



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

**“VALIDACIÓN DE DOS OPCIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL  
CULTIVO DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.)”**

**MODELO: INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA**

**AUTOR:**

**PABLO IVÁN GÓMEZ ALVARADO**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN: Dr.  
Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2017**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

El presente Trabajo de Titulación “VALIDACIÓN DE DOS OPCIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.)”, realizado por el estudiante **PABLO IVÁN GÓMEZ ALVARADO**, bajo la dirección del **Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**, ha sido aprobado y aceptado por el tribunal de sustentación, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Tribunal de Sustentación:**

  
\_\_\_\_\_  
**Q.f. Martha Mora Gutiérrez, MSc.**  
**PRESIDENTA**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc.**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire, MSc.**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Anderson, por ser lo que más amo en esta vida.

A mi mamita Luisa, quien es lo más importante de mi vida, por su comprensión, confianza, por ser mi sostén emocional, por todos sus desvelos hacia mí y su apoyo incondicional.

A Hugo, mi querido papito, que la vida no le dio la oportunidad de ver este momento tan especial.

PABLO IVÁN

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi padre celestial, por sus constantes bendiciones.

A mi Director del Trabajo de Titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc, por su ayuda en mi proyecto y guía para llegar cumplir este gran sueño.

Al Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc. por su revisión estadística.

A la QF. Martha Mora Gutiérrez MSc. y el Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre MSc. por su revisión.

PABLO IVÁN

## CERTIFICADO DEL GRAMATÓLOGO

Yo, **Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.** con domicilio ubicado en la ciudad de Milagros, por el presente **CERTIFICO**: que he revisado la tesis de grado elaborada por la Sr. **PABLO IVÁN GÓMEZ ALVARADO** con C.I. 0917530255 previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, cuyo tema es: **“VALIDACIÓN DE DOS OPCIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.)”**

La tesis de grado arriba señalada ha sido escrita de acuerdo a las normas gramaticales y de sintaxis vigentes de la Lengua Española. Incluirse con normas ISO-690 del Instituto Internacional de Cooperación Agrícola (IICA) en lo referente a la redacción académica.



---

**Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**

**CI: 0906941521**

**Teléfono: 0427103496 celular: 0981969069**

**No Registro SENESCYT: 1006-13-86034246**

**Fecha de registro: 28-03-2013**

## CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En mi calidad de Director del Trabajo de Titulación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

Certifico que: he dirigido y revisado el trabajo de Titulación presentado por **PABLO IVÁN GÓMEZ ALVARADO**, con C.I. 0917530255 previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo cuyo tema es: **VALIDACIÓN DE DOS OPCIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma Cacao* L.)**.

Revisado y corregido que fue el Trabajo de Titulación, se aprobó en su totalidad, lo certifico:



---

**Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

La responsabilidad por las investigaciones, resultados y conclusiones del presente trabajo pertenecen exclusivamente a su autor y a la Universidad de Guayaquil.

  
**Egdo:** Pablo Iván Gómez Alvarado

**Ci:** 0917530255

**Celular:** 0990860286

**E-mail:** pablogomez2206@yahoo.com



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TITULO Y SUBTITULO:</b> Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )		
<b>AUTOR:</b> Pablo Iván Gómez Alvarado	<b>DIRECTOR:</b> Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b> Ciencias Agrarias	
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Agronómica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		<b>N. DE PAGS:</b> 67
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> fertilización, manejo, cacao, rendimiento, producción		
<p><b>RESUMEN:</b> El presente trabajo de investigación se realizó en el período seco en los meses de junio hasta diciembre del 2016, en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 vía Duran-Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas. Con el objetivo de estudiar la respuesta agronómica del cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>), a la aplicación de la fertilización orgánica y química. Para ello se trazaron los siguientes objetivos específicos: 1) Evaluar agronómicamente el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo de cacao, 2) Realizar un análisis económico de los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes químicos en el cultivo de cacao. Se estudiaron tres tratamientos, que resulta de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos y químicos, más un testigo absoluto sin aplicación de ningún nutriente, estos se dan a continuación. Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y seis repeticiones, para 18 unidades experimentales. Para el análisis estadístico se trabajó con el análisis de varianza y para delimitar las diferencias estadísticas, se procedió a la comparación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidades. Se concluye: 1) Las diferentes aplicaciones de nutrientes no causaron efectos en la cantidad de frutos enfermos, 2) Los tratamientos con fertilizantes químicos y orgánicos obtuvieron las mayores cantidades de frutos sanos con 21,33 y 20,00, respectivamente, 3) El rendimiento se benefició con las aplicaciones de los fertilizantes, el químico con 1,35 y el orgánico con 1.27 t/ha y 4) El tratamiento con fertilizante químico alcanzó el mayor beneficio económico con una tasa de retorno marginal de 183 %.</p>		
<b>N. DE REGISTRO:</b>		<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>
<b>DIRECCIÓN URL:</b>		
<b>ADJUNTO URL:</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0990860286	<b>E-mail:</b> pablogomez2206@yahoo.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b> Ciudadela Universitaria “Dr. Salvador Allende”	<b>Nombre:</b> Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc. <b>Teléfono:</b> 2288040 <b>E-mail:</b> <a href="http://www.ug.edu.ec/facultades/cienciasagrarias.aspx">www.ug.edu.ec/facultades/cienciasagrarias.aspx</a>	

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Portada	i
Tribunal de sustentación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Certificado de Gramatólogo	v
Certificado del Director del Trabajo de Titulación	vi
Responsabilidad	vii
Repositorio Nacional en Ciencia y Tecnología	viii
Índice general	ix
Índice de cuadros del texto	xii
Índice de figuras del texto	xiii
Índice de cuadros de los anexos	xiv
Índice de figuras de los anexos	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.2. Formulación del problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Factibilidad	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos Específicos	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Revisión de literatura	5
2.1.1. Orígenes del cacao	5
2.1.2. Taxonomía del cacao	5
2.1.3. Morfología	5
2.1.3.1. Sistema radicular	6
2.1.3.2. Tallo	6
2.1.3.3. Hojas	7
2.1.3.4. Floración	7

	Pág.
2.1.3.5. Fruto	7
2.1.3.6. Semillas	8
2.1.4. Características edafoclimáticas	8
2.1.5. Principales Variedades	10
2.1.6. Labores culturales	11
2.1.7. Plagas y Enfermedades.	11
2.1.8. Importancia	12
2.1.9. Fertilización	12
2.1.9.1. Fertilización orgánica	13
2.1.9.2. Fertilización química	16
2.1.10. Grados de los fertilizantes	16
2.1.11. Nutrición	17
2.1.11.1. Nitrógeno	17
2.1.11.2. Nitrógeno orgánico	17
2.1.11.3. Nitrógeno inorgánico	18
2.2. Hipótesis	19
2.2.1. Hipótesis nula	19
2.2.2. Hipótesis alternativa	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Características del área	20
3.1.1. Localización del ensayo	20
3.1.2. Ubicación geográfica	20
3.1.3. Condiciones climáticas	20
3.1.4. Clasificación ecológica y características del suelo	21
3.2. Materiales y equipos	21
3.2.1. Material genético	21
3.2.2. Herramientas	21
3.2.3. Equipos	21
3.2.4. Insumos	21
3.3. Metodología de la investigación	22
3.3.1. Factores estudiados	22
3.3.2. Tratamientos estudiados	22
3.3.3. Diseño experimental y modelo estadístico	22

	Pág.
3.3.4. Análisis funcional	23
3.3.5. Delineamiento experimental	24
3.4. Manejo del experimento	24
3.4.1. Señalización de plantas	24
3.4.2. Aplicación de los tratamientos	24
3.4.3. Control de malezas	25
3.4.4. Control de insectos-plaga	25
3.4.5. Riego	25
3.4.6. Cosecha	25
3.5. Variables estudiadas	25
3.5.1. Números de frutos enfermos	25
3.5.2. Números de frutos sanos	25
3.5.3. Rendimiento de cacao seco	26
3.6. Análisis económico	26
IV. RESULTADOS	27
4.1. Números de frutos enfermos	27
4.2. Números de frutos sanos	28
4.3. Rendimiento de cacao seco	29
4.4. Análisis económico	31
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
VII. RESUMEN	37
VIII. SUMMARY	38
IX. BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	43

## ÍNDICE DE CUADROS DEL TEXTO

	Pág.
Cuadro 1. Combinación de los tratamientos estudiados	22
Cuadro 2. Fuentes de variación y grados de libertad para el Análisis de Varianza	23
Cuadro 3. Especificaciones del ensayo	24
Cuadro 4. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable número de frutos sanos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	30
Cuadro 5. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable rendimiento, expresada en Tm/ha, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	31
Cuadro 6. Análisis de Presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	33
Cuadro 7. Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	34

Cuadro 8.	Análisis marginal obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	34
-----------	--	----

### ÍNDICE DE FIGURAS DEL TEXTO

Figura 1.	Comportamiento de los promedios de la variable número de frutos enfermos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	28
Figura 2.	Comportamiento de los promedios de la variable número de frutos sanos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	29
Figura 3.	Comportamiento de los promedios de la variable rendimiento, expresada en Tm/ha, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	31

## ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

	Pág.
Cuadro 1A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 1, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	45
Cuadro 2A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 1	45
Cuadro 3A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 2, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	46
Cuadro 4A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 2	46
Cuadro 5A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 3, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	47
Cuadro 6A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 3	47
Cuadro 7A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 4, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	48

	Pág.
Cuadro 8A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 4	48
Cuadro 9A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 5, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	49
Cuadro 10A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 5	49
Cuadro 11A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 6, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	50
Cuadro 12A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 6	50
Cuadro 13A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 7, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	51
Cuadro 14A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 7	51
Cuadro 15A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 8, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	52

	Pág.
Cuadro 16A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 8	52
Cuadro 17A. Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	53
Cuadro 18A. Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos de la suma de todas las cosechas	53
Cuadro 19A. Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 1, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	54
Cuadro 20A Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 1	54
Cuadro 21A Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 2, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	55
Cuadro 22A Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 2	55
Cuadro 23A Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 3, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	56

