



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título

**INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA

**“ESTUDIO SOBRE NIVELES DE FERTILIZACIÓN A BASE DE  
N, P, K, Mg UTILIZANDO UNA FUENTE DE LIBERACIÓN  
CONTROLADA EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma  
cacao L.*).”**

AUTOR

**Luis Alberto León Campoverde**

DIRECTOR DE TESIS

**Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc.**

Ecuador

**2015**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

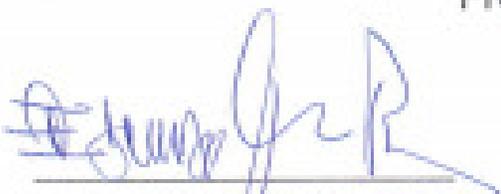
**TRIBUNAL DE SUSTENTACION**

La presente tesis de grado titulada "Estudio sobre niveles de fertilización a base de N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)" bajo la dirección del Ing. Agr. Elson Valdíviezo Freire MSc. ha sido aprobada y aceptada por el Tribunal de Sustentación como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

  
Q.F. Martha Mora Gutiérrez MSc.  
PRESIDENTE

  
Ing. Agr. Eduardo Jarrín MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL

  
Ing. Jorge Viera Pico MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL

**La responsabilidad por las investigaciones,  
resultados y conclusiones del presente trabajo  
pertenece exclusivamente al autor.**

**Luis Alberto León Campoverde**

**C.I. 1206329474**

**Telf. 0967960676**

## DEDICATORIA

Inicialmente deseo dedicar este trabajo a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A mis padres, el ejemplo más grande de vida que tengo, Elsa Campoverde y Ing. Agr. Luis León, no hay un día en el que no le agradezca a Dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos conmigo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron desde mi infancia.

A mis hermanos Elsa, Marianela, Alex, Fabricio, gracias por servir de guía, por acompañarme siempre pero sobre todo les agradezco por ser mis amigos.

A Jadira, compañera incondicional, bella persona que demuestra la sencillez sin juzgar, gracias por tu cariño y apoyo factores fundamentales que me brindan felicidad.

“...se requiere de muchos estudios para ser profesional, pero se requiere de toda una vida para aprender a ser persona”

## **AGRADECIMIENTO**

A Jehová Dios por ser siempre ese amigo, ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar espero ser digno de tan valiosa amistad.

Agradecimiento especial al Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc como director de tesis siendo muy meticuloso y exigente para que esta investigación concluya con satisfacción.

También deseo agradecer a Q.F. Martha Mora Gutiérrez MSc, Ing. Agr. Eduardo Jarrín MSc, Ing. Jorge Viera Pico MSc. quienes con sus conocimientos me brindaron las directrices necesarias en el presente proyecto.

Por ultimo a la Ing. Agr. Mariela Salazar gracias por su dedicación y esfuerzo, por su guía en tan arduo trabajo, deseo expresar mi gratitud hacia usted deseándole éxito en su vida y trayectoria profesional.

## INDICE GENERAL

	Pág.
Caratula	i
Tribunal de sustentación	ii
Responsabilidad	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Índice de cuadro	viii
Índice de cuadro de anexo	viii
Índice de figuras	ix
SENESCYT	x
I.INTRODUCCION	1
Objetivo General	2
Objetivos específicos	3
II.REVISIÓN DE LITERATURA	4
Clasificación taxonómica	4
Descripción botánica de la planta	4
Fertilización	5
Síntomas de deficiencia de nutrientes	7
Fertilización controlada	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
Características del lugar	13
Localización del Estudio	13
Características climáticas	13
Clasificación ecológica	14
Características físicas del suelo	14
Materiales	14
Equipos	14
Herramientas	14
Material vegetal	14
Características del fertilizante	15
Material de oficina	15
Metodología	16
Factores en estudio	16
Tratamientos en estudio	16
Diseño experimental	17
Análisis de varianza	17

Delineamiento experimental	18
Manejo del experimento	18
Control de Malezas	18
Podas	19
Riego	19
Fertilización	19
Control de plagas y enfermedades	20
Cosecha	20
Variables a evaluarse	20
Altura de la planta	20
Diámetro del cuello del tallo	20
Área foliar	21
Número de mazorca/ planta	21
Número de almendra/ mazorca	21
Rendimiento (kg/ha)	21
Peso de almendras/mazorca	21
Peso de almendras por planta	22
Diámetro de la mazorca	22
Peso de cien granos (seco)	22
Análisis de la dosis optima	22
Contenidos nutrimentales (N, P, K, Mg)	22
Análisis Económico	23
IV.RESULTADOS EXPERIMENTALES	24
Altura de la planta	24
Diámetro del cuello del tallo	24
Área foliar	24
Número de mazorca/ planta	25
Número de almendra/ mazorca	26
Rendimiento (kg/ha)	28
Peso de almendras/mazorca	28
Peso de almendras por planta	29
Diámetro de la mazorca	30
Peso de cien granos (seco)	31
Análisis de la dosis optima	33
Contenidos nutrimentales (N, P, K, Mg)	33
Análisis Económico	34
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	40
VII. RESUMEN	42
VII. SUMMARY	44

VIII.BIBLIOGRAFIA	46
IX. Anexos	50

### INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características del material experimental (variedad JHVH-10)	15
Cuadro 2 Diseño de los tratamientos	16
Cuadro 3. Fuentes de variación y grados de libertad.	17
Cuadro 4. Promedio de tres características agronómicas	25
Cuadro 5. Promedio de dos características agronómicas	27
Cuadro 6. Promedio de tres características agronómicas	30
Cuadro 7. Promedio de dos características agronómicas	32
Cuadro 8. Análisis foliar	34
Cuadro 9. Análisis de presupuesto parcial	36
Cuadro 10. Análisis de dominancia	37
Cuadro 11. Análisis marginal	37

### INDICE DE CUADRO DE ANEXOS

	Pág.
Cuadro 1A.Datos sobre altura de planta	51
Cuadro 2A. Análisis de varianza sobre altura de planta	51
Cuadro 3A. Datos sobre diámetro del tallo	52
Cuadro 4A. Análisis de varianza sobre diámetro del tallo	52
Cuadro 5A. Datos sobre área foliar	53
Cuadro 6A. Análisis de varianza sobre área foliar	53
Cuadro 7A. Datos sobre número de mazorca/ planta	54
Cuadro 8A. Análisis de varianza sobre número de mazorca/planta	54
Cuadro 9A. Datos sobre número de almendra/mazorca	55
Cuadro 10A. Análisis de varianza sobre número de almendra/mazorca	55
Cuadro 11 A. Datos sobre rendimiento de cacao (Kg/ha)	56
Cuadro 12 A. Análisis de varianza sobre rendimiento de cacao	56

Cuadro 13 A. Datos sobre peso de almendra por mazorca (g)	57
Cuadro 14 A. Análisis de varianza sobre peso de almendra por mazorca (g)	57
Cuadro 15 A. Datos sobre peso de almendra por planta	58
Cuadro 16 A. Análisis de varianza sobre peso de almendra por planta (g)	58
Cuadro 17 A. Datos sobre diámetro de mazorca	59
Cuadro 18 A. Análisis de varianza sobre diámetro de mazorca	59
Cuadro 19 A. Datos sobre peso de cien grano seco	60
Cuadro 20 A. Análisis de varianza sobre peso de cien grano seco	60

## **INDICE DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 1. Presentación del producto de liberación controlada	61
Figura 2. El producto de liberación controlada	61
Figura 3. Recipientes de aplicación de acuerdo a las dosis	62
Figura 4. Planta de cacao	62
Figura 5. Planta de cacao del tratamiento 6 dosis de 250 gr	63
Figura 6. Limpieza y selección del grano	63

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Estudio sobre niveles de fertilización con N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ).		
<b>AUTOR/ ES:</b> Luis Alberto León Campoverde	<b>DIRECTOR:</b> Ing. Agr. Eison Valdiviezo MSc. <b>REVISORES:</b> Q.F. Martha Mora Gutierrez MSc. Ing. Agr. Eduardo Jarrín MSc. Ing. Agr. Jorge Viera Pico MSc.	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b> Ciencias Agrarias	
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Agronómica		
<b>FECHA DE PUBLICACION:</b>	<b>Nº DE PÁGS:</b> 64	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Bibliográfica Cultivo Rendimiento		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Cultivo de cacao, fertilización controlada		
<b>RESUMEN:</b> La investigación se realizó en la Hda. El Samán parroquia Lorenzo de Garaicoa, cantón Simón Bolívar- provincia del Guayas. . Localización geográfica: Longitud: 80 0 36', latitud: 010 56, Altitud: 60 msnm. Presentando como objetivo general: Generar alternativas tecnológicas sobre nutrición en el cultivo de cacao cuyos resultados, permitan al agricultor lograr mayor rendimiento y calidad de cosechas y los específicos: a) Determinar el nivel óptimo de fertilización a base de N; P; K; Mg, utilizando como fuente un fertilizante de liberación controlada. b) Determinar la factibilidad económica para el uso de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada en función del rendimiento del grano. En todos los tratamientos se realizaron las mismas labores. Para el análisis estadístico se usó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con arreglo grupal y factorial 8 tratamientos distribuidos al azar con 4 repeticiones. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 y 1% de probabilidades. Además se efectuaron análisis de correlación y regresión entre las distintas variables medidas. Se concluyó: a) Las variables número de mazorca/planta, número de almendra/mazorca, número de almendra/tallo, peso de almendra por planta, diámetro de mazorca tuvieron un efecto significativo; b) Los dos puntos de aplicación tuvieron efecto significativo en las variables: número de almendra/tallo, peso de almendra por mazorca; c) La interacción entre las dosis y puntos de aplicación estudiados tuvieron una interacción significativa en las variables: número de almendras/mazorca, de almendras/plantas, peso de almendra/mazorca y peso de almendra/planta; d) Las concentraciones nutrimentales en el tejido foliar (hojas) fueron adecuados en N, P y K y excesivos en el elemento Magnesio, e) El análisis económico con el tratamiento seis se consiguió el mayor beneficio neto con 9071,84 USD/ha y el tratamiento ocho obtuvo la mayor tasa de retorno marginal de 574,51 USD/ha.		
<b>Nº DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>Nº DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b> Ciudadela Universitaria "Salvador Allende" Av. Delta y Av. Kennedy		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTORES/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0967960676	<b>E-mail:</b> luisleonc_10@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b> Ciudadela Universitaria "Salvador Allende "Av. Delta s/n y Av. Kennedy. Teléfono: 593-42288040 Guayaquil – Ecuador	<b>Nombre:</b> Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire. MSc.	
	<b>Teléfono:</b> : 04 228804	
	<b>E-mail:</b> www.ug.edu.ec/facultades/cinciasagrarias.aspx	

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es originario de América ha sido reconocido y difundido a nivel mundial con éxito; siendo utilizado como materia prima de varios productos en la agroindustria, teniendo una gran importancia en la economía de varios países por ser muy cotizado en el mercado. Además es de gran importancia para la alimentación humana por lo cual cada día se torna más exigente para los agricultores en la necesidad de disponer de alternativas tecnológicas con altos rendimientos para que justifiquen los costos de inversión.

