



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema de la Tesis

**“NIVELES DE ABONADURA DE BIOPALMA MÁS SULFATO DE
MAGNESIO EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PALMA AFRICANA
(*Elaeis guineensis* Jacq.) ETAPA DE PRODUCCIÓN”**

**Previo a la obtención del título de:
Ingeniero Agropecuario**

**Autor:
PAZMIÑO ZAMBRANO PABLO ENRIQUE**

**Director de Tesis
ING. ALFONSO VELASCO MARTÍNEZ MSc.**

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador
2013**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Pazmiño Zambrano Pablo Enrique, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pazmiño Zambrano Pablo Enrique

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. ALFONSO VELASCO MARTÍNEZ, MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Pazmiño Zambrano Pablo Enrique, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, tesis titulada “NIVELES DE ABONADURA DE BIOPALMA MÁS SULFATO DE MAGNESIO EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.) ETAPA DE PRODUCCIÓN” bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. ALFONSO VELASCO MARTÍNEZ MSc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**Presentado al Comité Técnico Académico como requisito
previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario**

Aprobado:

**Ing. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. LAUDEN RIZZO ZAMORA, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. GEOVANNY SUÁREZ FERNÁNDEZ, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en cuyas aulas emprendió el camino del conocimiento.

A las autoridades de la Universidad Ing. MSc. Roque Luis Vivas Moreira, Rector de la UTEQ, por su gestión administrativa.

Ing. MSc. Guadalupe del Pilar Murillo Campusano, Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su labor para con la comunidad universitaria.

Ing. MSc. Williams Burbano Montecé, Vicerrector Académico de la UTEQ, por su gestión académica.

Ec. MSc. Roger Tomás Yela Burgos, Director de la UED, por su labor realizada y apoyo durante todo el tiempo de mi formación profesional.

Al Ing. MSc. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, Coordinador de la Carrera Agropecuaria, por ser un docente comprometido con la formación de los estudiantes.

Al Ing. MSc. Alfonso Velasco Martínez, Director de la tesis por guiarme durante la ejecución de la misma y estar presente en los momentos más difíciles.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico en especial y de todo corazón a nuestro creador Dios todopoderoso por darme salud y vida.

A mis padres Lupercio Pazmiño y Elvita Zambrano que me brindaron su apoyo incondicional en todo momento, su comprensión y fortaleza para continuar con mi formación profesional.

A mi compañera, Deysy López, que con paciencia supo entenderme en los momentos más difíciles.

Pablo

ÍNDICE

	Pág
I. Portada.....	i
II. Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
III. Certificación del Director de Tesis.....	iii
IV. Tribunal de Tesis.....	iv
V. Agradecimiento y Dedicatoria.....	v
VI. Índice.....	vii
VII. Resumen ejecutivo.....	xii
VIII. Abstract	xiii
 CAPÍTULO I Marco Contextual de la Investigación.....	 1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Generales.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.2.3. Hipótesis.....	3
 CAPÍTULO II Marco Teórico.....	 4
2.1. Fundamentación Teórica.....	5
2.1.1. Características botánicas.....	5
2.1.1.1. Origen.....	5
2.1.2. Taxonomía y morfología.....	5
2.1.3. Clasificación y descripción de la Palma Aceitera.....	6
2.1.4. El sistema radicular.....	6
2.1.5. El tallo.....	7
2.1.6. Las hojas.....	7
2.1.7. Las inflorescencias masculina y femenina.....	8
2.1.8. El fruto y los racimo.....	9
2.1.9. Requisitos climáticos del cultivo.....	9
2.1.10. Manejo general del cultivo.....	10
2.1.11. Suelos y sistema radical.....	11
2.1.12. Método de diagnóstico de estado nutricional de las plantas y de la fertilidad	12
2.1.12.1. Deficiencia de nitrógeno (N).....	12
2.1.12.2. Deficiencia de fósforo (P).....	13
2.1.12.3. Deficiencia de potasio (K).....	13
2.1.12.4. Deficiencia de magnesio (Mg).....	13
2.1.12.5. Deficiencia de cobre (Cu).....	14
2.1.12.6. Deficiencia de boro (B).....	14
2.1.13. Fertilizantes compuestos.....	14
2.1.14. Fertilizantes simples.....	15
2.1.15. Fertilizantes de liberación lenta.....	15
2.1.16. Investigaciones relacionadas.....	15