		Pág.
Cuadro 24A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 3	56
Cuadro 25A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 4, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	57
Cuadro 26A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 4	57
Cuadro 27A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 5, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	58
Cuadro 28A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 5	58
Cuadro 29A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 6, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	59
Cuadro 30A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 6	59
Cuadro 31A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 7, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	60

	Pág.	
Cuadro 32A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 7	60
Cuadro 33A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 8, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	61
Cuadro 34A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 8	61
Cuadro 35A	Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	62
Cuadro 36A	Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos de la suma de todas las cosechas	62
Cuadro 37A	Datos sobre la variable rendimientos en Tm/ha, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> )”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	63
Cuadro 38A	Análisis de la varianza de la variable rendimientos, obtenidos de la suma de todas las cosechas	63

## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

	Pág.
Figura 1A. Croquis de campo del ensayo	64
Figura 2A. Autor en el inicio del experimento en el cacao variedad CCN – 51	65
Figura 3A. El autor junto al Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc. Director Trabajo de titulación	65
Figura 4A. Visita al área investigativa del director del trabajo de titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc., el Ing. Carlos Becilla Justillo, MSc. Decano y el Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc. Miembro del tribunal examinador	66
Figura 5A. Autor de la tesis junto al director del trabajo de titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc. y la QF. Martha Mora Gutiérrez, MSc, Presidenta del Tribunal de Sustentación	66
Figura 6A. El autor fertilizando el cultivo de cacao	67
Figura 7A. El autor cosechando el cacao maduro	67
Figura 8A. Uno de los Fertilizantes químicos utilizados (Urea 46 %N)	68
Figura 9A. Otro de los Fertilizantes químicos utilizados (Muriato de Potasio 60 % K <sub>2</sub> O)	68

## I. INTRODUCCIÓN

La domesticación, cultivo y consumo del cacao fueron realizados por los toltecas, aztecas y mayas hace unos 2000 años; sin embargo, investigaciones recientes indican que al menos una variedad de cacao tiene su origen en la Alta Amazonía, hace 5000 años. Cuando los españoles llegaron a América, los granos de cacao eran usados como moneda y para preparar una deliciosa bebida y, un siglo después, las semillas fueron llevadas a Europa donde desarrollaron una receta añadiéndole vainilla y dulce **(Guerreros, 2013)**.

La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, sin embargo en la actualidad mediante estudios de investigaciones realizadas se ha obtenido un sin número de variedades genéticas para mejorar la producción **(ANECACAO, 2015)**.

Es una de las plantas más importantes debido a sus semillas extraídas del fruto que es la parte más importante de la planta, mediante estas se extraen diversos productos derivados de cacao como pueden ser manteca de cacao, polvo de cacao, jugo de cacao entre otros **(Pacheco, 2016)**.

Esta planta presenta una raíz principal denominada raíz pivotante, donde se desarrollan las raíces secundarias las cuales son de gran importancia para la absorción de nutrientes y agua del suelo, tallo es muy importante ya que es el soporte de las ramas, hojas, flores y fruto, las hojas son de distintos colores y tamaños pero ayudan a respiración de la misma, flores son cauliflor es decir que las flores y frutos se forman en el tallo y las ramas maduras, la flor es hermafrodita, pequeña (1-2 cm de diámetro), pentámera y sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm., con una constricción en su base, frutos también conocidos como mazorcas estas varían de peso, tamaño, color y formas; y semillas se encuentran dentro las mazorcas pueden

contener entre 20 a 60 almendras, mediante estas se elaboran varios productos que son consumidos a nivel mundial por los humanos.

La fertilización se realiza mediante productos orgánicos o a base de productos químicos, pero siempre realizando un respectivo análisis de suelo para saber los nutrientes que le están haciendo falta al cultivo y así mejorar la producción de la cosecha.

La fertilización orgánica en el cultivo de cacao es una labor que tiende a mejorar o corregir las deficiencias nutricionales del suelo, Estos fertilizantes son de fácil preparación y manejo además como factor principal no contaminan el ambiente, pueden ser compost, purines, humus, etc.

La fertilización química en el cultivo de cacao es una práctica que se realiza en casos que los suelos sean demasiado pobres y acelerar la asimilación de los mismos para lograr el incremento del crecimiento y producción de las plantas, se realiza en base a compuestos químicos que aportan los nutrientes para las plantas (nitrógeno, fósforo y potasio) ya sean de manera solos o combinados pero dependiendo del análisis de suelo.

## **1.1. Problema**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Debido a la falta de investigación y aplicación de la fertilización orgánica en el cultivo de cacao, queremos reemplazar o aminorar la dosis de los químicos por la fertilización orgánica y así obtener un producto más limpio de químicos.

Por otro lado el costo de los fertilizantes químicos se ha incrementado en los últimos años y a ello se suma que cada vez se depende de cantidades mayores de estos fertilizantes.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Saber si mediante la fertilización orgánica obtenemos igual o mejor producción de cosecha de cacao en la estación experimental del km 48, de la Universidad de Guayaquil?

### **1.2. Justificación**

Que con la fertilización orgánica obtendré un producto de mejor calidad más saludable para los seres vivos.

Se justifica esta propuesta, ya que el sector posee una amplia producción agrícola de cacao, contribuyendo así a obtener la mayor rentabilidad y productividad del cultivo.

### **1.3. Factibilidad**

El proyecto es factible ya que el área donde se realizara la investigación posee las condiciones ambientales adecuadas, así también agua y suelos aptos para la llevar a cabo el proyecto.

Además se cuenta con el apoyo de la estación experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- Estudiar la respuesta agronómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), a la aplicación de la fertilización orgánica y química.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar agrónomicamente el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo de cacao.
- Realizar un análisis económico de los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes químicos en el cultivo de cacao.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Revisión de literatura

#### 2.1.1. Orígenes del cacao

El cacao es una planta originaria de América del Sur, del área que comprende la Amazonía (Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Venezuela). Antiguamente en México, los Aztecas lo consideraban "La bebida de los dioses", de allí deriva su nombre científico (Theo – broma, que significa bebida de dios). Fue llevado por los españoles a Europa, para luego convertirse en una de los productos más populares del mundo: el chocolate. Costa de Marfil y Ghana, son los países que lideran la producción de cacao convencional. Mientras que el Perú, es uno de los países que lidera la producción de cacao orgánico en el mundo (**Ramírez et al., 2009**).

#### 2.1.2. Taxonomía del cacao

Según **Rivadeneira, (2013)**, la taxonomía del cacao, es como sigue:

Reino: Plantae.  
Subreino: Tracheobionta  
División: Magnoliophyta.  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Malvales  
Familia: Malvaceae  
Género: *Theobroma*  
Especie: *T. cacao*

#### 2.1.3. Morfología

El árbol del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros, con excepción del cacao Nacional del Ecuador y del Amelonado de África

Occidental, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros **(Batista, 2009)**.

#### **2.1.3.1. Sistema radicular**

Es donde inicia el crecimiento del tronco y se forma o desarrolla el sistema radicular, existe una zona de transición bien definida conocida como cuello de la raíz. En plantas reproducidas por semillas el sistema radicular está compuesto por una raíz principal denominada raíz pivotante o raíz primaria, la cual crece hacia abajo de forma recta, se desarrollan las raíces secundarias a 15 – 20 cm de profundidad, tienen un crecimiento hacia abajo en dirección a la roca madre o hacia la capa freática **(Batista, 2009)**.

El mismo autor plantea, que la forma y desarrollo de las raíces del cacao dependen principalmente de la textura, estructura y consistencia del suelo así como del modo de reproducción. En suelos profundos bien aireados su crecimiento puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad; en suelos pedregosos su crecimiento es tortuoso.

#### **2.1.3.2. Tallo**

La planta proviene de semilla que produce un tallo erecto el cual puede llegar a medir de 1m a 1,50m de altura, de este emergen las ramas en número de 3 a 5 con un crecimiento horizontal formando el llamado abanico o horqueta. Una vez formado la horqueta la yema terminal se elimina, y el siguiente crecimiento vertical ocurre por un chupón que sale de la parte inferior de la horqueta y asciende para luego repetir de la misma manera unos centímetros más arriba, la ramificación del tallo principal y forma un segundo estrato **(Torres, 2012)**.

**Doste et al., (2011)**, describe, el tallo es glabro o parcialmente pubescente en ejes jóvenes. La corteza es oscura, gris-café. Las ramas son cafés y finamente vellosas.

### **2.1.3.3. Hojas**

Según **Torres, (2012)**, durante su formación, crecimiento y estado adulto, el nervio central es prominente y el ápice de la hoja es agudo, cuando la planta es adulta, las hojas son de color verde oscura y delgadas, de tamaños medianos y su textura es firme, se encuentran unidas a las ramas por el peciolo (tiene una hinchazón llamada yema el mismo que usan para los injertos).

El propio autor plantea además que las hojas de la periferia que están muy expuestas a la luz solar son más pequeñas que las ubicadas en el interior del árbol. Las hojas adultas del cacao criollo son más grandes que las del cacao Forastero.

### **2.1.3.4. Floración**

El cacao es cauliflor, lo que indica que los frutos y flores comienzan a formarse en el tallo y las ramas maduras. El árbol produce las inflorescencias en pequeños salientes denominadas cojinetes florales **(INTA, 2010)**.

La misma fuente, describe a la flor como hermafrodita, pequeña (1-2 cm de diámetro), pentámera y sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm, con una constricción en su base. Posee cinco sépalos unidos en su base, de color blanco o rosado, con pétalos alternos fusionados a los sépalos. Cada pétalo está formado de un capuchón, cogulla o concha, que cubre las anteras del estambre.

### **2.1.3.5. Fruto**

El fruto o conocida como mazorca de cacao, varia de peso, tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de que puede medir un aproximado de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro **(MISTI, s.f.)**.

La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática **(ECURED, s.f.)**.

En su interior contiene entre 20 y 60 semillas dispuestas en 5 filas rodeadas con una pulpa gelatinosa y azucarada. Cuando el fruto está maduro, se corta y se extraen sus semillas, se las fermenta retirando la baba de la semilla y se seca. El color interno de grano es de color marrón oscuro y tiene un agradable sabor **(PROECUADOR, 2013)**.