En el Ecuador el cacao nacional es calificado como cacao fino y de aroma, siendo reconocido internacionalmente por su excelente calidad y aroma floral, por lo que se lo considera como un cultivo tradicional siendo las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas, ocupan en cuanto a superficie y producción, las zonas con mayor área de siembra, por tener suelos y mano de obra suficiente, estas zonas alcanzan una mayor importancia al nivel nacional. Actualmente de acuerdo al MAGAP (2014) hay aproximadamente 491.221 ha sembradas con un rendimiento de 212.249 Tm a nivel nacional.

Entre las principales causas que afectan la producción es la edad de las plantaciones y un manejo agronómico deficiente, debido a las condiciones socioeconómicas de los productores.

---

<sup>1</sup>Ministerio de Agricultura y Pesca (MAGAP) 2014

Además la falta de créditos para la implementación y/o adaptación de las prácticas agrícolas, que permitan aumentar los rendimientos y por ende mejoren sus ingresos los agricultores.

Se han realizado numerosos estudios sobre fertilización edáfica, distancia de siembra y sombra, señalan la importancia de utilizar mezclas completas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en cacao a plena exposición solar. Se han demostrado una buena respuesta a la aplicación de N. En este caso se indica la amplia relación C/N de los residuos sobre el campo que hace necesaria la aplicación de altas cantidades de este elemento de acuerdo con la edad y grado de sombrero de las plantaciones en las diferentes zonas productoras (Quiroz, 1981).

La necesidad de reducir el consumo de fertilizantes químicos, debido a las exigencias ambientales y el uso excesivo de las mismas, han reducido drásticamente la vida de los suelos, su estructura y fertilidad, por lo cual se deberá utilizar alternativas nutricionales.

En base a lo expuesto, la presente investigación plantea los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

Generar alternativas tecnológicas sobre nutrición en el cultivo de cacao cuyos resultados, permitan a los agricultores lograr mayor rendimiento y calidad de cosechas.

## **Objetivos específicos**

- a) Determinar el nivel óptimo de fertilización a base de N; P; K; Mg, utilizando como fuente un fertilizante de liberación controlada.
- b) Determinar la factibilidad económica para el uso de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada en función del rendimiento del grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsidae
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	Theobroma
Especie:	Cacao
Nombre científico:	Theobroma cacao
Nombre vulgar :	Cacao
Fuente disponible:	(Manual del cultivo de cacao, s.f.).

### Descripción botánica de la planta

Theobroma cacao pertenece a la familia de las esterculiáceas. El árbol del cacao alcanza una altura de 8 a 20 m. Los botones aparecen en la madera añeja en viejas axilas foliares en el tronco y en las ramas (caulifloria). El árbol puede florecer durante todo el año, siempre que en el curso del año no haya períodos de sequía o variaciones de temperatura muy marcadas. Las frutas de baya se desarrollan de las flores en 5 - 6 meses. Las flores aparecen al principio de la época de lluvia y son polinizadas por insectos, sobre todo por los de las familias Forcipomyia y Lasioshelea. La forma de la fruta del cacao es similar a la del pepino, tiene aprox. 25 cm de largo, 8 - 10 cm de diámetro y pesa 300 - 400 gr. La cáscara carnosa de 20 mm de grosor cubre la

pulpa gelatinosa y agridulce que contiene un alto grado de azúcar. La fruta contiene 25 - 50 semillas en forma de almendra, de sabor amargo y dispuestas en 5 - 8 filas oblongas, una junta a la otra (Augstburger; *et al.* 2002)

## **2.2 Fertilización**

Según García (1993) la remoción de nutrientes por el cultivo de cacao se incrementa rápidamente durante los primeros 5 años después de la siembra y luego se establece manteniendo esa tasa de absorción por el resto de vida útil de la plantación. En general, el potasio (K) es el nutriente más absorbido por el cacao, seguido por el nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

La cantidad exacta de nutrientes removidos por un cultivo en particular depende del estado nutricional del árbol. En promedio, 1000 kg de semilla de cacao extraen 30 kg de N, 8 kg P, 40 kg de K, 13 Kg de Ca y 10 kg de Mg. Además, también se remueven nutrientes en la cáscara de la mazorca que es rica en K. Por otro lado, también se requieren nutrientes para construir el cuerpo del árbol. Todos estos factores deben ser considerados al diseñar una recomendación de fertilización en una plantación de cacao (Citado por El Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador en el 2001).

La extracción de nutrientes de una cosecha de cacao seco de 1000kg/ha por año es de aproximadamente 44 kg de nitrógeno, 10kg de P y 77 Kg de K, durante la cosecha se recomienda abrir las mazorcas en el campo y esparcir las cascaras en el suelo ya que se

devuelve al suelo aproximadamente 2 Kg de N, 5 Kg de P y 24 Kg de K (Flores, 2008).

El nivel de luz que llega a las hojas del cultivo del cacao tiene un alto efecto en la producción y en la demanda de fertilizantes. Con un bajo nivel de luz, bajo una cobertura abundante de sombra, el rendimiento del cultivo es bajo. Con un alto nivel de luz, con poca o ninguna sombra, los rendimientos son mucho más altos. En este último caso existe una respuesta substancial en rendimiento a la aplicación de fertilizantes. Niveles altos de luz con poca disponibilidad de N producen inmediatamente los síntomas de deficiencia típicos (Flores, 2008).

El mismo autor expresa que hay la necesidad de mantener el balance entre nutrientes lo que obliga a que se hagan aplicaciones de P y K (y otros nutrientes dependiendo del contenido en el suelo) a medida que se incrementa la aplicación de N (Flores, 2008).

En suelos pobres, particularmente en los provenientes de sitios donde se han removido lotes viejos de cacao el manejo de la nutrición del cultivo es importante para lograr rendimientos adecuados. En estos sitios la fertilización debe empezar con una aplicación de 200 g de superfosfato triple los cuales se deben mezclar complemente con el suelo del hoyo de siembra. En estos suelos, la aplicación de N y K debe iniciarse inmediatamente después de la siembra. En suelos más ricos la aplicación de fertilizantes es menor y depende del contenido inicial de nutrientes. (Enríquez, 2004).

Hay que fertilizar con un abono completo (10-30-10) una vez por mes, a razón de cinco gramos por planta, con una tapa de botella (chapa). Solamente cuando la planta presenta deficiencia de N característica por las coloraciones verde pálida en las hojas, se utiliza fertilizantes en el almácigo, se aplica 50 gr de Urea/ 1l de agua. (FNCC, 1991).

### **Síntomas de deficiencia de nutrientes**

Los síntomas de deficiencia de K aparecen inicialmente en las hojas más viejas y se acentúan con el desarrollo de brotes como consecuencia de la translocación del nutriente de tejido viejo a tejido joven. La translocación es de tal naturaleza que para el momento en que el brote joven se expande totalmente, las hojas viejas se caen. A medida que la deficiencia se acentúa, las hojas de los brotes y chupones son cada vez más pequeños (Uribe; *et al.*, s.f.).

García (1993) indica que en las hojas maduras los síntomas se inician como parches intervenales de color verde amarillento pálido ubicados cerca de los márgenes de las hojas, particularmente en la mitad distal. Luego estos parches se necrosan y permanecen en áreas pequeñas aisladas por cierto tiempo y luego se unen para formar un área continua en el borde de la hoja.

Generalmente, en una plantación deficiente en K se observan pocas hojas con los síntomas debido a que las hojas afectadas caen fácilmente del árbol. Antes de caer la hoja se vuelve completamente de color amarillo naranja (García, 1993).

Cuando existe deficiencia de fósforo (P) la planta crece lentamente y las hojas, especialmente las más pequeñas no desarrollan. Las hojas maduras desarrollan un color pálido en los filos y en las puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas. Más tarde se queman los filos de las hojas (Northern Latín América, s.f.).

El crecimiento nuevo tiene internudos cortos y las hojas se posicionan en ángulo agudo con relación a la rama. Las hojas maduras desarrollan un color verde muy oscuro. Las estípulas permanecen luego de que las hojas han caído (García, 1993).

La carencia de N se manifiesta en reducción de la velocidad de crecimiento de las plantas. Una planta sometida a condiciones de deficiencia detiene su crecimiento en pocas semanas y rápidamente presenta enanismo. Los requerimientos de N están estrechamente relacionados con la intensidad de la luz bajo la cual crecen las plantas: al aumentar la luminosidad aumenta la intensidad del síntoma (Northern Latín América, s.f.).

Si no existe suficiente N para ser translocado de las hojas viejas a las hojas nuevas, las hojas bajas toman una tonalidad uniforme verde pálida o amarillenta. Cuando la deficiencia es severa este color verde pálido uniforme afecta incluso a las nervaduras. Las plantas pueden permanecer en este estado durante largo tiempo (García, 1993).