	CAPÍTULO III Metodología de la Investigación.....	17
3.1.	Materiales y métodos.....	18
3.1.1.	Localización y duración del experimento.....	18
3.1.2.	Condiciones meteorológicas.....	18
3.1.3.	Materiales y equipos.....	19
3.1.4.	Tratamientos.....	19
3.1.5.	Unidades experimentales.....	20
3.1.6.	Diseño experimental.....	21
3.1.7.	Mediciones experimentales.....	22
3.1.7.1.	Incremento en el diámetro de la base del estípite (m).....	22
3.1.7.2.	Incremento en la altura de la planta (m).....	22
3.1.7.3.	Emisión foliar.- Número de hojas/mes.....	22
3.1.7.4.	Número de racimos.....	22
3.1.7.5.	Peso del racimo.....	22
3.1.7.6.	Número de granos por racimo.....	23
3.1.8.	Análisis económico.....	23
3.1.8.1.	Relación beneficio/costo.....	23
3.1.9.	Manejo de la investigación.....	23
	CAPÍTULO IV Resultados y Discusión.....	25
4.1.	Resultados.....	26
4.1.1.	Incremento en el diámetro de la base del estípite (m).....	26
4.1.2.	Incremento de la altura de la planta (m).....	27
4.1.3.	Emisión foliar y número de racimos.....	28
4.1.4.	Kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta.....	30
4.1.5.	Análisis económico.....	30
4.1.5.1.	Beneficio neto y rentabilidad.....	31
4.2.	Discusión.....	32
	CAPÍTULO V Conclusiones y Recomendaciones.....	34
5.1.	Conclusiones.....	35
5.2.	Recomendaciones.....	36
	CAPÍTULO VI Bibliografía.....	37
6.1.	Literatura Citada.....	38
	CAPÍTULO VII Anexos	40
7.1.	Anexos.....	41

Índice de cuadros

Cuadro		Pág
1	Condiciones meteorológicas en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	19
2	Equipos y materiales en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	20
3	Tratamientos en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	21
4	Unidades experimentales en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	21
5	Delineamiento Experimental en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	22
6	Análisis de la varianza en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	22
7	Incremento en el diámetro de la base del estipe (m) en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	27
8	Incremento de la altura de la planta (m) en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, 2012	28

9	Emisión foliar y número de racimos en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	29
10	Kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	30
11	Análisis económico en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	31

Índice de anexos

Anexos		Pág.
1	Cuadrados medios del incremento en el diámetro de la base del estípite (cm) en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	42
2	Cuadrados medios del incremento de la altura de la planta (cm) en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	43
3	Cuadrados medios de la emisión foliar – número de hojas y número de racimos en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	44
4	Cuadrados medios de kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012	45

RESUMEN EJECUTIVO

Se evaluaron “niveles de abonadura de Biopalma más sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*elaeis guineensis jacq.*) etapa de producción. La investigación se realizó en el Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha, en el sector Río Salazar, Zona 18, finca Fundo del Guanábano, propiedad del Sr. José Vega, km 163 vía Calacalí la Independencia, a una altitud de 120 msnm. Se emplearon 5 tratamientos con la aplicación de Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta; Biopalma 4 kg/planta; Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta; Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta; y Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta y el objetivo general fue: Evaluar diferentes niveles de abonadura de Biopalma más Sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*) etapa de producción.

Los resultados para las variables Incremento en el diámetro de la base del estípite (m); incremento de la altura (m); emisión de racimos durante los cuatro meses; la mejor producción por planta y por hectárea al término del experimento fue para el Tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta), con 0,052 m; 0,054m; 4,094 racimos; 3,447 kg/planta y 492,9 kg/Ha., en su orden. La relación beneficio/costo desfavorable debido a que dentro de la investigación el tercer año de producción todavía es deficiente por ser plantaciones todavía jóvenes.

Los resultados obtenidos permiten aceptar las hipótesis planteadas “El estudio de la combinación de abono y fertilizante químico en plantaciones establecidas de palma africana influye en la producción”. “El empleo de 2 kg de biopalma + 2 kg de sulfato de magnesio mejora la producción por hectárea y la rentabilidad en la producción de palma aceitera”.

Palabras clave: Abonadura, Biopalma, Producción, Palma aceitera

ABSTRACT

We evaluated "abonadura levels of magnesium sulfate Biopalma more established growing palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Production stage. The research was conducted in Puerto Quito Canton, Pichincha Province, Salazar River sector, Zone 18, Fundo Guanábano farm, owned by Mr. Jose Vega, 163 km Calacalí Independence, at an altitude of 120 meters. 5 treatments were employed with the application of Triple 15 (Control) 5 kg / plant; Biopalma 4 kg / plant; Biopalma 3 kg + 1 kg of magnesium sulfate / plant; Biopalma + 2 kg 2 kg of magnesium sulfate / plant; and Biopalma 1 kg + 3 kg of magnesium sulfate / plant and the overall objective was: To evaluate different levels of Biopalma abonadura over magnesium sulphate established culture of African palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) production stage.

The results for the variables increase in the diameter of the base of the stipe (m); increased height (m); emission of clusters for four months, the plant and better production per hectare by the end of the experiment was to Treatment T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg of magnesium sulfate / plant), with 0.052 m, 0.054 m, 4.094 clusters; 3.447 kg / plant and 492.9 kg / ha., in that order. The cost / benefit ratio unfavorable because research into the third year of production is still poor for being still young plantations.

The results allow us to accept the hypotheses "The study of the combination of manure and chemical fertilizer in oil palm plantations established in the production influences". "The use of 2 kg of Biopalma + 2 kg of magnesium sulfate improves yield per hectare and profitability in the production of palm oil."