#### **2.1.3.6. Semillas**

La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión que está protegido por ambos cotiledones. El endosperma es sumamente reducido y toma la forma de una membrana conocida como testa, la cual es delgada y coriácea envuelta en su periferia por una pulpa ácida y azucarada que se llama mucílago **(Batista, 2009)**.

El fruto del cacao puede contener entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético. En el cacao tipo Criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido. En el cacao Forastero, las semillas tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta púrpura **(Dostert et al., 2011)**.

#### **2.1.4. Características edafoclimáticas**

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 **(ECURED s.f.)**.

Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25° S. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2 600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao **(Paredes, 2003)**.

**Batista, (2009)**, plantea que los suelos de textura media, o sea los suelos arcillo-arenosos, con un espacio radical de profundidad de 1 metro, con buena capacidad de drenaje, donde no ocurran encharcamientos de agua en los períodos de mucha lluvia y donde el pH es de 5,5 a 6,5 son los buenos para cultivar cacao.

Para que el establecimiento de la planta de cacao sea adecuado, es requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodean la planta, el viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía. En este cultivo se utilizan os tipos de sombra: la temporal y la permanente **(Dirección, 1991)**.

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo. Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4,0 y 7,0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo **(Perugachi y Olmedo, 2016)**.

### 2.1.5. Principales Variedades

Según la **Asociación Nacional del Cacao, (2004)**, existen dos variedades de cacao:

- Forastero (Trinitario) o cacao amargo. Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, Sambito, Calabacillo y Angoleta.
- -Criollo, híbridos o cacao dulce. Actualmente están sustituyendo a las plantaciones antiguas de Forasteros debido a su mayor adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por sus frutos de mayor calidad. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares.
- En el caso de Ecuador, existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de “Nacional”, el cual se lo reconoce por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido a nivel mundial con la clasificación fino o de aroma. Así mismo, desde el siglo XIX el cacao era cultivado en zonas de la cuenca alta de los ríos Daule y Babahoyo, los cuales forman el Río Guayas y era transportado hasta el puerto de Guayaquil para su exportación, razón por la cual se le dio el nombre de “cacao arriba” **(PROECUADOR, 2013)**.

### 2.1.6. Labores culturales

La poda es una de las prácticas culturales más importantes en el sistema productivo del cultivo de cacao; organiza la estructura o arquitectura principal del árbol, manteniendo y aumentando la productividad y calidad de la producción. Además, agiliza las demás labores culturales y disminuye los costos de producción (**Alarcón et al., 2012**).

En general, se considera que hay varios tipos de poda. Está la poda que se realiza durante los primeros 3 años de edad de la plantación, la cual se conoce como **poda de formación temprana**. También está la **poda de mantenimiento**, que es la que se realiza en la planta durante su vida productiva, para regular su crecimiento, desarrollo y darle sanidad a la misma. Cuando las podas no se realizan con la frecuencia necesaria y en la forma correcta, cada vez la labor se vuelve más complicada, requiriéndose un mayor esfuerzo para la recuperación de los árboles, por lo tanto en casos extremos la práctica se convierte en lo que se conoce como **poda de rehabilitación** (**INFOCACAO, 2015**).

### 2.1.7. Plagas y Enfermedades

En la actualidad, las enfermedades del cacao con mayor potencial de daño son las causadas por hongos basidiomicetes del género *Moniliophthora*. Estos son *Moniliophthora roreri* (moniliasis) y *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja). La moniliasis es la enfermedad que genera mayor preocupación, ya que es una gran amenaza para la producción mundial (**Jaimes et al., 2010**).

Mazorca negra o fitoptora. Es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora sp.* ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. En este cultivo se han reportado siete especies patógenas: *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae* var. *Parasitica*, *P. megasperma* y *P. arecae*. El género *Phytophthora* se encuentra distribuido

en todo el mundo; predominan diferentes especies de acuerdo con la zona geográfica y el hospedero **(Alarcón et al., 2012)**.

Los mismos autores, describen la Rosellinia como una enfermedad conocida como llaga estrellada o podredumbre negra de la raíz. Afecta, inicialmente, todo el sistema radical de la planta, y posteriormente, el cuello del tallo, hasta causar la muerte **(Súarez y Hernández, 2010)**.

### **2.1.8. Importancia**

A nivel nacional, es una de las plantas más importantes debido a sus semillas extraídas del fruto que es la parte más importante de la planta, mediante estas se extraen diversos productos derivados de cacao como pueden ser manteca de cacao, polvo de cacao, jugo de cacao entre otros **(Pacheco, 2016)**.

El propio autor plantea, que de esta manera es un cultivo de mucha importancia porque son exportados a mercados nacionales e internacionales, ya sea en producto crudo o ya sea procesado, y así mejorar la economía del país.

### **2.1.9. Fertilización**

Antes de iniciar cualquier tipo de fertilización es preciso conocer el nivel de fertilidad natural del suelo, para esto se deberá realizar un análisis de suelo. Una cosecha de cacao seco de 1000 Kg. extrae aproximadamente 44 Kg de Nitrógeno (N), 10 Kg de fosfato (P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>) y 77 Kg. de potasio (K<sub>2</sub>O). Si las mazorcas se partieren en el mismo campo y las cáscaras quedasen en el suelo, se reciclará aproximadamente 2 Kg de N, 5 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 24 Kg de K<sub>2</sub>O. Por lo tanto, todo suelo que se explota tiende a empobrecerse y a reducir su capacidad de alimentar a las plantas, en consecuencia decae la producción e frutos. Por lo que es necesario mejorar los suelos adicionando oportunamente abonos orgánicos o fertilizantes químicos **(Mendis, 2003)**.

La combinación de abono orgánico / materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico / la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales, provee los nutrientes que las plantas necesitan **(FAO, 2002)**.

Un error frecuente de la agricultura convencional es creer que los suelos pueden alcanzar un equilibrio nutricional adecuado y alimentar convenientemente a las plantas, sin la presencia de un nivel suficiente de humus y una buena actividad biológica. Por lo tanto, en agricultura ecológica los aportes orgánicos deben siempre constituir la base del abonado, siendo los abonos minerales el complemento (“la sal en la sopa”) **(González et al., 2008)**.

Si el suministro de nutrientes es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse **(FAO, 2002)**.

#### **2.1.9.1. Fertilización orgánica**

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos **(Mosquera, 2010)**.

La fertilización orgánica en el 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 **(Álvarez et al., 2015)**.

La aplicación se la realizara con una dosis dependiendo al análisis del suelo y que en ellos exista humedad, ya sea por las presencias de lluvias (invierno) o por riego aplicando (verano) **(Ramírez et al., 2013)**.

**Zuñigas et al., (2009)**, define que existen diferentes tipos de abonos orgánicos, los que se diferencian por su forma de preparación, tipos de productos utilizados en su elaboración, tiempo de fermentación y forma de uso:

- Abono orgánicos sólidos: Aboneras simples, bocashi, lombricompost.
- Abonos verdes: Canavalia, gandul, frijol terciopelo, kudzu, dolichos, caupí, maní forrajero, etc.
- Abonos líquidos orgánicos o Biofertilizantes: de producción aerobia (con presencia de aire) y anaeróbicos (elaboración sin presencia de aire). Como purines de estiércol y plantas o mezclas de ambas, microorganismos eficientes y microorganismo de montañas.

Estos fertilizantes orgánicos se realizan 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 compost, purines, humus, etc. **(Ormeño y Ovalle, 2011)**.

#### **Compost:**

Es un abono orgánico que se obtiene por descomposición de residuos o desechos de plantas y animales que son transformados en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en Humus y microorganismo **(Mejías et al., 2002)**.

### **Humus de lombriz:**

Esta es una técnica que permite la reproducción de lombrices en cautiverio (cajones, lechos, camas) para producir humus sólido y líquido (ácido húmico); abonos que son ricos en macro y microelementos y además contienen una enorme carga microbiana, unos 200 000 millones por gramo. El Humus es el estado más avanzado en la descomposición de la materia orgánica y ayuda a mejorar las condiciones físico-químicas del suelo. Las lombrices son una excelente fábrica para producir humos y mejorar el suelo. Estas se alimentan de desechos orgánicos como estiércol de animales, residuos de plantas, papel, etc. que son transformados en lombricompost (**Fertilización orgánica, s.f.**).

El lombricompost es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Es de color negro, homogéneo y con olor a mantillo de bosque (**Zuñigas, et al., 2009**).

El mismo autor plantea, que la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) es una de las especies más utilizadas en el cultivo intensivo o en pequeña y en gran escala, bajo techo o a la intemperie con distintos tipos de alimentos y climas.

El humus, como cualquier otro abono, sirve para ser incorporado en los surcos de labranza o en las terrazas, puede ser utilizado en hoyos de plantación de cultivos anuales y perennes y en las siembras de hortalizas. El mismo día que se aplica el abono se puede sembrar las plantas, debido a que el abono está totalmente descompuesto y de ninguna manera afectará las semillas (**Escandón et al., 2016**).

### **Purines:**

El uso de los abonos orgánicos es una práctica tan antigua como el inicio de la agricultura, y sin duda, entre las más usadas, está la aplicación de residuos animales o vegetales. Entre otras prácticas, es de uso corriente en predios ganaderos la utilización de los residuos que se acumulan en los establos, los denominados “purines”, que consisten en una mezcla de las deyecciones sólidas y líquidas, acompañados de algunos residuos alimenticios **(Demagnet, 1995)**.

La aplicación se la realizara con una dosis dependiendo al análisis del suelo y que en ellos exista humedad, ya sea por las presencias de lluvias (invierno) o por riego aplicando (verano) **(AGROPECUARIOS.NET, 2013)**.

#### **2.1.9.2. Fertilización química**

La fertilización química en el cultivo de cacao es una práctica que se realiza en casos que los suelos sean demasiado pobres y acelerar la asimilación de los mismos para lograr el incremento del crecimiento y producción de las plantas. 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. La aplicación se realiza con una dosis dependiendo al análisis del suelo **(AGROPECUARIOS.NET, 2013)**.