El mismo autor expresa que los síntomas de deficiencia de azufre (S) son a menudo difíciles de distinguir, debido a que se confunden con los síntomas de deficiencia de N. Los síntomas se presentan

inicialmente en las hojas nuevas que desarrollan un color amarillento brillante incluyendo las nervaduras, sin embargo, no existe reducción marcada del tamaño de las hojas. En las hojas viejas se presentan parches amarillentos de tono pálido, mientras que en las nuevas son inicialmente de color amarillo brillante e incluyen las nervaduras, las cuales pueden ser aún más claras, rasgo este que la diferencia de la deficiencia de N. Posteriormente el brillo desaparece y la tonalidad es pálida y el síntoma aparece en todas las hojas. También aparecen necrosis apicales que luego se enrollan y finalmente las hojas caen.

El síntoma típico de la deficiencia de Mg aparece como una clorosis que comienza en las áreas cercanas a la nervadura central de las hojas más viejas, luego de un tiempo el síntoma se difunde entre las nervaduras hacia los bordes de la hoja. A medida que la carencia avanza los filos de las hojas entre las nervaduras se tornan pálidos y se inicia la necrosis por la fusión de las áreas afectadas (INIAP, 2009).

En casos severos de deficiencia se presentan áreas necróticas aisladas. Generalmente, se pueden observar una zona amarilla prominente que avanza delante de las zonas necróticas y la cual es, generalmente, más brillante que en el caso de deficiencia de K (Uribe; *et al.*, s.f.).

### **Fertilización controlada**

Los fertilizantes de liberación controlada, lenta y en especial los productos recubiertos poseen un ámbito potencial de aplicación en la producción de planta, existe una gran variedad de fertilizantes

recubiertos en el mercado, tanto en lo que se refiere a las formulaciones como a las tasas de liberación y, por tanto, a su duración. La elección del producto y su dosificación debe ajustarse a la especie, a las condiciones de cultivo, y al tipo de planta deseado. El empleo de fertilizantes de liberación controlada permite un control de planta, en términos de morfología y de composición nutritiva, dando lugar a calidades de planta similares, respecto a estos atributos, a las producidas por otros sistemas de fertilización (Oliet *et al.* 1999).

Según Recasens (2008) La liberación de los elementos nutritivos está influenciada por:

- El material encapsulado
- Uniformidad de la capsula (granulometría)
- Temperatura

Cada fabricante tiene una temperatura de referencia para definir sus longevidades. Los productos de liberación controlada dan a la planta una nutrición uniforme, reduciendo el riesgo del exceso y defectos nutricionales. La utilización de fertilizantes de liberación controlada es adecuada en zonas con un índice de salinidad alto.

El mismo autor indica que las Ventajas de la utilización de fertilización de liberación controlada son:

- Es seguro para las plantas sin ningún riesgo agronómico
- Da tranquilidad al usuario
- Es un sistema de fertilización común abonado, de fondo independiente al sistema de riego o fertilización.

- Es económico y reusable, ahorra lixiviaciones y desaprovechamiento de nutrientes
- Suministra los nutrientes en función de la temperatura y en relación al crecimiento de la planta
- Es flexible la longevidad, la dosis , el análisis
- Se puede elegir al patrón de crecimiento de cada especie
- Adaptación de la fertilización deseada de la planta
- Una sola aplicación asegura que nutrientes en calidad suficiente serán suministrados en todo el ciclo del cultivo
- Más rigidez en los tallos
- Producción homogénea

Nolasco *et al.* (s.f.).Una vez aplicado, el fertilizante de liberación controlada absorbe la humedad que disuelve los nutrientes del interior pero sin liberarlos, estando el ritmo de liberación regulado solamente por la temperatura del suelo, que inicia de forma lenta y precisa la liberación de nutrientes a la zona radicular. La resistencia de la cubierta va a mantener la integridad de las partículas a lo largo del tiempo y de la manipulación. Gracias a este sistema se consigue:

- Una disponibilidad óptima de nutrientes a través de todo el ciclo, evitando deficiencias o excesos de nutrientes.
- Ahorro en mano de obra al no tener que fraccionar las aplicaciones.
- Reducción de las pérdidas de nutrientes por lavado al ir liberándolos poco a poco.
- Mejora de la eficiencia en el uso de nutrientes por las plantas.

- Aplicación de dosis más precisas, evitando la acumulación de sales y la contaminación de las aguas subterráneas.

Los fertilizantes de liberación controlada permiten una fertilización nitrogenada con mayor eficacia, lo que se traduce en una importante disminución de unidades fertilizantes al reducir las pérdidas, permitiendo mantener en el suelo el nivel adecuado de nitrógeno a lo largo del ciclo del cultivo, evitando el exceso o el defecto que caracteriza a las aplicaciones tradicionales. Si a esto se añade lo importante que es reducir los costes de cultivo, se puede entender fácilmente el gran interés que supone el conocer el comportamiento de un fertilizante que pueda ser aplicado como un abonado de fondo normal en una única aplicación y que se sepa cuál va a ser su actividad y comportamiento en el suelo durante el ciclo del cultivo (Nolasco *et al.*, s.f.).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del lugar

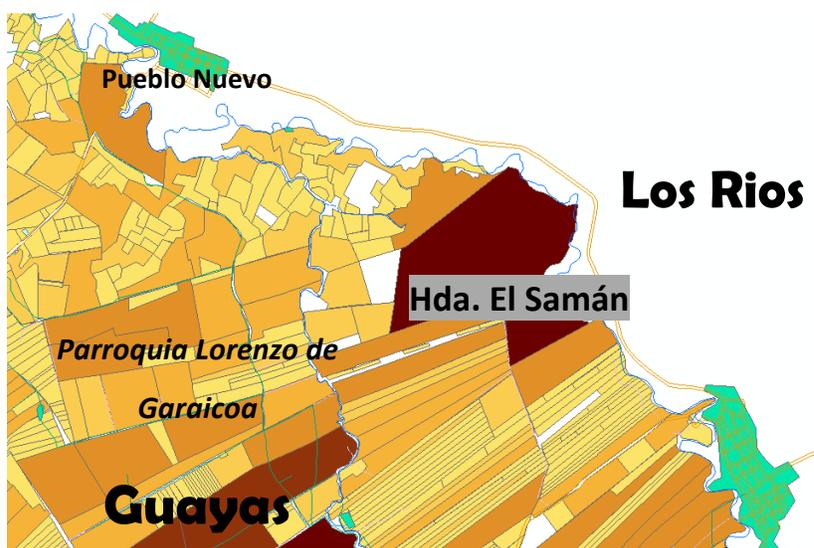
##### Localización del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Hda. El Samán parroquia Lorenzo de Garaicoa, cantón Simón Bolívar- provincia del Guayas.

Longitud: 80° 36'

Latitud: 01° 56'

Altitud: 60 msnm



##### Características climáticas <sup>1/</sup>

Precipitación media anual: 2329 mm

---

<sup>1/</sup> INAMHI, 2013

Temperatura media anual: 25.9°C

Humedad relativa: 83%

### **Clasificación ecológica <sup>2/</sup>**

Según el mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, esta zona corresponde a bosque seco tropical.

### **Características físicas del suelo**

Textura: Franco arcilloso

Topografía: Plana

## **3.2 Materiales**

### **Equipos**

Cámara fotográfica, computadora, bomba de motor de 14 L, bomba de mochila de 20 L

### **Herramientas**

Palas, navaja, azadones, machete, piola, estacas, pintura, brocha, cinta métrica, caña guadua, baldes, tijeras de poda y altura

### **Material vegetal**

En el siguiente cuadro se detalla algunas características del material vegetal utilizado.

---

<sup>2/</sup> Holdridge, 2014

## **Cuadro 1. Características del material experimental (variedad JHVH-10)**

<b>Características<sup>3/</sup></b>	
Rendimiento	60 qq/ha/año
Altura de planta	3- 4 m
Organolépticas	Sabor y aroma frutal
Producción anual	Todo el año
Distribución de las mazorca	Tallo y ramas
Color de la mazorca	Amarilla
Color de la almendra	Violeta

<sup>3/</sup>Fuente: Ing. Luis León H. Creador de la variedad.

### **Características del fertilizante <sup>4/</sup>**

Sumicoat II <sup>®</sup> es un fertilizante de liberación controlada que se encuentra recubierto con resina de poliuretano, su composición química es 12 N, 7 P, 23 K, 2 Mg.

### **Material de oficina**

Computadora, resma de papel A4, calculadora, bolígrafos

---

<sup>4/</sup> Agrociencias, 2008

### 3.3 Metodología

#### Factores en estudio

Los factores en estudio fueron niveles de fertilización utilizando una fuente de liberación controlada (Sumicoat II) en dosis de 0, 150, 200 y 250 g/planta distribuidos en dos y cuatro puntos de aplicación y un testigo comercial que corresponde a la forma como los agricultores fertilizan las plantas en la zona donde se realizó la investigación.

#### Tratamientos en estudio

En el Cuadro 2 se detallan los niveles de fertilización con N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada (Sumicoat II) en los diferentes tratamientos, en la Hacienda “El Samán” parroquia Lorenzo de Garaicoa, cantón Simón Bolívar - provincia del Guayas.

#### Cuadro 2 Diseño de los tratamientos

Tratamientos	Dosis SUMICOAT II g/planta	Puntos de aplicación (números de hoyos)
1.	150	2
2.	150	4
3.	200	2
4.	200	4
5.	250	2
6.	250	4
7. Testigo absoluto	0	0
8. Testigo comercial	Productor	Productor

#### Diseño experimental

Para el análisis estadístico se usó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con arreglo factorial (3X2) y un grupal con un total de ocho tratamientos distribuidos al azar con 4 repeticiones.

En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Además se efectuaron análisis de las dosis del producto SUMICOAT II con el rendimiento de grano de cacao.

