ecológica. (En línea). Consultado el 7 de may. 2010.
- Tellez V. 2003. Los abonos agroecológicos. Que son los abonos orgánicos. En línea. Consultado el 12 Diciembre.
- Suarez, Y. y Hernández, F. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao L.*) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). (En línea). Consultado el 19 de Marzo. Formato (PDF). Disponible en <http://www.fedecacao.com.co/cw/ca/doctecnicos/fedecacao-dt-manejo-enfermedades-enfasis-cacao-monilia.pdf>.
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ediciones UPS. p. 46.164.
- Vera, J. 2003. Material de siembra y propagación. In manual del cultivo de cacao, “2da edición. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, p 24-37.
- Walker, A. y Pilbeam, D. 2007. Hambook of Plant Nutrition. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. Boca Raton, Florida, USA. 662 p.
- Wiendl, T. 2013. Potasio, o elemento da qualidade na producto agrícola. International Potash Institute (IPI). 38 ph

# ANEXO

## ANEXO 1

### PODA DE LOS CLONES DE CACAO EN ESTUDIO



## ANEXO 2

### PODA DE LOS CLONES DE CACAO NACIONAL EN ESTUDIO COMO LO INDICAN LOS TRATAMIENTOS.



### ANEXO 3

#### MEZCLA DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS PARA FORMULAR LA DOSIS DE LABORATORIO



### ANEXO 4

#### PESADO DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTES PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO



**ANEXO 5**

**LOS FERTILIZANTES LISTOS PARA SER APLICADOS COMO LO INDICAN  
LOS TRATAMIENTOS Y SUS RESPECTIVAS REPLICAS**

**ANEXO 6**

**HOLLADO PARA APLICAR EL FERTILIZANTE COMO LO INDICAN LOS  
TRATAMIENTOS**



## ANEXO 7

### APLICACIÓN DE FERTIZANTE AL SUELO



## ANEXO 8

### DIVISIÓN DE LAS PARCELAS



**ANEXO 9****DIVISIÓN Y ROTULADO DE LOS TRATAMIENTOS****ANEXO 10****CONTEO DE BROTES EMITIDOS DESPUÉS DE LA PODA**

## ANEXO 11

### CONTEO DE FLORES EMITIDAS



## ANEXO 12

### EVALUACIÓN DE FRUTOS CUAJADO



## ANEXO 13

**EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES MAZORCAS SANAS Y PESO DE ALMENDRA EN BABA PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS Y SUS RÉPLICAS**