#### **2.1.10. Grados de los fertilizantes**

Los fertilizantes que contienen sólo un nutriente primario son denominados fertilizantes simples. Aquellos conteniendo dos o tres nutrientes primarios son llamados fertilizantes multi nutrientes, algunas veces también fertilizantes binarios (dos nutrientes) o ternarios (tres nutrientes) **(FAO, 2002)**.

## **2.1.11. Nutrición**

### **2.1.11.1. Nitrógeno**

El Nitrógeno es el elemento básico para la síntesis de los constituyentes orgánicos más importantes de la planta. Es el componente esencial de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, aminos, amidas, nucleoproteínas, clorofila, etc. Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) y  $\text{NH}_4^+$  (amonio) (**Mengel, 1991**).

El mismo autor plantea, que la forma nitrato es la forma dominante porque en general se encuentra en cantidades superiores al amonio. La preferencia de las plantas por absorber amonio o nitrato está determinada por el estado fenológico, tipo de planta y medio ambiente. El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0,2 al 0,7 %. Estos porcentajes tienden a disminuir con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas. En el suelo podemos encontrar el nitrógeno en dos formas:

### **2.1.11.2. Nitrógeno orgánico**

Compone la mayor parte del nitrógeno total. Los valores normales están comprendidos entre 90- 95 % y puede encontrarse en organismos vivos (plantas y animales), residuos orgánicos (MOL) o humus estable (MOS). Se encuentra siempre en forma reducida, gran parte en forma de grupos amino ( $\text{NH}_2$ ). Las formas de nitrógeno orgánico llegan al suelo en forma reducida y en el suelo pueden ser inmovilizadas por los microorganismos o pueden ser oxidadas a formas de nitrógeno inorgánico llamado también nitrógeno mineral. Este nitrógeno puede ser fijado por las arcillas del suelo, absorbido por los microorganismos, transformado en gas o perdido por lixiviación (**Cao and Tibbits, 1994**).

### 2.1.11.3. Nitrógeno inorgánico

Puede encontrarse en la atmósfera del suelo como  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}$  y  $\text{N}_2\text{O}$  en constante difusión con la atmósfera libre o en la solución del suelo como  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . El nitrato y el amonio disueltos en la solución del suelo, pueden ser tomados directamente por las raíces de la planta **(Mengel, 1991)**.

La temperatura y el pH del medio radicular afectan de diferente forma la absorción de ambos tipos de iones. Se han encontrado en varias especies de cultivos que incrementos en el pH promueven la absorción del amonio, mientras que una reducción del mismo favorece la absorción del nitrato **(Cao and Tibbits, 1994)**.

El amonio debido a sus propiedades catiónicas, es fuertemente adsorbido por arcillas minerales cargadas negativamente, tales como la illita, vermiculita y montmorillonita **(Mengel, 1991)**.

En general, un medio nutritivo con un pH de 4,5 a 6,0 se considera óptimo para la absorción de  $\text{NO}_3^-$ , mientras que un pH de 6,0 a 7,0 se considera el óptimo para el  $\text{NH}_4^+$  **(Hageman, 1992)**.

El  $\text{NO}_3^-$  por su elevada movilidad en el suelo, debido a que no es adsorbido por los coloides y a que sus sales son solubles, se transporta hasta alcanzar los pelos radiculares por mecanismos de flujo de masa o por difusión. El  $\text{NH}_4^+$  presente en la solución del suelo se transporta solamente por difusión y se encuentra en equilibrio con el  $\text{NH}_4^+$  adsorbido por los coloides del suelo. En suelos bien aireados, la cantidad de  $\text{NH}_4^+$  de la solución del suelo es muy baja. Sin embargo, en suelos arcillosos la cantidad de amonio es muy elevada. Como estos suelos arcillosos se presentan con relativa frecuencia en regiones aptas para el cultivo, la asimilabilidad del  $\text{NH}_4^+$  requiere una atención particular, ya que en ocasiones puede ser más importante para la nutrición del cultivo que el  $\text{NO}_3^-$  **(Cao and Tibbits, 1994)**.

La absorción del nitrógeno por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del nitrógeno en los suelos agrícolas, las plantas pueden utilizar tanto la forma nítrica como la forma amoniacal. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una óptima producción y un beneficio económico. Finalmente, el nitrógeno absorbido por las raíces de las plantas es traslocado en el xilema a las partes superiores de la planta. La forma en la cual el nitrógeno es transportado depende de la fuente de nitrógeno absorbida y del metabolismo de la raíz **(Mengel and Kirby, 1987; Hageman, 1992; Maldonado, 1993)**.

## **2.2. Hipótesis**

### **2.2.1. Hipótesis nula**

La aplicación de fertilizantes orgánicos no ayuda en la producción y rentabilidad económica del cultivo de cacao de la estación experimental “Vainillo”

### **2.2.2. Hipótesis alternativa**

La aplicación de fertilizantes orgánicos ayuda en la producción y rentabilidad económica del cultivo de cacao de la estación experimental “Vainillo”

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del área

##### 3.1.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el período seco en los meses de junio hasta diciembre del 2016, en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 vía Duran-Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas geográficas, según web en línea (**GPS, 2016**).

Latitud	Sur	02° 20' 22”
Longitud	Oeste	79° 31' 43”
Altitud	m.s.n.m.	35,0

##### 3.1.3. Condiciones climáticas

De acuerdo a la información obtenida, el lugar presenta los siguientes datos climáticos.

Parámetros	um	Valor
Temperatura media anual	°C	25,35
Humedad relativa promedio anual	%	82,0
Heliofanía	Horas/luz/año	733,7
Precipitación promedio anual	mm	1557
Nubosidad	Cielo cubierto	7/8

**Fuente:** Estación agrometeorológica del ingenio San Carlos (**INHAMI, 2015**).

### **3.1.4. Clasificación ecológica y características del suelo**

La zona donde se realizó el ensayo es catalogada como bosque tropical húmedo.

El terreno es de topografía plana y regular, no tiene bosques primarios, de textura franco limoso, con un pH de 6,4 ligeramente ácidos, con bajo contenido de nitrógeno, medios en fósforo y potasio, y bajos en boro y zinc.

## **3.2. Materiales y equipos**

### **3.2.1. Material genético**

Se utilizó una plantación de cacao ya establecida, el híbrido CCN-51.

### **3.2.2. Herramientas**

Machetes, azadones, piolas, estaquillas, cinta métrica, cañas, pinturas y bomba de mochila.

### **3.2.3. Equipos**

Cámara fotográfica, computadora, calculadora, y balanza digital.

### **3.2.4. Insumos**

Fertilizantes orgánicos: Compost, humus y purines.

Fertilizantes inorgánicos: Urea, muriato y fosfato.

### 3.3. Metodología de la investigación

#### 3.3.1. Factores estudiados

- Fertilizantes orgánicos
- Fertilizantes químicos
- Testigo absoluto

#### 3.3.2. Tratamientos estudiados

Se estudiaron tres tratamientos, que resulta de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos y químicos, más un testigo absoluto sin aplicación de ningún nutriente, estos se dan a continuación (Cuadro 1).

**Cuadro1.** Combinación de los tratamientos estudiados.

Tratamientos	Productos	Dosis
T1	Fertilizantes orgánicos	400 gramos/árbol/año
T2	Fertilizantes químicos	375 gramos/árbol/año
T3	Testigo absoluto	0,0

#### 3.3.3. Diseño experimental y modelo estadístico

Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y seis repeticiones, para 18 unidades experimentales (Cuadro 2).

Como método para el análisis estadístico se escogió el análisis de varianza, con la ayuda del programa informático Infostat (**Di Rienzo et al., 2016**).

**Cuadro 2.** Fuentes de variación y grados de libertad para el Análisis de Varianza.

<b>F. de Variación</b>		<b>G. L.</b>
Repeticiones	(r-1) (6-1)	5
Tratamientos	(t-1) (3-1)	2
Error experimental	(t-1)(r-1) (5 x 2)	10
Total	(n-1) (18-1)	17

**Modelo estadístico:**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i=1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$\mu$  = parámetro, efecto medio

$\tau_i$  = parámetro, efecto del tratamiento I

$\beta_j$  = parámetro, efecto del bloque j

$\varepsilon_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i, j

$Y_{ij}$  = observación en la unidad experimental

**3.3.4. Análisis funcional**

Cuando se presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza, se procedió a la comparación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidades, con la ayuda del programa informático Infostat **(Di Rienzo et al., 2016)**.

### 3.3.5. Delineamiento experimental

**Cuadro 3.** Especificaciones del ensayo.

<b>Parámetros</b>	<b>um</b>	<b>Cant.</b>
Número de tratamientos	u	3
Número de repeticiones	u	6
Total de unidades experimentales	u	18
Plantas/unidad experimental	u	1
Distancia entre plantas	m	2,8
Distancia entre hileras	m	2,8
Área útil del experimento	m <sup>2</sup>	(16,8 x 8,4) = 141,12
Área total del experimento	m <sup>2</sup>	(18,8 x 10,4) = 195,52

### 3.4. Manejo del experimento

La investigación se realizó a campo abierto, con las siguientes actividades recomendadas para el desarrollo óptimo del cultivo.

#### 3.4.1. Señalización de plantas

Se procedió a señalar las plantas, donde se aplicaron los diferentes tratamientos mencionados.

#### 3.4.2. Aplicación de los tratamientos

Se aplicó en el suelo alrededor de la planta a unos 50 cm de diámetro, haciendo una zanja para colocar el fertilizante y luego cubrirlo con tierra para que la planta aproveche mejor, también el suelo se mantuvo húmedo durante la aplicación.

### **3.4.3. Control de malezas**

Se realizó de forma manual con machetes y azadones.

### **3.4.4. Control de insectos-plaga**

Ante la presencia de áfidos y ácaros, se procedió a su control con aplicación de Thiodan 35 PM a dosis de 1,5 l/ha.

### **3.4.5. Riego**

El cultivo se regó por el método de riego superficial, cada 15 días.