### **Análisis de varianza**

El esquema de análisis de varianza con su respectivo grado de libertad se detalla en el cuadro 3

**Cuadro 3. Fuentes de variación y grados de libertad.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>G. L.</b>
Repeticiones	3
Tratamientos	7
<b>Grupo 1</b>	<b>5</b>
Dosis	2
Puntos de aplicación.	1
Dosis X Puntos de aplicación	2
<b>Grupo 2 (T)</b>	<b>1</b>
Entre grupo	1
Error experimental	21
Total	31

### **Delineamiento experimental**

Número de tratamientos : 8

Número de repeticiones :	4
Número de parcelas:	32
Número de plantas a evaluar:	2
Distancia entre bloque :	5 m
Distancia entre parcela :	5m
Área de parcela :	4 m x 7 m = 28 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo:	43 m x 67 m = 2881 m <sup>2</sup>
Área útil de parcela:	3 m x 3 m = 9 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo :	288 m <sup>2</sup>

### **3.4 Manejo del experimento**

Seleccionado el lote experimental, se procedió a cuadrar y estaquillar las parcelas con caña de 1.20 m de largo, considerando 6 plantas por parcela. Estas parcelas fueron identificadas por tratamiento en el extremo superior de la caña previamente pintada de blanco. Se trabajó con una densidad poblacional de 1100 plantas/ha, siguiendo un ciclo de producción de seis meses desde la floración hasta la cosecha.

#### **Control de malezas**

En esta labor se realizó un control manual (machete) que nos permitió el corte de malezas al ras del suelo sin dañar las raíces de los cacaotales ya que estas se encuentran muy superficialmente. También se empleó tres controles anuales con una “moto guadaña” en los terrenos no pedregosos.

#### **Podas**

Se realizaron dos podas, que tuvo como objetivo, eliminar las partes improductivas de los árboles, estimular el desarrollo de nuevos crecimientos vegetativos y equilibrarlos con los puntos productivos, también se eliminaron los chupones en donde fue necesario, se despunto con tijeras de poda de altura en los árboles para regular su crecimiento fototrópico.

### **Riego**

El riego utilizado en la Hacienda es el sistema sub foliar, con una frecuencia de dos riegos al mes con un total de quince riegos de cuatro horas de duración, estuvo determinado por el requerimiento hídrico del cultivo y la humedad disponible del suelo.

### **Fertilización del cultivo**

Esta práctica por ser el motivo de investigación se la realizó de acuerdo a los tratamientos en estudio, el fertilizante (Sumicoat II) se aplicó de la siguiente manera con dosis de 0, 150, 200, 250 g/planta distribuidos en 2 y 4 hoyos en cada parcela, un testigo que correspondió a la manera como los agricultores producen las plantas en la zona, donde se realizó cuatro fertilizaciones anuales aplicando 2.5 sacos de abono completo 10-30-10 y cuatro sacos de cacao producción, de la mezcla obtenida se aplicó una dosis de 250 g/planta.

### **Control de plagas y enfermedades**

Se realizó un monitoreo de plagas y enfermedades, luego se coordinó con el técnico de la hacienda, se efectuó un control preventivo

utilizando Clorpirifos con una dosis de 1 l/200 litros agua + Carbendazim con dosis de 750 cc / 200 litros de agua, empleando una bomba a motor de 14 litros de capacidad.

### **Cosecha**

La cosecha se realizó utilizando podón y tijera, según la altura en la que se encontraba las mazorcas y una vez que la fruta alcanzó el punto fisiológico y comercial de maduración.

### **3.5 Variables a evaluar**

Se enfocó en los principales caracteres morfológicos de la planta de cacao:

#### **Altura de la planta (m)**

Se midió en metros, desde la base de la planta hasta la yema apical, con un flexómetro.

#### **Diámetro del tallo (cm)**

Se midió a tres centímetro desde la base del tallo de la planta (fuste), con una cinta métrica.

#### **Área foliar**

Se calculó a partir de la medición en centímetro del largo y ancho de las hojas bajas, procurando que todas las hojas tengan la misma edad y que brotaran en el mismo período.

#### **Número de mazorca/ planta**

Esta operación se llevó a cabo a través del conteo de las mazorcas de cada una de las plantas evaluadas, obteniendo así el número total de mazorcas por planta.

### **Número de almendra/ mazorca**

Para los resultados de esta variable se contó el número de almendras recién cosechadas que contenía cada mazorca de las plantas del área útil.

### **Rendimiento (kg/ha)**

Esta variable se evaluó de la parcela neta cosechada, obteniéndose así el rendimiento en kilogramos / parcela y luego en kilogramos/ha.

### **Peso de almendras/mazorca (gr)**

Del rendimiento de cada parcela neta se pesaron las almendras secas por mazorca y se expresó en gramo.

### **Peso de almendras por planta (gr)**

Esta variable una vez obtenido el peso de almendras por mazorcas se procedió a pesar las almendras por unidad productiva, en gramos.

### **Diámetro de la mazorca (cm)**

Se midió desde la mitad de la mazorca, donde se tomó de referencia 10 mazorcas recién cosechadas de las plantas a evaluar.

### **Peso de cien granos (seco)**

Las semillas de cada mazorca fueron fermentadas 4 días y luego se les dio un secado natural al 7% de humedad, durante 1.5 días, para finalmente ser pesado.

### **Análisis de la dosis optima**

El análisis de la dosis optima de SUMICOAT II se la realizó siguiendo el modelo de la regresión cuadrática de la forma  $Y=a+bx+cx^2$  para esto se emplearon los datos de las dosis del fertilizante con el rendimiento de almendras de cacao en seco Kg/ha.

### **Contenidos nutrimentales (N, P, K, Mg)**

Como dato adicional se tomó muestras de hojas en todos los tratamientos y fueron enviadas al laboratorio de suelos y tejidos del INIAP donde se cuantificó el contenido de N, P, K, Mg en porcentaje.

### **3.6 Análisis económico**

La metodología de análisis de presupuestos parciales descritos por el Programa de Economía del CIMMYT (1988).



## **IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

### **4.1 Altura de la planta**

Según el análisis de varianza observamos que no hubo significación estadística para ningún factor en estudio, el coeficiente de variación fue de 0,468 % y una media general de 2,866 m de altura de planta (Cuadro 2 A).

Referente a los testigos no mostraron significancia estadística (cuadro 4).

En lo referente de las al grupo 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (cuadro 4).

### **4.2 Diámetro del tallo**

El análisis de la varianza no fue significativo para los tratamientos; la media general fue de 18,153 cm, con un coeficiente de variación de 1,796% (Cuadro 4 A).

En lo referente a los testigos no mostraron significancia estadística (cuadro 4).

Los grupos 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (cuadro 4).

### **4.3 Área foliar**

De acuerdo al análisis de la varianza, en ninguna fuente de variación no alcanzó significancia estadística; la media general fue de 2,840 cm, con un coeficiente de variación de 2,478 % (Cuadro 6 A).

Los testigos absoluto y del productor no mostraron significancia estadística (cuadro 4).

Los grupos 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (cuadro 4).

**Cuadro 4. Promedio de tres características agronómicas**

Tratamientos	Dosis g/planta	Puntos de aplicación	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)	Área foliar
Grupo 1					
1.	150	2	2,87 <sup>N.S.</sup>	18,07 <sup>N.S.</sup>	2,82 <sup>N.S.</sup>
2.	150	4	2,87	18,07	2,83
3.	200	2	2,86	18,14	2,84
4.	200	4	2,87	18,14	2,87
5.	250	2	2,87	18,22	2,83
6.	250	4	2,87	18,30	2,85
Grupo 2					
7. Testigo absoluto	0		2,86 <sup>N.S.</sup>	18,14 <sup>N.S.</sup>	2,85 <sup>N.S.</sup>
8. Testigo comercial	Productor		2,87	18,14	2,84
Entre grupo					
Grupo 1			2,87 <sup>N.S.</sup>	18,16 <sup>N.S.</sup>	2,84 <sup>N.S.</sup>
Grupo 2			2,87	18,14	2,85
$\bar{X}$			2,866	18,153	2,840
C.V. (%):			0,468	1,796	2,478

1/ Los valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey<0,05); N.S. No significativo.

#### 4.4 Número de mazorca/ planta

El análisis de varianza entre tratamientos, las dosis y punto de aplicación fueron altamente significativo, y entre grupo hubo

significancia. La media general fue de 27,37 y el coeficiente de variación de 2,956% (Cuadro 8A).

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superior con 35,50 y 34,75, seguido de los tratamientos 4 y 3 con 27,75 y 27,50, a diferencia de los tratamientos 1 y 2 que presentaron 21 mazorcas (Cuadro 5).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 35 mazorcas, a diferencia del testigo absoluto con 16,50 mazorcas (Cuadro 5).

Entre grupo el grupo 1 fue superior con 27,92 a diferencia del grupo 2 con 25,75 mazorcas (Cuadro 5).

#### **4.5 Numero de almendra por mazorca**

Los valores correspondientes al análisis de varianza fueron altamente significativo, para las dosis presentaron altamente significancia. En cuanto los puntos de aplicación la interacción no hubo significancia, en lo referente entre grupo fue altamente significativo; la media general fue de 48,281, con un coeficiente de variación de 1,576% (Cuadro 10 A).

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superior con 59,50 y 58,50, seguido de los tratamientos 4 y 3 con 43,00 y 42,75, a diferencia de los tratamientos 1 y 2 que presentaron 41 almendras por mazorcas (Cuadro 5).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 60 almendras por mazorcas, a diferencia del testigo absoluto con 39,00 almendras por mazorcas (Cuadro 5).

Entre grupo el grupo 1 fue superior con 49,65 a diferencia del grupo 2 con 47,63 almendras por mazorcas

**Cuadro 5. Promedio de dos características agronómicas**

Tratamientos	Dosis g/planta	Puntos de aplicación	Numero de mazorca	Numero de almendras/mazorca
Grupo 1				
1.	150	2	21,00 c <sup>1/</sup>	41,00 cd <sup>1/</sup>
2.	150	4	21,00 c	41,00 cd
3.	200	2	27,50 b	42,75 b c
4.	200	4	27,75 b	43,00 b
5.	250	2	34,75 a	58,50 a
6.	250	4	35,50 a	59,50 a
Grupo 2				
7. Testigo absoluto	0		16,50 b	39,00 b
8. Testigo comercial	Productor		35,00 a	60,00 a
Entre grupo				
Grupo 1			27,92 a	47,63 b
Grupo 2			25,75 b	49,65 a
$\bar{X}$			27,37	48,281
C.V. (%):			2,956	1,576

1/ Los valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey<0,05); N.S. No significativo.

#### 4.6 Rendimiento (kg/ha)

En este análisis de varianza las fuentes de variación no fueron significativas en los tratamientos, para las dosis hubo significancia estadística, en el punto de aplicación y la interacción no presentó

significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 1,83 % y una media general de 176,8Kg/ha (Cuadro 12 A)

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superior con 4138,75 y 397475 Kg/ha respectivamente, seguido de los tratamientos 3 y 4 con 2565,00 y 2373,75 Kg/ha, a diferencia de los tratamientos 1 y 2 que presentaron 1663,50 y 1685 Kg/ha (Cuadro 6).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 4071,50 Kg/ha, a diferencia del testigo absoluto con 1216,75 Kg/ha (Cuadro 6).

Entre grupo el grupo 1 fue superior con 3161,21 a diferencia del grupo 2 con 2644,13 Kg/ha (Cuadro 6).

#### **4.7 Peso de almendras/mazorca**

En esta varianza las fuentes de variación fueron significativas en los tratamientos, para las dosis y puntos de aplicación hubo significancia estadística, en la interacción no presento significancia estadística. La media general fue de 82,25, con un coeficiente de variación de 1,702% (Cuadro 14 A).

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superiores con 106 y 104, seguido de los tratamientos 4 y 3 con 77, 75 y 76,50, a diferencia de los tratamientos 2 y 1 que presentaron 73 y 72 gr del peso de almendras por mazorcas (Cuadro 6).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 105,75 gr del peso de almendras por mazorcas, a diferencia del testigo absoluto con 67,00 gr del peso de almendras (Cuadro 6).

Entre grupo el grupo 1 fue superior con 86,38 a diferencia del grupo 2 con 84,88 gr del peso de almendras por mazorcas (Cuadro 6).

#### **4.8 Peso de almendras por planta**

En esta variable fueron significativo en los tratamientos, para las dosis, puntos de aplicación y la interacción hubo significancia estadística, la media general fue de 2436,375, con un coeficiente de variación de 3,274 % (Cuadro 16 A).

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superiores con 3762,50 y 3613,50, seguido de los tratamientos 4 y 3 con 2158,00 y 2104,50, a diferencia de los tratamientos 2 y 1 que presentaron 1532,50 y 1512,50 gr del peso de almendras por planta (Cuadro 6).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 105,75 gr del peso de almendras por mazorcas, a diferencia del testigo absoluto con 67,00 gr del peso de almendras (Cuadro 6).

Entre grupo el grupo 1 y 2 no hubo diferencia estadísticas en el peso de almendras por planta (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Promedio de tres características agronómicas**

Tratamientos	Dosis g/planta	Puntos de aplicación	Rendimiento (kg/ha)	Peso de almendra/mazorca (gr)	Peso de almendra/planta (gr)
Grupo 1					
1.	150	2	1663,50 d	72,00 c <sup>1/</sup>	1512,50 c
2.	150	4	1685,75 d	73,00 c	1532,50 c
3.	200	2	2565,00 c	76,50 b	2104,50 b
4.	200	4	2373,75 c d	77,75 b	2158,00 b
5.	250	2	3974,75 b	104,00 a	3613,50 a
6.	250	4	4138,75 a	106,00 a	3762,50 a
Grupo 2					
7. Testigo absoluto	0		1216,75 b	67,00 b	1106,00 b
8. Testigo comercial	Productor		4071,50 a	105,75 a	3701,50 a
Entre grupo					
Grupo 1			3161,21 a	84,88 b	2447,25 a
Grupo 2			2644,13 b	86,38 a	2403,75 a
$\bar{X}$			176,8	82,25	2436,38
C.V. (%):			1,83	1,702	3,274

1/ Los valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey<0,05); N.S. No significativo.

#### 4.9 Diámetro de la mazorca

El análisis de la varianza fue significativo en los tratamientos, para las dosis hubo significancia estadística, en cuanto los puntos de aplicación y la interacción no presento significancia estadística. La media general fue de 9,201, con un coeficiente de variación de 2,014% (Cuadro 18 A).

En el grupo 1 los tratamientos 6 y 5 fueron superiores con 9,63 y 9,55, seguido de los tratamientos 4 y 3 con 9,15, a diferencia de los

tratamientos 1 y 2 que presentaron 8,99 y 8,91 diámetro de mazorca (Cuadro 7).

El grupo 2 el testigo comercial fue superior con 9,23 diámetro de mazorca, a diferencia del testigo absoluto con 8,60 diámetro de mazorca (Cuadro 7).

Entre grupo el grupo 1 fue superior con 9,23 seguido del grupo 2 con 8,62 diámetro de mazorca (Cuadro 7).

#### **4.10 Peso de cien granos (seco)**

El análisis de la varianza no fue significativo entre los factores de estudio. La media general fue de 176,750, con un coeficiente de variación de 1,834% (Cuadro 20 A).

Referente a los testigos no mostraron significancia estadística (cuadro 7).

En lo concerniente las del grupo 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados (cuadro 7).

### Cuadro 7. Promedio de dos características agronómicas

Tratamientos	Dosis g/planta	Puntos de aplicación	Diámetro de la mazorca (cm)	Peso de cien granos seco (gr)
Grupo 1				
1.	150	2	8,99 c <sup>1/</sup>	176,75 <sup>N:S:</sup>
2.	150	4	8,91 c	176,50
3.	200	2	9,15 b	176,75
4.	200	4	9,15 b	176,25
5.	250	2	9,55 a	175,25
6.	250	4	9,63 a	177,25
Grupo 2				
7. Testigo absoluto	0		8,60 b	176,25 <sup>N:S:</sup>
8. Testigo comercial	Productor		9,63 a	179,00
Entre grupo				
Grupo 1			9,23 a	176,63
Grupo 2			8,62 b	177,63
$\bar{X}$			9,201	176,750
C.V. (%):			2,014	1,834

1/ Los valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey<0,05); N.S. No significativo

## 4.11 Análisis de la dosis optima

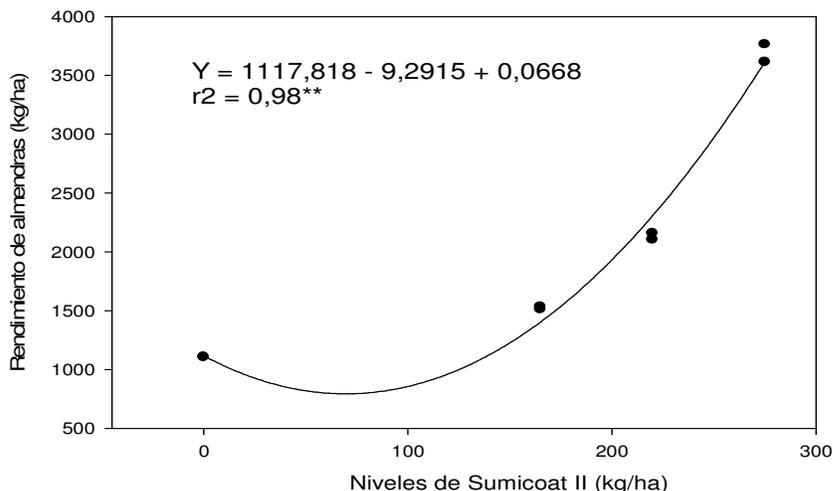


Figura 1. Regresión del tipo  $y = b_0 + b_1N + b_2N^2$  para la variable de rendimiento de almendra en cacao con cuatro niveles de Sumicoat II.

De acuerdo con el modelo cuadrático empleado, se observa que no hay deflexión en la curva, es decir, no hay caída por lo que se prevé que el cacao puede responder a dosis más altas de Sumicoat II el rendimiento más alto se alcanzó con 250 g/planta (Figura1).

## 4.12 Contenidos nutrimentales (N, P, K, Mg)

De acuerdo al análisis foliar se obtuvo los siguientes resultados interpretados con los patrones del Mills y Jones (1996). Estos presentaron concentraciones adecuadas de N, P, K, Zn, Cu, Fe y Na; concentraciones excesivas de Ca y Mg, mientras que las concentraciones de manganeso en el tratamiento 2 y en el 6 fueron deficitarias, los restantes tratamientos fueron adecuados (Cuadro 8).

## 4.13 Cuantificación de contenidos nutrimentales

Se realizó un análisis foliar, al finalizar el ensayo, a todos los tratamientos estudiados y se cuantificó los contenidos nutrimentales como una referencia adicional a la investigación.

### Cuadro 8. Análisis foliar

Muestras	(%)						mg/L				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	Na
Tratamiento 1	2.1 A	0.15 A	2.05 A	2.10 E	0.56 E	0.19	40 A	11 A	197 A	74 A	41 A
Tratamiento 2	2.3 A	0.22 A	2.58 A	1.14 E	0.58 E	0.20	41 A	12 A	94 A	44 D	41 A
Tratamiento 3	2.1 A	0.16 A	2.00 A	1.39 E	0.51 E	0.18	33 A	10 A	130 A	88 A	39 A
Tratamiento 4	2.0 A	0.18 A	1.94 A	1.51 E	0.52 E	0.18	46 A	10 A	183 A	149 A	36 A
Tratamiento 5	2.0 A	0.16 A	1.80 A	1.68 E	0.51 E	0.18	36 A	11 A	197 A	89 A	31 A
Tratamiento 6	2.2 A	0.19 A	2.49 A	1.06 E	0.43 E	0.20	43 A	12 A	113 A	42 D	36 A
Tratamiento 7	2.4 A	0.10 A	1.68 A	2.47 E	0.47 E	0.19	20 A	9 A	196 A	56 A	32 A
Tratamiento 8	2.2 A	0.18 A	2.14 A	1.27 E	0.51 E	0.18	35 A	11 A	227 E	72 A	36 A

**A: Adecuado    E: Excesivo    D: Deficiente**

	Macro elementos (%)		Micro elementos (ppm)
<b>N</b>	2,00-2,50	<b>Fe</b>	60-200
<b>P</b>	0,13-0,25	<b>Mn</b>	50-300
<b>K</b>	1,30-2,20	<b>B</b>	25-70
<b>Ca</b>	0,30-0,60	<b>Cu</b>	8-12
<b>Mg</b>	0,20-0,50	<b>Zn</b>	20-100
<b>S</b>	No hay datos	<b>Mo</b>	1,00-2,50

Mills y Jones, 1996.