### **3.4.6. Cosecha**

La cosecha se llevó a cabo cuando los frutos estaban maduros, iniciando el 19 de noviembre con una frecuencia cada 15 días.

## **3.5. Variables estudiadas**

Para las evaluaciones se tomaron las plantas seleccionadas cada parcela, que posteriormente se promediaron.

### **3.5.1. Números de frutos enfermos**

Esta variable se realizó mediante el conteo directo y eliminación de los frutos enfermos, evitando de esta manera que los frutos infectados principalmente por *Monilia sp.* sirvan como fuente de infección a los frutos sanos próximos a la maduración.

### **3.5.2. Números de frutos sanos**

Para obtener los datos de esta variable, se registró mediante el conteo de los frutos sanos al momento de la cosecha. Con una frecuencia cada 15

días, con el propósito de evitar la sobre maduración de los frutos en el campo.

### 3.5.3. Rendimiento de cacao seco

Esta variable se realizó mediante la recolección de los frutos sanos en cada tratamiento por medio de la cosecha, el peso ajustado se halló con una humedad inicial de los frutos del 40 % y con humedad deseada de 7 %. Este resultado por simple regla de tres se lleva a hectárea y se obtiene el rendimiento de cacao seco/hectárea /año.

$$Pa = \frac{(100 - Hi) \times Pm}{100 - Hd}$$

**Dónde:**

Pa = peso ajustado (kg/ha)

Hi = humedad inicial (%)

Pm = peso de la muestra (g)

Hd = humedad deseada (%)

### 3.6. Análisis económico

Este se realizó utilizando la metodología del presupuesto parcial, descrito por el programa de economía (**CIMMYT, 1988**).

Se calcularon los beneficios netos de cada tratamiento, para ello primero se calculó los costos variables atribuibles a cada tratamiento y los beneficios brutos por el precio que se cotiza en el mercado, a partir del rendimiento ajustado al 5 % para que se acomode más a la realidad.

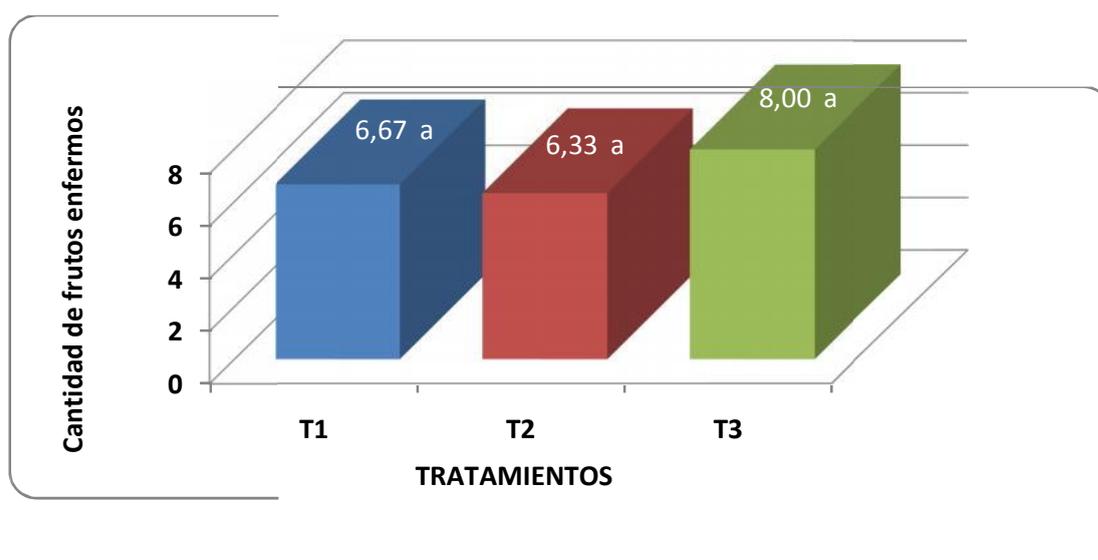
Posteriormente se realizaron los análisis de dominancia y el marginal para determinar el mejor tratamiento económicamente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Números de frutos enfermos

De acuerdo al análisis de varianza realizado a esta variable, se puede apreciar que no existen diferencias significativas en los tratamientos. El promedio general es 7,0 frutos enfermos por planta y el coeficiente de variación de 38,69 % (Cuadro 18A).

En la variable de frutos enfermos se observa, que el tratamiento dos (Fertilizantes químicos) presenta el valor promedio menor con 6,33 frutos por planta y el valor promedio más elevado se muestra en el tratamiento tres (Testigo) con 8,0 frutos enfermos por planta. El tratamiento dos presenta un 26 % menos de frutos enfermos que el tratamiento testigo (sin aplicaciones) (Figura 1 y Cuadro 17A).

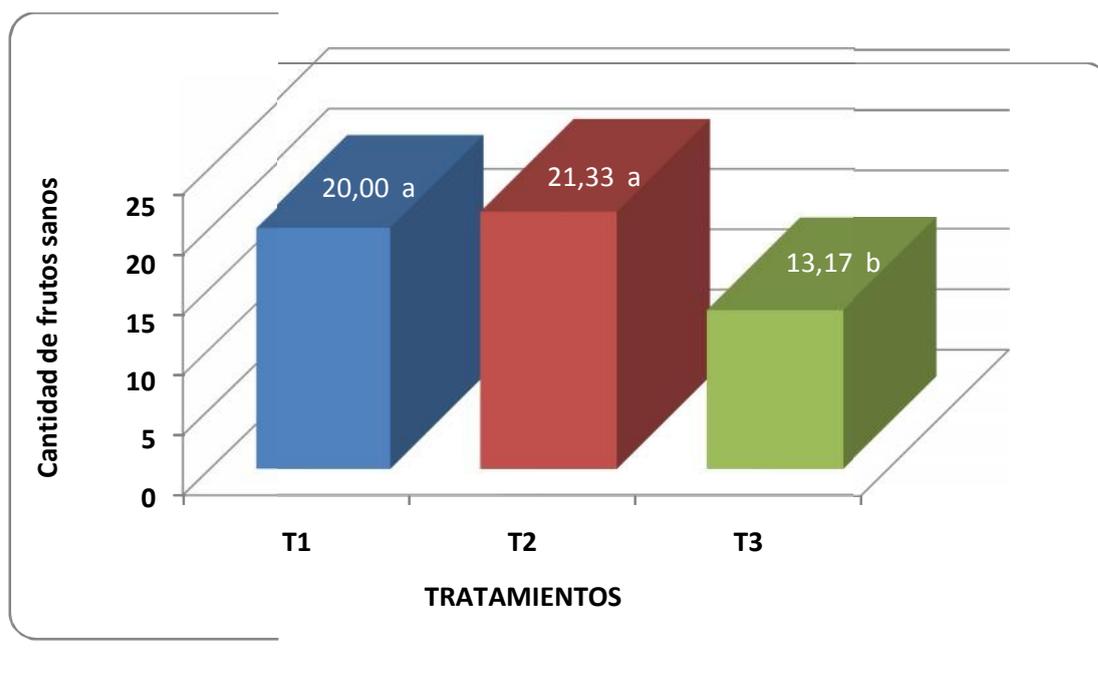


**Figura 1.** Comportamiento de los promedios de la variable número de frutos enfermos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

## 4.2. Números de frutos sanos

De acuerdo al análisis de varianza realizado a esta variable, se puede apreciar que existen diferencias muy significativas en los tratamientos, con un nivel de confianza del 99,2 %. El promedio general para los tres tratamientos es de 18,17 frutos sanos por planta y el coeficiente de variación de 20,82 % (Cuadro 36A).

Según los datos recogidos de esta variable, el tratamiento dos (Fertilizantes químicos) presenta el valor promedio mayor con 21,33 frutos sanos por planta y el valor promedio más bajo se muestra en el tratamiento tres (Testigo) con 13,17 frutos sanos por planta. Los frutos sanos obtenidos con la aplicación de fertilizantes químicos es superior en un 62 % a los logrados por el tratamiento testigo (Figura 2 y Cuadro 35A).



**Figura 2.** Comportamiento de los promedios de la variable número de frutos sanos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, los tratamientos 2 y 1 (a los que se le aplicaron fertilizantes) son superiores al tratamiento 3 (testigo). Entre el tratamiento 1 y 2 no existen diferencias estadísticas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable número de frutos sanos, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$
T2 (Fertilizante químico)	21,33 a
T1 (Fertilizante orgánico)	20,00 a
T3 (Testigo, sin aplicaciones)	13,17 b
$\bar{X}$	18,17
C.V. %	20,82

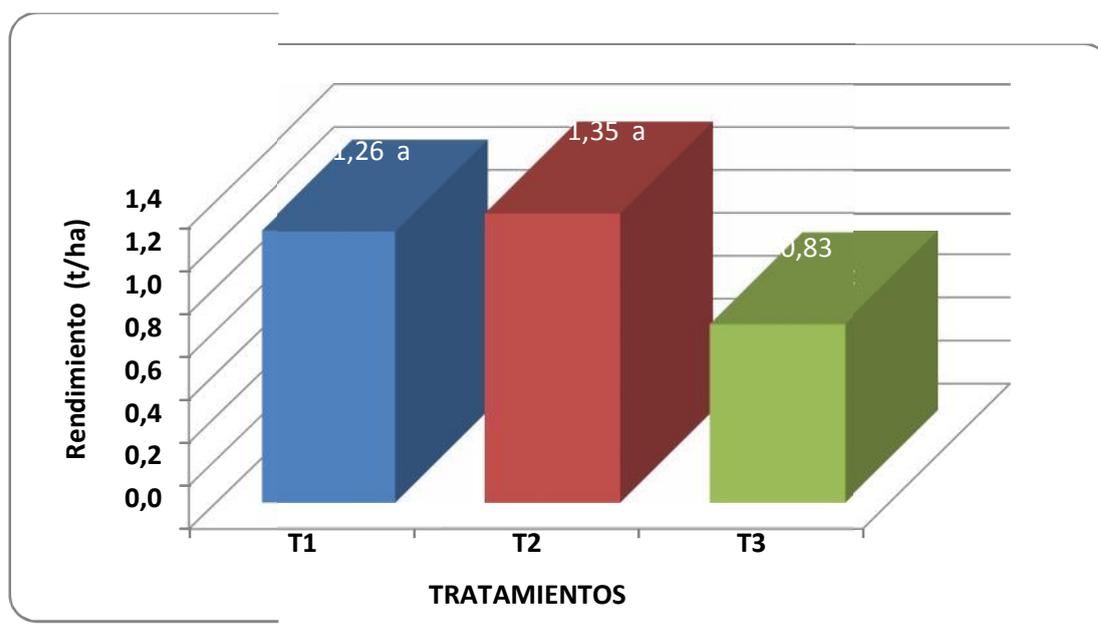
Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Duncan  $\geq 0,05$ ).