#### 4.14 Análisis económico

De acuerdo al análisis de presupuesto parcial (Cuadro 9), el mayor beneficio bruto correspondió para el tratamiento ocho, con 4075 USD/ha, con un valor de USD 2,6 kg. Dentro de los costos variables el valor más alto con USD 1168,78 correspondió al tratamiento seis y el valor más bajo al testigo absoluto (sin aplicación). El mayor

beneficio neto fue para el tratamiento seis que alcanzó un valor de USD 9071,84 /ha seguido del tratamiento ocho con 9018,68 USD/ha.

De acuerdo con el análisis de dominancia, los únicos tratamientos que fueron dominados correspondieron a los tratamientos cuatro y cinco (Cuadro 10).

Según el análisis marginal, la tasa de retorno marginal para el tratamiento 8 fue de 574,51 %, mientras que el tratamiento 6, la tasa marginal de retorno fue de 518,99 % (Cuadro 11).

**Cuadro 9. Análisis de presupuesto parcial**

<b>RUBROS</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Rendimiento bruto (kg/ha)</b>	1664	1686	2565	2374	3975	4146	1217	4075
<b>Rendimiento ajustado 5 % (kg/ha)</b>	83,2	84,3	128,25	118,7	198,75	207,3	60,85	203,75
<b>Rendimiento neto (kg/ha)</b>	1580,8	1601,7	2436,75	2255,3	3776,25	3938,70	1156,15	3871,25
<b>Precio de campo (USD)</b>	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
<b>Beneficio bruto (USD/ha)</b>	4110,08	4164,42	6335,55	5863,78	9818,25	10240,62	3005,99	10065,25
<b>Precio del fert. Campo (USD/ha/año)</b>	683,27	683,27	911,02	911,02	1138,78	1138,78	0	986,57
<b>Jornal (USD/ ha)</b>	15	30	15	30	15	30	0	60
<b>Total de costos que varían (USD/ha/año)</b>	698,27	713,27	926,02	941,02	1153,78	1168,78	0	1046,57
<b>Beneficio neto (USD/ha)</b>	3411,81	3451,15	5409,53	4922,76	8664,47	9071,84	3005,99	9018,68

## Cuadro 10. Análisis de dominancia

Tratamientos	Total de costo variable (USD/ha)	Beneficio neto (USD/ha)
T 7	0	3005,99
T 1	698,27	3411,81
T2	713,27	3451,15
T3	926,02	5409,53
T4	941,02	4922,76 D
T8	1046,57	9018,18
T5	1153,78	8667,47 D
T6	1168,78	9071,84

## Cuadro 11. Análisis marginal

Tratamientos	Total de costo variable (USD/ha)	Total de costo variable marginal	Beneficio neto	Beneficio neto marginal	TRM %
T7	0		3005,99		
T1	698,27	698,27	3411,81	405,82	412,96
T7	0		3005,99		
T2	713,27	713,27	3451,15	445,16	62,41
T7	0		3005,99		
T3	926,02	926,02	5405,53	2403,54	259,56
T7	0		3005,99		
T8	1046,57	1046,57	9018,68	6012,69	574,51
T7	0		3005,99		
T6	1168,78	1168,78	9071,84	6065,85	518,99

## V.DISCUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos en el ensayo de fertilización con liberación controlada en el cultivo de cacao, se puede señalar que no alcanzaron diferencias significativas en las características morfológicas en las variables: altura de planta, diámetro del tallo, área foliar, diámetro de mazorca, peso de cien grano seco, puede ser debido que los tratamientos utilizados favorecieron los parámetros a evaluar, probablemente estas características parecen que son propias del material genético utilizado y puede influenciar la fertilización controlada, esto concuerda con Oliet *et al.*, (1999), el empleo de fertilizantes de liberación controlada permite un control de planta, en términos de morfología y de composición nutritiva, dando lugar a calidades de planta similares, respecto a estos atributos, a las producidas por otros sistemas de fertilización.

Se puede observar que entre las dosis evaluadas y puntos de aplicación el tratamiento seis fue diferente estadísticamente, según Nolasco *et al.*, (s.f.), establece que una vez aplicado, el fertilizante de liberación controlada absorbe la humedad que disuelve los nutrientes del interior pero sin liberarlos, estando el ritmo de liberación regulado solamente por la temperatura del suelo, que inicia de forma lenta y precisa la liberación de nutrientes a la zona radicular.

La interacción entre las dosis y punto de aplicación estudiados tuvieron una interacción significativa en las variables: número de almendras/mazorca, de almendras/plantas, peso de almendra/mazorca y peso de almendra/planta.

Según los patrones de interpretación foliar de Mills y Jones (1996), las concentraciones nutrimentales en el tejido foliar (hojas) fueron adecuados en N, P y K y excesivos en el elemento Magnesio.

Con lo referente a la dosis optima la mejor fue la 250 g/planta, esto concuerda con el trabajo de investigación de Salvador, (2013) Los fertilizantes de liberación controlada con las dosis estudiadas en las variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Económicamente mediante la metodología de CYMMYT (1988) se determinó que el mayor beneficio neto, lo alcanzó el tratamiento seis, la mayor tasa de retorno marginal fue del tratamiento ocho con 574,51 USD/ha,

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye:

- Las variables número de mazorca/planta, número de almendra/mazorca, número de almendra/tallo, peso de almendra por mazorca, peso de almendra por planta, diámetro de mazorca tuvieron un efecto significativo.
- Los dos puntos de aplicación tuvieron efecto significativo en las variables: número de almendra/tallo, peso de almendra por mazorca
- La interacción entre las dosis y puntos de aplicación estudiados tuvieron una interacción significativa en las variables: número de almendras/mazorca, de almendras/plantas, peso de almendra/mazorca y peso de almendra/planta.
- Las concentraciones nutrimentales en el tejido foliar (hojas) fueron adecuados en N, P y K y excesivos en el elemento Magnesio.
- El análisis económico con el tratamiento seis se consiguió el mayor beneficio neto con 9071,84 USD/ha y el tratamiento ocho obtuvo la mayor tasa de retorno marginal de 574,51 USD/ha.

Se recomienda:

- Continuar con este tipo de investigación en otras zonas con diferentes cultivos.
- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación a agricultores y empresarios.

## VI. RESUMEN

La investigación se realizó en la Hda. El Samán parroquia Lorenzo de Garaicoa, cantón Simón Bolívar- provincia del Guayas. . Localización geográfica: Longitud:  $80^{\circ} 36'$ , latitud:  $01^{\circ} 56'$  Altitud: 60 msnm. Presentando como objetivo general: Generar alternativas tecnológicas sobre nutrición en el cultivo de cacao cuyos resultados, permitan al agricultor lograr mayor rendimiento y calidad de cosechas y los específicos: a) Determinar el nivel óptimo de fertilización a base de N; P; K; Mg, utilizando como fuente un fertilizante de liberación controlada. b) Determinar la factibilidad económica para el uso de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada en función del rendimiento del grano.

En todos los tratamientos se realizaron las mismas labores. Para el análisis estadístico se usó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con arreglo grupal y factorial 8 tratamientos distribuidos al azar con 4 repeticiones. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 y 1% de probabilidades. Además se efectuaron análisis de correlación y regresión entre las distintas variables medidas.

Se concluyó:

a) Las variables número de mazorca/planta, número de almendra/mazorca, número de almendra/tallo, peso de almendra por mazorca, peso de almendra por planta, diámetro de mazorca tuvieron un efecto significativo;

- b) Los dos puntos de aplicación tuvieron efecto significativo en las variables: número de almendra/tallo, peso de almendra por mazorca;
- c) La interacción entre las dosis y puntos de aplicación estudiados tuvieron una interacción significativa en las variables: número de almendras/mazorca, de almendras/plantas, peso de almendra/mazorca y peso de almendra/planta;
- d) Las concentraciones nutrimentales en el tejido foliar (hojas) fueron adecuados en N, P y K y excesivos en el elemento Magnesio,
- e) El análisis económico con el tratamiento seis se consiguió el mayor beneficio neto con 9071,84 USD/ha y el tratamiento ocho obtuvo la mayor tasa de retorno marginal de 574,51 USD/ha.

## VII. SUMMARY

The research was conducted at the Hacienda The Saman. The Lorenzo de Garaicoa, Parroquia, canton Simon Bolivar Guayas province. Geographical location: Length:  $80^{\circ} 36'$  latitude:  $01^{\circ} 56'$  Altitude: 60 msnm. Presenting the general objective: To generate technological alternatives nutrition in growing cocoa whose results allow farmers to achieve higher yields and quality of crops and specific: a) Determine the optimum level of fertilization based on N; P; K; Mg, using as source controlled release fertilizer. b) To determine the economic feasibility for the use of fertilizer treatments controlled depending on the grain yield release.

All treatments were performed the same tasks. For statistical analysis, a randomized block design (DBA) group and used factorial randomized 8 treatments with 4 repetitions settlement. In the mean comparison Tukey test at 5 and 1% probability is used. Also correlation and regression analysis between different variables measured were made.