#### 4.3. Rendimiento de cacao seco

Según el análisis de varianza realizado a esta variable, se puede apreciar que existen diferencias significativas en los tratamientos. El promedio general es de 1,16 t/ha y el coeficiente de variación de 20,36 % (Cuadro 38A).

De acuerdo al comportamiento de esta variable, el tratamiento 2 (Fertilizantes químicos) presenta el valor promedio mayor con 1,35 t/ha y el valor promedio más bajo se muestra en el tratamiento tres (Testigo) con 0,83 t/ha (Figura 3 y Cuadro 37A).

Después de realizada la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, se observa que los tratamientos 2 y 1 no tienen diferencias estadísticas entre ellos, pero ambos son superiores al tratamiento 3 (Cuadro 5).



**Figura 3.** Comportamiento de los promedios de la variable rendimiento, expresada en Tm/ha, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

**Cuadro 5.** Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable rendimiento de cacao seco, expresada en Tm/ha, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$
T2 (Fertilizante químico)	1,35 a
T1 (Fertilizante orgánico)	1,27 a
T3 (Testigo, sin aplicaciones)	0,83 b
$\bar{X}$	1,16
C.V. %	20,36

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Duncan  $\geq 0,05$ ).

#### **4.4. Análisis económico**

Realizado el análisis económico por el presupuesto parcial, se determinó que el mejor beneficio bruto lo presentó el tratamiento 2 (Fertilizante químico) con 1811 USD / hectárea y el menor fue para el tratamiento tres (testigo) con 1118 USD / hectárea (Cuadro 6).

En el total de costos variables, el tratamiento 2 (Fertilizante químico) fue el más caro con un costo de 310 USD / ha y el más económico correspondió al (testigo) con costo de cero USD, por no tener aplicación de fertilizantes. Mientras que el mejor beneficio neto fue para el tratamiento 2 con 1501 USD / ha y el menor beneficio neto correspondió al tratamiento tres con 1118 USD / ha (Cuadro 6).

Ninguno de los tratamientos estudiados fue dominado en el análisis de dominancia, pasando a los tres tratamientos a realizarse el análisis marginal (Cuadro 7).

En cuanto a la Tasa de Retorno Marginal, se presenta el valor más elevado en el pase del tratamiento 1 para el tratamiento 2, con valor de 183 %. Eso significa que por cada 1 USD invertido, se espera recobrar el 1 USD invertido más un retorno adicional de 1,83 USD (Cuadro 8).

**Cuadro 6.** Análisis de presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Rubros		Tratamientos		
		T1	T2	T3
<b>Rendimientos brutos</b>	<b>(t/ha)</b>	1,26	1,35	0,83
<b>Rendimientos ajustado (5%)</b>	<b>(t/ha)</b>	1,20	1,28	0,79
<b>Beneficio bruto</b>	<b>(USD/ha)</b>	1698	1811	1118
<b>Costos que varían fertilizantes</b>	<b>(USD/ha)</b>	140	180	0,0
<b>Costo de los Jornales</b>	<b>(USD/ha)</b>	130	130	0,0
<b>Total de costos variables</b>	<b>(USD/ha)</b>	270	310	0,0
<b>Beneficio neto</b>	<b>(USD/ha)</b>	1428	1501	1118

Precio de venta del cacao, tomado del Boletín de precios al productor (MAGAP, 2016).

**Cuadro 7.** Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Total de costos que varían (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Dominancia
T3	0,0	1118	T3
T1	270,0	1428	T1
T2	310,0	1501	T2

**Cuadro 8.** Análisis marginal obtenido en el experimento: “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)” en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Costos que varían (USD/ha)	Costos que varían marginales (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Beneficios marginales (USD/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
T3	0		1118		
		270		310	115
T1	270		1428		
		40		73	183
T2	310		1501		

## V. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en la variable de frutos enfermos, se observa que el tratamiento dos (aplicación de fertilizantes químicos) presenta valor promedio de 6,33 frutos por planta y el tratamiento 1 (aplicación de fertilizantes orgánicos) presenta 6,67. Ambos valores son inferiores a los que se muestra en el tratamiento tres (Testigo) con 8,0 frutos enfermos por planta. Coincidiendo con **(Barrera y Hurtado, 2014)**, quienes plantean que la fertilización es un aspecto clave para reducir diferentes tipos de enfermedades que afectan a la planta, también es importante la aplicación de abonos orgánicos que ayudan a mejorar la producción del suelo y la fertilidad de la planta y aumenta la producción. También agregan que si se garantiza una buena nutrición y cuidado de las plantas de cacao podemos evitar que existan menos enfermedades en la planta.

De acuerdo a los datos recogidos, los tratamientos dos (aplicación de fertilizantes químicos) y el tratamiento 1 (aplicación de fertilizantes orgánicos) presentan los valores promedio mayores con 21,33 frutos sanos por planta y 20,0 respectivamente. Lo obtenido coincide con **(Escobar, 2008)**, que en investigación de varios años obtuvo como resultado en la variedad CCN-51, valor promedio de 27 frutos sanos por planta.

En el caso de la variable rendimiento de cacao seco, el tratamiento 2 (aplicación de fertilizantes químicos) presenta el valor promedio de 1,35 t/ha y el tratamiento 1 (aplicación de fertilizantes orgánicos) presenta 1,27. Coincide con **(Dirección, 1991)**, que indican que para que el cacao represente un buen negocio para el agricultor, una plantación debe producir entre el quinto o sexto año de establecida, más de 1000 kg de grano seco por hectárea.

Realizado el análisis económico por el presupuesto parcial, se determinó que el mejor beneficio bruto lo presentó el tratamiento 2 (Fertilizante químico) con 1811 USD/hectárea y el menor fue para el tratamiento tres (testigo) con 1118 USD/hectárea. En el total de costos variables, el tratamiento 2 fue el más caro

con un costo de 310 USD/ha. Mientras que el mejor beneficio neto fue para el tratamiento 2 con 1501 USD/ha. En cuanto a la Tasa de Retorno Marginal, se presenta el valor más elevado en el pase del tratamiento 1 para el tratamiento 2, con valor de 183 %. **(Barrera y Hurtado, 2014)**, coinciden con los resultados obtenidos, al plantear que la fertilización es un aspecto clave para reducir diferentes tipos de enfermedades que afectan a la planta, también es importante la aplicación de abonos orgánicos que ayudan a mejorar la producción del suelo, la fertilidad de la planta, aumenta la producción y hace que el cultivo sea más rentable.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Las aplicaciones de nutrientes no causaron efectos en la cantidad de frutos enfermos.
- Los tratamientos con fertilizantes químicos y orgánicos obtuvieron las mayores cantidades de frutos sanos con 21,33 y 20,0 respectivamente.
- El rendimiento se benefició con las aplicaciones de los fertilizantes, el químico con 1,35 y el orgánico con 1,27 t/ha.
- El tratamiento con aplicación de fertilizante químico alcanzó el mayor beneficio económico con una tasa de retorno marginal de 183 %.

### Recomendaciones:

- Realizar el mismo estudio en otras zonas, con otras condiciones ambientales.
- Repetir la investigación utilizando otro material genético y otras sustancias nutritivas.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el período seco en los meses de junio hasta diciembre del 2016, en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 vía Duran-Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas.

Con el objetivo de estudiar la respuesta agronómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), a la aplicación de la fertilización orgánica y química. Para ello se trazaron los siguientes objetivos específicos: 1) Evaluar agronómicamente el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo de cacao, 2) Realizar un análisis económico de los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes químicos en el cultivo de cacao.

Se estudiaron tres tratamientos, que resulta de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos y químicos, más un testigo absoluto sin aplicación de ningún nutriente, estos se dan a continuación. Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y seis repeticiones, para 18 unidades experimentales. Para el análisis estadístico se trabajó con el análisis de varianza y para delimitar las diferencias estadísticas, se procedió a la comparación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidades.

Se concluye: 1) Las diferentes aplicaciones de nutrientes no causaron efectos en la cantidad de frutos enfermos, 2) Los tratamientos con fertilizantes químicos y orgánicos obtuvieron las mayores cantidades de frutos sanos con 21,33 y 20,00 respectivamente, 3) El rendimiento se benefició con las aplicaciones de los fertilizantes, el químico con uno 1,35 y el orgánico con 1,27 t/ha y 4) El tratamiento con fertilizante químico alcanzó el mayor beneficio económico con una tasa de retorno marginal de 183 %.

## VIII. SUMMARY

The present research was carried out in the dry period from June to December 2016, at the experimental farm "Vainillo" of the Faculty of Agrarian Sciences of the University of Guayaquil, located at km 48 via Duran-Tambo, Canton of El Triunfo, province of Guayas.

With the objective of studying the agronomic response of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.) to the application of organic and chemical fertilization. For this purpose, the following specific objectives were established: 1) Agronomically evaluate the effect of the application of organic and chemical fertilizers on cocoa cultivation; 2) Carry out an economic analysis of organic fertilizers and chemical fertilizers in cocoa cultivation.

Three treatments were studied, resulting from the applications of organic and chemical fertilizers, plus an absolute control without any nutrient application, these are given below. For this investigation, the randomized complete block design (DBCA), consisting of three treatments and six replicates, was used for 18 experimental units. For the statistical analysis, we worked with the analysis of variance and to delimit the statistical differences, we proceeded to compare the means of the treatments using the Duncan test at 5% of probabilities.

It was concluded that: 1) Different nutrient applications had no effect on the number of diseased fruits, 2) The treatments with organic and chemical fertilizers obtained the highest amounts of healthy fruits with 21,33 and 20,00 respectively, 3) The yield benefited Fertilizer applications, chemical with 1,35 and organic with 1,27 t/ha and 4) Chemical fertilizer treatment achieved the greatest economic benefit with a marginal rate of return of 183%.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- AGROPECUARIOS.NET. 2013.** *Fertilización en el cultivo de cacao.* de <http://agropecuarios.net/fertilizacion-del-cultivo-de-cacao.html>
- Alarcón, J; Arévalo E; Díaz, A., Galindo, J; Alberto, A. 2012.** Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). Medidas para la temporada invernal. Bogotá D.C. Colombia. 43 p. de <http://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbsp;M;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>.
- ANACAFE. 2004.** Cultivo del Cacao. Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera. de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>.
- ANECACAO. 2015.** *Historia del cacao.* Asociación Nacional de Exportación de cacao Ecuador. de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
- Barrera H, JL; Hurtado M, NJ. 2014.** Enfermedades en el cultivo de cacao. Revista El Agro. de <http://www.revistaelagro.com/category/cultivos/page/9/>
- Batista, L. 2009.** *Guía técnica El cultivo de cacao. Serie cultivos.* República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF).
- Álvarez, F; Rojas, J; Suárez, JC. 2015.** Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 16(2): 307-314.
- CIMMYT. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Edición completamente revisada. México, MX, 78 p.

- Ramírez, MB; Rodríguez, Y; Carrera, K; Asanza, M; Soria, S. 2013.** Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del “Recinto el Capricho”, Provincia de Napo, Ecuador. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. 2(1): 31-40.
- Demagnet, R. 1995.** Caracterización de purines para su potencial uso como fertilizante y mejorador de suelos. Agricultura Técnica (Chile): 55(3-4), 251-256.
- Di Rienzo JA., Casanoves F., Balzarini MG., González L., Tablada M., Robledo CW. 2016.** Software del Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dirección. 1991.** Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 560 p.
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; La Torre, M; Weigend, M. 2011.** Hoja botánica: Cacao. (*Theobroma cacao* L.) Lima, Perú. 19 p.
- ECURED. S.f.** Cacao. de <https://www.ecured.cu/Cacao>
- Escobar, Raúl. 2008.** Comportamiento de seis clones de “cacao” (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. La Granja. 7(1): 9-12.
- González, V; Pomares, F. 2008.** La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid.
- GPS. 2016.** *Coordenadas geograficas en google maps.* de <http://www.coordenadas-gps.com/>
- Guerreros, Guillermo. 2013.** *El Cacao ecuatoriano su historia empezó antes del siglo XV.* Ecuador: Lideres. de

[http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)

**INAMHI. 2015.** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/>

**INFOCACAO. 2015.** Poda de formación en el cultivo del cacao. No.3 Octubre. de [http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/infocacao/InfoCacao\\_No3\\_Octu\\_2015.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No3_Octu_2015.pdf).

**INTA. 2010.** *Guía tecnológica del cultivo de cacao.* nicaragua: tecnologías INTA.

**MAGAP. 2016.** Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Boletines agroeconómicos. Boletín de precios al productor - Zona 6. de <http://sinagap.agricultura>

**Mejias, LA; Palencia, GE. 2002.** Abono Orgánico: Manejo y uso en el cultivo del cacao. Corpoica, Bucaramanga, Colombia, 26 p.

**Mendis, A. 2003.** Manual del cultivo de cacao. Perú: Ministerio de agricultura.

**MISTI. s.f.** *Fertilizantes.* de <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/157.pdf>

**Mosquera, B. 2010.** Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua-FONAG. 24 p.

**Ormeño, M; Ovalle, A. 2011.** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. INIA. Mérida. Venezuela.

- Paredes, Arce Mendis. 2003.** Ministerio de Agricultura. Programa para el Desarrollo de la Amazonia Proamazonia. Manual de Cultivo del Cacao. Perú. 100 p.
- Perugachi, M; Olmedo, E. 2016.** Efecto del extracto foliar la “tolita” en la etapa productiva del cultivo de solidago (*Solidago* sp. golden amazone), finca “La Tolita” en la empresa Hilsea Investments Guayllabamba-Ecuador (Bachelor's thesis).
- PROECUADOR, 2013.** Análisis del sector cacao y elaborados. de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC\\_AS2013\\_CACAO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf)
- Ramírez, E; Andrade, B. 2009.** Propuesta para el Manejo de Cacao Orgánico. Proyecto "Paz y Conservación Binacional en la Cordillera del Cóndor, Ecuador-Perú - Fase II (Componente Peruano)", Lima, Perú.
- Rivadeneira, A. 2013.** Propuesta para el mejoramiento del manejo pos cosecha en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la variedad CCN-51 en el Cantón Quinsaloma - Los Ríos. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador
- Suárez, J; Hernández F, A. 2010.** Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia. Corpoica. 90 p.
- Torres G, LA. 2012.** Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**ANEXOS**

**Cuadro 1A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 1, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1	2	1
2	2	1	0
3	1	2	2
4	1	1	1
5	2	0	2
6	0	1	0
$\bar{X}$	1,17	1,17	1,00

**Cuadro 2A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 1.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	3,11	5	0,62	0,95	N.S. 0,4910
Tratamientos	0,11	2	0,06	0,08	N.S. 0,9194
E. Experimental	6,56	10	0,66		
Total	9,78	17			
$\bar{X}$	1,11				
<b>C.V. (%)</b>	<b>72,87</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 3A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 2, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1	0	1
2	1	1	2
3	1	2	1
4	1	2	0
5	2	0	1
6	0	2	1
$\bar{X}$	1,00	1,17	1,00

**Cuadro 4A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 2.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	0,94	5	0,19	0,24 N.S.	0,9359
Tratamientos	0,11	2	0,06	0,07 N.S.	0,9325
E. Experimental	7,89	10	0,79		
Total	8,94	17			
$\bar{X}$	1,06				
C.V. (%)	84,14				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S.. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 5A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 3, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	2	0	1
2	1	1	2
3	1	0	1
4	0	1	0
5	1	0	2
6	1	2	1
$\bar{X}$	<b>1,00</b>	<b>0,67</b>	<b>1,17</b>

**Cuadro 6A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 3.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	2,28	5	0,46	0,77	N.S. 0,5901
Tratamientos	0,78	2	0,39	0,66	N.S. 0,5378
E. Experimental	5,89	10	0,59		
Total	8,94	17			
$\bar{X}$	<b>0,94</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>81,25</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 7A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 4, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0	2	1
2	1	1	0
3	2	1	1
4	0	2	1
5	2	0	2
6	0	1	1
$\bar{X}$	<b>0,83</b>	<b>1,17</b>	<b>1,00</b>

**Cuadro 8A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 4.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	1,33	5	0,27	0,32	N.S. 0,8898
Tratamientos	0,33	2	0,17	0,2	N.S. 0,8219
E. Experimental	8,33	10	0,83		
Total	10	17			
$\bar{X}$	<b>1,00</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>91,29</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 9A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 5, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1	0	1
2	0	1	0
3	1	1	2
4	0	1	0
5	1	0	2
6	2	1	1
$\bar{X}$	<b>0,83</b>	<b>0,67</b>	<b>1,00</b>

**Cuadro 10A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 5.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	3,17	5	0,63	1,27	N.S. 0,3498
Tratamientos	0,33	2	0,17	0,33	N.S. 0,7242
E. Experimental	5,00	10	0,5		
Total	8,5	17			
$\bar{X}$	<b>0,83</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>84,85</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 11A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 6, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0	1	1
2	1	0	0
3	0	2	2
4	1	0	0
5	0	0	3
6	2	0	0
$\bar{X}$	<b>0,67</b>	<b>0,50</b>	<b>1,00</b>

**Cuadro 12A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 6.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	2,28	5	0,46	0,36	N.S. 0,8627
Tratamientos	0,78	2	0,39	0,31	N.S. 0,7404
E. Experimental	12,56	10	1,26		
Total	15,61	17			
$\bar{X}$	<b>0,72</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>55,15</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 13A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 7, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1	1	0
2	0	0	1
3	1	1	1
4	0	0	2
5	1	0	0
6	0	1	1
$\bar{X}$	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,83</b>

**Cuadro 14A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 7.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	0,94	5	0,19	0,39	N.S. 0,8472
Tratamientos	0,44	2	0,22	0,45	N.S. 0,6472
E. Experimental	4,89	10	0,49		
Total	6,28	17			
$\bar{X}$	<b>0,61</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>84,42</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 15A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 8, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0	0	1
2	1	1	2
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	1	0
6	1	0	2
$\bar{X}$	<b>0,67</b>	<b>0,50</b>	<b>1,00</b>

**Cuadro 16A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos en la cosecha 8.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	2,28	5	0,46	1,00	N.S. 0,4651
Tratamientos	0,78	2	0,39	0,85	N.S. 0,4547
E. Experimental	4,56	10	0,46		
Total	7,61	17			
$\bar{X}$	<b>0,72</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>93,45</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 17A.** Datos sobre la variable frutos enfermos, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	6	6	7
2	7	6	7
3	8	10	10
4	3	7	5
5	10	1	12
6	6	8	7
$\bar{X}$	<b>6,67</b>	<b>6,33</b>	<b>8,00</b>

**Cuadro 18A.** Análisis de la varianza de la variable frutos enfermos, obtenidos de la suma de todas las cosechas.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	31,33	5	6,27	0,85	N.S. 0,5425
Tratamientos	9,33	2	4,67	0,64	N.S. 0,5494
E. Experimental	73,33	10	7,33		
Total	114	17			
$\bar{X}$	<b>7,0</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>38,69</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

**Cuadro 19A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 1, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0	2	1
2	1	0	1
3	3	2	0
4	0	0	2
5	3	1	2
6	2	2	0
$\bar{X}$			