It was concluded:

a) The number of variables ear / plant, number of almond / cob, kernel number / shoot, almond weight per ear, kernel weight per plant, ear diameter had a significant effect;

- b) The two points of application had significant effect on the variables: number of almond / shoot, almond weight per ear;
- c) The interaction between dose and application points studied had significant interaction variables: number almond / cob, almond / plants, almond weight / cob and kernel weight / plant;
- d) The nutrient concentrations in leaf tissue (leaves) were adequate in N, P and K and excessive in magnesium element,
- e) The economic analysis with treatment six largest net profit was achieved with \$ 9,071.84 / ha and eight treatment had the highest marginal return rate of \$ 574.51 / ha.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

**Agrociencias. 2012.** SUMICOAT. Fertilizante de liberación controlada. Plegable divulgativo. Sumitomo del Ecuador. Disponible en <http://www.agrociencias.com.ec/index.php/fertilizantesedaficos.html>.

Revisado el 1 de Septiembre del 2012.

**Angulo F. 2009.** Evaluación de cuatro Bioestimulantes comercial en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao L.*) Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica. Riobamba –Ecuador.

**Augstburger F.; Censkowsky U.; Heid P., Milz J. y Streit C. 2002.** Agricultura Orgánica en el subtropico. Guía de Cacao. Disponible en la web: [www.naturland.de](http://www.naturland.de). Revisado el 22 de Julio del 2012

**CIMMYT 1998.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Centro Internacional de maíz y trigo. México D.F. 78 p.

**Enríquez, G. 2004.** “Cacao Orgánico - Guía de productores ecuatorianos”. INIAP, Manual · 54. Ecuador, pp 5-76

**Flores, D. 2008.** “Cacao de exportación“. Disponible en la web: <http://www.articulo.org/idx/27/3629/ciencia/article>. Revisado el 22 de Julio del 2012

**FNCC, 1991.** Cacao Editorial Continental de España p 47,48

**García, A. 1993.** Sintomatología de las deficiencias nutricionales en cacao.  
ICA, Colombia.

**Holdridge, 1971.** Forest environments in tropical life zone: a pilot study.  
Oxford, Pergamon Press. 747 p

**INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), 2013.** Datos meteorológicos de Babahoyo. Disponible en <http://www.inamhi.gob.ec>.  
Revisado el 16/09/2013.

**INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), 2009.** Manual de cultivo de cacao para la Amazonia ecuatoriana N<sub>0</sub> 76.  
Quito –Ecuador.

**Ling, A.H. and S.B. Chiu. 1990.** Cocoa nutrition and manuring in Malaysia.  
In: Proc. Of MCGC – Malaysian Cocoa Board Workshop on Cocoa Agricultural Research. KualaLumpur. Malaysian Cocoa Grower's Council, pp. 131-142.

**Manual del cultivo de cacao, s.f.** Congreso de productores de cacao.  
Guayaquil, EC.

**Mills, H.A; Jones, B. Jr, 1996.** Plant analysis hadbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micromacropublishing. Athens. Georgia, USA. p 189 .

**Ministerio de Agricultura del Perú, 2004.** Programa para el desarrollo de la amazonia PROAMAZONIA. Manual del cultivo de cacao. Lima -Perú. 83 p.

**MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador), 2006.** “Cultivo de cacao”. Disponible en <http://www.magap.gob.ec/magapweb/>. Revisado el 02/08/2012.

**Navarro M.; Mendoza I. 2006.** Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. Guía Técnica para Promotores.

**Nolasco J., Outeiriño A., Gonzalez A., Lopez J. (s.f).** Aplicación de fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de lechuga en la región de Murcia. Instituto Murciano de Investigaciones y Desarrollo Agrario (IMIDA).

**Northern Latín América (s.f).** Deficiencias nutricionales y fertilización de cacao.Disponible.  
[http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=8ABD1B7805256B68005548E99546FF67](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=8ABD1B7805256B68005548E99546FF67) Consultado el 21 de Agosto del 2012.

**Oliet J.; Segura M.; Domínguez F. y López M. 1999.** Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de planta forestal de vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* mill. Aceptado para su publicación: 16-2-99

**Quíroz, P. et al. 1981.** Abonamiento del Cacao (*Theobroma cacao* L.) en fertilizantes compuestas en el corregimiento de Río Frío, zona bananera. I. A, Tesis (Resumen) 8ª conferencia Internacional de Cacao. Cartagena Oct. 18-24. 6 p.

**Recasens, L. 2008.** Fertilizantes de liberación controlada. Boletín de Horticultura. Diario EXTRA. Guayaquil EC.

**Salvador, S. 2013.** Estudio sobre niveles de fertilización con N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de banano (*Mussa AAA*). Previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad estatal de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil-Ecuador.

**Uribe A.; Méndez H. y Mantilla J. (s.f.).** Efectos de nitrógeno, fosforo y potasio en la producción de cacao en Colombia. Disponible en [http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19\\_Fertilizacion\\_del\\_cacao.pdf](http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Fertilizacion_del_cacao.pdf). Consultado el 22 de Julio del 2012.

**Wilson, K.C. 1999.** Coffee, cocoa and tea. CABI publishing. Wallingford, UK.

# **Anexos:**

**Cuadro 1 A. Datos sobre altura de planta**

Tratamiento	Repeticiones				$\Sigma$	$\bar{X}$
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	2,86	2,85	2,90	2,86	11,47	2,87
2	2,87	2,86	2,86	2,9	11,49	2,87
3	2,86	2,87	2,85	2,87	11,45	2,86
4	2,86	2,88	2,86	2,86	11,46	2,87
5	2,87	2,86	2,87	2,86	11,46	2,87
6	2,88	2,87	2,87	2,86	11,48	2,87
Grupo 2						
7	2,86	2,86	2,87	2,85	11,44	2,86
8	2,88	2,86	2,87	2,86	11,47	2,87

**Cuadro 2 A. Análisis de varianza sobre altura de planta**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F''C''	F''T''	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,00013	4,16667	0,231788 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	0,00045	6,42857	0,357616 <sup>NS</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	0,00018	0,000035834	0,199341 <sup>NS</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	0,00016	0,000079165	0,440388 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	0,00010	0,00010417	0,579489 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	0,00001	0,000004165	0,023170 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	0,00011	0,0001125	0,625828 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	0,00016	0,00015833	0,880776 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	0,00378	0,000179762			
Total	31	0,00435				
X:	2,866					
C.V.(%):	0,468					

N.S.: No Significativo

**Cuadro 3 A. Datos sobre diámetro del tallo**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	18,46	18,46	17,83	17,51	72,26	18,07
2	18,46	18,46	17,51	17,83	72,26	18,07
3	18,14	18,46	18,46	17,51	72,57	18,14
4	17,83	18,14	18,46	18,14	72,57	18,14
5	18,46	17,83	18,46	18,14	72,89	18,22
6	18,46	18,46	18,14	18,14	73,2	18,30
Grupo 2						
7	18,46	18,14	17,83	18,14	72,57	18,14
8	18,46	17,83	18,14	18,14	72,57	18,14

**Cuadro 4 A. Análisis de varianza sobre diámetro del tallo**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F''C''	F''T''	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,69183437	0,230611457	2,169789 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	0,16947187	0,024210267	0,227791 <sup>NS</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	0,00102187	0,000204374	0,001923 <sup>NS</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	0,156325	0,0781625	0,735419 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	0,0040417	0,0040417	0,038028 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	0,0080833	0,00404165	0,038027 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	0,0000001	0,0000001	0,000000 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	0,16845	0,16845	1,584921 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	2,23194063	0,106282887			
Total	31	3,09324687				
X:	18,153					
C.V.(%)	1,796					

N.S.: No Significativo

**Cuadro 5 A. Datos sobre área foliar**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	2,75	2,82	2,91	2,79	11,27	2,82
2	2,85	2,94	2,73	2,8	11,32	2,83
3	2,91	2,79	2,82	2,82	11,34	2,84
4	2,80	2,9	2,91	2,85	11,46	2,87
5	2,90	2,82	2,87	2,73	11,32	2,83
6	2,88	2,9	2,81	2,79	11,38	2,85
Grupo 2						
7	2,94	2,73	2,8	2,91	11,38	2,85
8	2,92	2,84	2,79	2,82	11,37	2,84

**Cuadro 6 A. Análisis de varianza sobre área foliar**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F" C"	F" T"	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,01353437	0,004511457	0,910611 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	0,00652187	0,000931696	0,188057 <sup>NS</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	0,00120104	0,000240208	0,048485 <sup>NS</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	0,00275833	0,001379165	0,264324 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	0,00220417	0,00220417	0,444899 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	0,00035833	0,000179165	0,036163 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	0,0002	0,0002	0,040369 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	0,00512083	0,00512083	1,033610 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	0,10404063	0,004954316			
Total	31	0,12409687				
X:		2,840				
C.V.(%):		2,478				

N.S.: No Significativo

**Cuadro 7 A. Datos sobre número de mazorca/ planta**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	21	22	20	21	84	21,00
2	22	20	21	21	84	21,00
3	28	26	28	28	110	27,50
4	27	28	28	28	111	27,75
5	34	36	34	35	139	34,75
6	36	36	35	35	142	35,50
Grupo 2						
7	16	16	17	17	66	16,50
8	35	34	35	36	140	35,00

**Cuadro 8 A. Análisis de varianza sobre número de mazorca/planta**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F" C "	F" T "	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,750000	0,250000	0,381818 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	1513,0000	216,14285	330,10909 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	712,66666	142,53333	217,687273 <sup>**</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	799,08333	399,54166	610,209091 <sup>**</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	0,666667	0,666667	1,018182 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	0,583333	0,2916665	0,445454 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	684,5	684,5	1045,418 <sup>**</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	115,83333	115,83333	176,9091 <sup>**</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	13,75000	0,6547619			
Total	31	1527,5000				
X:	27,37					
	5					
C.V.(%)	2,956					

\*\* Altamente significativo.

N.S.: No Significativo

**Cuadro 9 A. Datos sobre número de almendra/mazorca**

Tratamiento	Repeticiones				$\Sigma$	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	41	41	40	42	164	41,00
2	40	41	41	42	164	41,00
3	44	42	42	43	171	42,75
4	42	43	43	44	172	43,00
5	58	58	58	60	234	58,50
6	60	59	59	60	238	59,50
Grupo 2						
7	38	39	39	40	156	39,00
8	59	60	60	61	240	60,00

**Cuadro 10 A. Análisis de varianza sobre número de almendra/mazorca**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F"C"	F"T"	
					5%	1%
Repeticiones	3	8,09375	2,697917	4,660668 *	3,07	4,87
Tratamientos	7	2532,2187	361,745535	624,917738 **	2,49	3,64
Grupo 1	5	880,38542	176,077084	304,174294 **	2,68	4,04
Dosis	2	1649,3333	824,666665	1424,61696 **	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	1,5000000	1,500000	2,591260 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	1,0000000	0,500000	0,863753 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	861,125	861,125	1487,59897 **	4,32	8,02
Entre grupo	1	790,70833	790,70833	1365,95372 **	4,32	8,02
Error experimental	21	12,15625	0,5788690			
Total	31	2552,4687				
X:	48,281					
C.V.(%):	1,576					

\*\* Altamente significativo.

\* Significativo

N.S.: No Significativo

**Cuadro 11 A. Datos sobre rendimiento de cacao (Kg/ha)**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	1663	1742	1540	1709	6654	1663,50
2	1718	1606	1686	1733	6743	1685,75
3	2433	3145	2310	2372	10260	2565,00
4	2257	2372	2433	2433	9495	2373,75
5	3815	4039	3964	4081	15899	3974,75
6	4198	4118	4158	4081	16555	4138,75
Grupo 2						
7	1144	1179	1272	1272	4867	1216,75
8	4004	3964	4081	4237	16286	4071,50

**Cuadro 12 A. Análisis de varianza sobre rendimiento de cacao**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F''C''	F''T''	
					5%	1%
Repeticiones	3	68486,125	2158,333333	2,05 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	32,50000	4,64285714	0,44 <sup>NS</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	9,208333333	4,604166665	0,44 <sup>NS</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	0,583333333	0,291666667	0,03 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	1,041666667	1,041666667	0,10 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	7,583333333	3,791666667	0,36 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	15,1250000	15,1250000	1,43 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	8,166666667	8,166666667	0,78 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	220,750	10,5119048			
Total	31	318,0000				
X		176,8				
C.V.(%)		1,83				

**Cuadro 13 A. Datos sobre peso de almendra por mazorca (g)**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	72	72	70	74	288	72,00
2	71	73	73	75	292	73,00
3	79	75	75	77	306	76,50
4	76	77	79	79	311	77,75
5	102	102	106	106	416	104,00
6	106	104	108	106	424	106,00
Grupo 2						
7	65	67	68	68	268	67,00
8	104	106	106	107	423	105,75

**Cuadro 14 A. Análisis de varianza sobre peso de almendra por mazorca (g)**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F"C"	F"T"	
					5%	1%
Repeticiones	3	24,25	8,083333	3,836158 *	3,07	4,87
Tratamientos	7	7975,5	1139,357143	540,71186 **	2,49	3,64
Grupo 1	5	3016,625	603,325	286,32373 **	2,68	4,04
Dosis	2	4945,75	2472,875	1173,5678 **	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	12,041667	12,041667	5,714689 *	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	1,083333	0,5416665	0,257062 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	3003,125	3003,125	1425,2119 **	4,32	8,02
Entre grupo	1	1955,75	1955,75	928,15254 **	4,32	8,02
Error experimental	21	44,25	2,107142857			
Total	31	8044				
X:	85,25					
C.V.(%):	1,703					

\*\* Altamente significativo.

\* Significativas

N.S.: No Significativo

**Cuadro 15 A. Datos sobre peso de almendra por planta (g)**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	1512	1584	1400	1554	6050	1512,50
2	1562	1460	1533	1575	6130	1532,50
3	2212	1950	2100	2156	8418	2104,50
4	2052	2156	2212	2212	8632	2158,00
5	3468	3672	3604	3710	14454	3613,50
6	3816	3744	3780	3710	15050	3762,50
Grupo 2						
7	1040	1072	1156	1156	4424	1106,00
8	3640	3604	3710	3852	14806	3701,50

**Cuadro 16 A. Análisis de varianza sobre peso de almendra por planta (g)**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F"C"	F"T"	
					5%	1%
Repeticiones	3	35761,750	11920,583	1,873488 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	33491353,500	4784479,071	751,9486 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	13484594,000	2696918,8	423,858977 <sup>**</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	19955833,000	9977916,5	1568,170864 <sup>**</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	33004,170	33004,17	5,187073 <sup>*</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	17922,330	8961,165	1,408374 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	13473240,50	13473240,50	2117,51 <sup>**</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	6533,519	6533,519	1,02684 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	133618,250	6362,77381			
Total	31	33660733,500				
X:	2436,375					
C.V.(%):	3,274					

\*\* Altamente significativo.

\* Significativas

N.S.: No Significativo

**Cuadro 17A. Datos sobre diámetro de mazorca**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	8,91	8,91	8,91	9,23	35,96	8,99
2	8,91	8,91	8,91	8,91	35,64	8,91
3	9,23	9,23	8,91	9,23	36,6	9,15
4	8,91	9,23	9,23	9,23	36,6	9,15
5	9,55	9,55	9,55	9,55	38,2	9,55
6	9,55	9,87	9,55	9,55	38,52	9,63
Grupo 2						
7	8,91	8,91	8,28	8,28	34,38	8,60
8	9,55	9,55	9,87	9,55	38,52	9,63

**Cuadro 18 A. Análisis de varianza sobre diámetro de mazorca**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F''C''	F''T''	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,0596125	0,020	0,578531 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	3,9660875	0,566583929	16,495867 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	1,7408	0,34816	10,1365405 <sup>**</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	1,7152	0,8576	24,968684 <sup>**</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	0	0	0,000000 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	0,0256	0,0128	0,372667 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	2,14245000	2,14245000	6237658 <sup>**</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	0,0828375	0,082875	2,412 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Error experimental	21	0,7212875	0,034347024			
Total	31	4,7469875				
X:	9,201					
C.V.(%)	2,014					

\*\* Altamente significativo.

N.S.: No Significativo

**Cuadro 19 A. Datos sobre peso de cien grano seco**

Tratamiento	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
Grupo 1						
1	175	178	176	178	707	176,75
2	176	175	176	179	706	176,50
3	175	178	179	175	707	176,75
4	178	176	176	175	705	176,25
5	170	180	176	175	701	175,25
6	172	181	184	172	709	177,25
Grupo 2						
7	170	176	179	180	705	176,25
8	180	182	175	179	716	179,00

**Cuadro 20 A. Análisis de varianza sobre peso de cien grano seco**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F"C"	F"T"	
					5%	1%
Repeticiones	3	64,75000	21,583	2,053228 <sup>NS</sup>	3,07	4,87
Tratamientos	7	32,50000	4,64285714 3	0,441676 <sup>NS</sup>	2,49	3,64
Grupo 1	5	23,2916667 3	4,65833334 6	0,443148 <sup>NS</sup>	2,68	4,04
Dosis	2	0,58333333	0,29166665	0,027746 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Punto de aplicación	1	1,04166667	1,04166667	0,099094 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Dosis por punto de aplicación	2	7,58333333	3,79166665	0,360702 <sup>NS</sup>	3,47	5,78
Grupo 2	1	15,125	15,125	1,44 <sup>NS</sup>	4,32	8,02
Entre grupo	1	0	0	0,00	4,32	8,02
Error experimental	21	220,75	10,5119047 6			
Total	31	318				
X:	176,7					
C.V.(%):	1,834					

N.S.: No Significativo



Figura 1. Presentación del producto de liberación controlada



Figura 2. El producto de liberación controlada



Figura 3. Recipientes de aplicación de acuerdo a las dosis



Figura 4. Planta de cacao



Figura 5. Planta de cacao del tratamiento 6 dosis de 250 gr



Figura 6. Limpieza y selección del grano

**PROPIETARIO:**  
**REMITENTE:**  
**HACIENDA:**  
**LOCALIZACIÓN:**  
**CULTIVO:**

SR. LUIS LEON CAMPOVERDE  
 SR. LUIS LEON CAMPOVERDE  
 EL SAMAN  
 MATTA DE CACAO, BARAHYO, LOS RIOS  
 CACAO

**Nº. DE REPORTE:** 11316  
**FECHA DE MUESTREO:** 07/01/2014  
**FECHA DE INGRESO:** 07/01/2014  
**FECHA DE SALIDA:** 21/01/2014

**REPORTE DE ANALISIS FOLIARES**

LABORATORIO	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	Area	[%)										mg/L					
			N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Na			
25566	TRATAMIENTO 1	1 ha	2.1	0.15	2.05	2.10	0.56	0.19		40	11	197	74	41				
25567	TRATAMIENTO 2	1 ha	2.3	0.22	2.58	1.34	0.58	0.20		41	12	94	44	41				
25568	TRATAMIENTO 3	1 ha	2.1	0.16	2.00	1.39	0.51	0.18		33	10	130	88	39				
25569	TRATAMIENTO 4	1 ha	2.0	0.18	1.94	1.51	0.52	0.18		46	10	183	149	36				
25570	TRATAMIENTO 5	1 ha	2.0	0.16	1.80	1.68	0.51	0.18		36	11	197	89	31				
25571	TRATAMIENTO 6	1 ha	2.2	0.19	2.49	1.06	0.43	0.20		43	12	113	42	36				
25572	TRATAMIENTO 7	1 ha	2.4	0.10	1.68	2.47	0.47	0.19		20	9	196	56	32				
25573	TRATAMIENTO 8	1 ha	2.2	0.18	2.14	1.27	0.51	0.18		35	11	227	72	36				

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de las muestras

DRª. GLORIA CABRERA  
 Resp. Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas



Tel: 07 274 200 / 7724281 Fax: 31 116 / 31116  
 Correo Electrónico: laboratorios@iniap.gob.ec - also web: www.iniap.gob.ec  
 Cuenca, Tungurahua, Provincia del Chimborazo, Ecuador

Figura 7. Análisis foliar