**Cuadro 20A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 1.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”		Pr<F
Repetición	4,44	5	0,89	0,64	N.S.	0,6750
Tratamientos	0,78	2	0,39	0,28	N.S.	0,7615
E. Experimental	13,89	10	1,39			
Total	19,11	17				
$\bar{X}$	<b>1,22</b>					
<b>C.V. (%)</b>	<b>96,42</b>					

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

**Cuadro 21A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 2, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0	3	0
2	1	0	0
3	0	1	2
4	1	0	1
5	3	2	3
6	4	3	2
$\bar{X}$	1,50	1,50	1,33

**Cuadro 22A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 2.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	18,44	5	3,69	3,10 N.S.	0,0601
Tratamientos	0,11	2	0,06	0,05 N.S.	0,9546
E. Experimental	11,89	10	1,19		
Total	30,44	17			
$\bar{X}$	1,44				
C.V. (%)	75,49				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 23A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 3, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	3	0	3
2	1	4	0
3	0	3	3
4	3	0	0
5	0	1	0
6	2	3	2
$\bar{X}$	1,50	1,83	1,33

**Cuadro 24A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 3.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	8,44	5	1,69	0,62	N.S. 0,6881
Tratamientos	0,78	2	0,39	0,14	N.S. 0,8686
E. Experimental	27,22	10	2,72		
Total	36,44	17			
$\bar{X}$	1,56				
C.V. (%)	86,07				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 25A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 4, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	2	3	1
2	4	2	3
3	1	2	0
4	2	5	1
5	4	3	2
6	3	2	2
$\bar{X}$	2,67	2,83	1,50

**Cuadro 26A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 4.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	8,67	5	1,73	1,58	N.S. 0,2525
Tratamientos	6,33	2	3,17	2,88	N.S. 0,1029
E. Experimental	11,00	10	1,10		
Total	26,00	17			
$\bar{X}$	2,33				
C.V. (%)	44,95				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 27A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 5, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	3	5	3
2	2	3	3
3	4	2	2
4	2	4	2
5	5	3	2
6	4	5	2
$\bar{X}$	<b>3,33</b>	<b>3,67</b>	<b>2,33</b>

**Cuadro 28A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 5.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	3,78	5	0,76	0,62	N.S. 0,6896
Tratamientos	5,78	2	2,89	2,36	N.S. 0,1443
E. Experimental	12,22	10	1,22		
Total	21,78	17			
$\bar{X}$	<b>3,11</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>35,54</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 29A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 6, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	4	3	2
2	2	4	2
3	4	2	2
4	1	4	3
5	4	4	3
6	3	3	1
$\bar{X}$	<b>3,00</b>	<b>3,33</b>	<b>2,17</b>

**Cuadro 30A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 6.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	3,17	5	0,63	0,58	N.S. 0,7182
Tratamientos	4,33	2	2,17	1,97	N.S. 0,1900
E. Experimental	11,00	10	1,10		
Total	18,5	17			
$\bar{X}$	<b>2,83</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>37,02</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 31A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 7, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	3	4	2
2	2	3	0
3	4	2	2
4	2	4	2
5	4	3	1
6	4	4	2
$\bar{X}$	<b>3,17</b>	<b>3,33</b>	<b>1,50</b>

**Cuadro 32A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 7.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”		Pr<F
Repetición	4,67	5	0,93	1,33	N.S.	0,3259
Tratamientos	12,33	2	6,17	8,81	**	0,0062
E. Experimental	7,00	10	0,70			
Total	24	17				
$\bar{X}$	<b>2,67</b>					
<b>C.V. (%)</b>	<b>31,37</b>					

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 33A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos en la cosecha 8, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	4	3	2
2	2	5	3
3	5	2	1
4	1	5	3
5	5	4	1
6	3	3	2
$\bar{X}$	<b>3,33</b>	<b>3,67</b>	<b>2,00</b>

**Cuadro 34A.**

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	1,33	5	0,27	0,11	N.S. 0,9864
Tratamientos	9,33	2	4,67	2,00	N.S. 0,1859
E. Experimental	23,33	10	2,33		
Total	34,00	17			
$\bar{X}$	<b>3,00</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>50,92</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

**Cuadro 35A.** Datos sobre la variable frutos sanos, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	19	23	14
2	15	21	12
3	21	16	12
4	12	22	14
5	28	21	14
6	25	25	13
$\bar{X}$	<b>20,00</b>	<b>21,33</b>	<b>13,17</b>

**Cuadro 36A.** Análisis de la varianza de la variable frutos sanos, obtenidos de la suma de todas las cosechas.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”		Pr<F
Repetición	87,17	5	17,43	1,22	N.S.	0,3680
Tratamientos	230,33	2	115,17	8,05	**	0,0082
E. Experimental	143,00	10	14,3			
Total	460,5	17				
$\bar{X}$	<b>18,17</b>					
<b>C.V. (%)</b>	<b>20,82</b>					

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

ns. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.

**Cuadro 37A.** Datos sobre la variable rendimientos en Tm/ha, obtenidos de la suma de todas las cosechas, en el experimento “Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1,20	1,45	0,88
2	0,95	1,33	0,76
3	1,33	1,01	0,76
4	0,76	1,39	0,88
5	1,77	1,33	0,88
6	1,58	1,58	0,82
$\bar{X}$	<b>1,26</b>	<b>1,35</b>	<b>0,83</b>

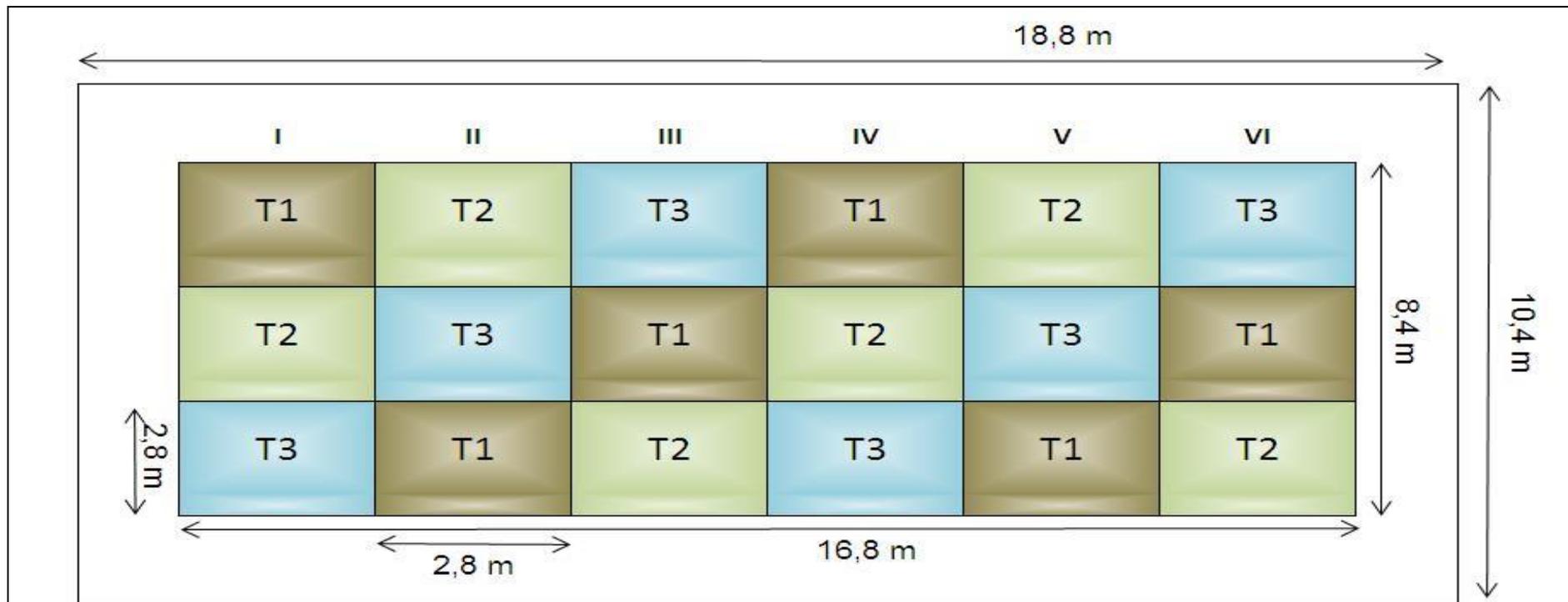
**Cuadro 38A.** Análisis de la varianza de la variable rendimientos, obtenidos de la suma de todas las cosechas.

F. de V.	S.C.	G.L.	C.M.	F “C”	Pr<F
Repetición	0,34	5	0,07	1,21	N.S. 0,3717
Tratamientos	0,930	2	0,46	8,15	** 0,0079
E. Experimental	0,570	10	0,06		
Total	1,84	17			
$\bar{X}$	<b>1,16</b>				
<b>C.V. (%)</b>	<b>20,36</b>				

\* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

\*\* Muy significativo al 1 % de probabilidades.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	<b>Egresado:</b> PABLO IVÁN GÓMEZ ALVARADO	Croquis de Campo
FACULTADA DE CIENCIAS AGRARIAS	<b>Director de trabajo de titulación:</b> Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.	<b>Área:</b> 195,52 m <sup>2</sup>

**Figura 1A.** Croquis de campo del ensayo.



**Figura 2A.** Autor en el inicio del experimento en el cacao variedad CCN – 51.



**Figura 3A.** El autor junto al Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc. Director Trabajo de titulación



**Figura 4A.** Visita al área investigativa del director del trabajo de titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc., el Ing. Carlos Becilla Justillo, MSc. Decano y el Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc. Miembro del Tribunal Examinador.



**Figura 5A.** Autor de la tesis junto al director del trabajo de titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc. y la QF. Martha Mora Gutiérrez, MSc. Presidenta del Tribunal de Sustentación.



**Figura 6A.** El autor fertilizando el cultivo de cacao.



**Figura 7A.** El autor cosechando el cacao maduro.



**Figura 8A.** Uno de los Fertilizantes químicos utilizados (Urea 46 % N).



**Figura 9A.** Otro de los Fertilizantes químicos utilizados (Muriato de Potasio 60 %  $K_2O$ ).