Keywords: Abonadura, Biopalma, Production, Oil Palm

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La productividad de la palma en el Ecuador es baja 12 TM/ha⁻¹, y entre las causas, están sin duda el mal manejo nutricional del cultivo, **Cevallos y Calvache (2008)**

La palma aceitera africana es una planta de alto potencial de producción y debido a su alta productividad, genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estípite; por esta razón, la extracción y uso de los nutrimentos en este cultivo es alto, unos provenientes de las reservas minerales que existen en el suelo, otros producto del reciclaje de partes de la planta y por último, por abonamientos producto de un programa de fertilización sistematizado que se inicia en la fase de pre-vivero y se continúa en forma creciente a través de toda la vida útil del cultivo. **Ibarra y Rodríguez (2009)**

Uno de los aspectos más importantes a diseñar y ejecutar son los programas de fertilización los cuales deben ser llevados a cabo no sólo para prevenir o corregir deficiencias, sino también para mantener las cantidades necesarias de nutrimentos esenciales para lograr un adecuado crecimiento y producción óptima.

El historial de investigaciones en el Ecuador está relacionado con la nutrición de la palma aceitera. Es indispensable conocer la relación apropiada de Biopalma más sulfato bajo condiciones de la zona de La Concordia que mejoren la producción.

En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. Saber con exactitud qué cantidades sólo lo podremos determinar evaluando niveles de fertilización para medir su efecto en la producción.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Evaluar diferentes niveles de abonadura de Biopalma más Sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción

1.2.2 Específicos

- Determinar cuál de las relaciones Biopalma más Sulfato de magnesio determina mejor respuesta en producción de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3 Hipótesis

- La aplicación de la combinación de 2 kg de biopalma + 2 kg de sulfato de magnesio en plantaciones establecidas influye en la producción de palma aceitera.
- El empleo de 2 kg de biopalma + 2 kg de sulfato de magnesio mejora la producción por hectárea y la rentabilidad en la producción de palma aceitera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Fundamentación Teórica

2.1.1 Características botánicas

La palma africana o palma de aceite es originaria del golfo de Guinea. **Manual Agropecuario, (2002).**

2.1.1.1 Origen

La palma africana (Palma aceitera africana, Coroto de Guinea, Palmera Aabora, Palmera de Guinea) es una planta tropical propia de climas cálidos cuyo origen se ubica en la región occidental y central del continente africano, concretamente en el golfo de Guinea, de ahí su nombre científico *Elaeis guineensis* Jacq., donde ya se obtenía desde hace 5 milenios. A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África.

Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En esta misma época pasa a Asia Oriental (Indonesia, Malasia, etc.) **InfoAgro, (2012)**

2.1.2 Taxonomía y morfología

- **Familia:**
Arecaceae.
- **Especie:**
Elaeis Guineensis Jacq.
- **Porte:**

Palmera monoica con tronco erecto solitario que puede alcanzar más de 40 m de altura en estado natural. En cultivos industriales para la obtención de aceite su altura se limita a los 10-15 m, con un diámetro de 30-60 cm cubierto de cicatrices de hojas viejas. **InfoAgro, (2012).**

2.1.3 Clasificación y descripción de la Palma Aceitera

La palma aceitera es una planta monocotiledónea, del orden Palmales, familia Palmáceas género *Elaeis*. Es monoica, es decir, que en una misma planta se producen las inflorescencias masculinas y femeninas.

La apariencia es la de un árbol esbelto, cuyo tallo llega a los 25 m. de altura y está coronado por hojas largas y arqueadas. **Raygada, (2005).**

2.1.4 El sistema radicular

En el género *Elaeis*, como es el caso de las monocotiledóneas, el sistema radicular es de forma fasciculada crece formando haces- con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial, en un ángulo de 45° respecto a la vertical, profundizando hasta unos 50 cm. en el suelo, su longitud varía desde 1 metro hasta más de 15 y por su consistencia y disposición aseguran el anclaje de la planta. Las raíces primarias casi no tienen capacidad de absorción.

Las raíces secundarias, de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias (10 cm de longitud) y éstas a su vez, a las cuaternarias (no más de 5 mm). Estos dos últimos tipos de raíces son los que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta. Las raíces secundarias tienen la particularidad de crecer en su mayoría hacia arriba, con su carga de terciarias y cuaternarias, buscando el nivel próximo a la superficie del suelo, de donde la planta obtiene nutrientes. Este conocimiento es importante para la aplicación de los fertilizantes. **Raygada, (2005).**

2.1.5 El tallo

El tallo o tronco de la palma aceitera se desarrolla en tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar la mayor parte del crecimiento horizontal del sistema radicular. Luego de sembrada la palma en campo definitivo se inicia la formación de un órgano voluminoso en la base del tallo que es el bulbo, que origina el ensanchamiento en la base del tronco y sirve de asiento a la columna del tallo.

Al otro extremo del bulbo, en el ápice del tallo se encuentra la yema vegetativa o meristemo apical, que es el punto de crecimiento del tallo, de forma cónica enclavada en la corona de la palma, protegido por el tejido tierno de las hojas jóvenes que emergen de él en número de 45 a 50. Las bases de inserción de los pecíolos que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico; al morir éstas, caen, dejando al tallo desnudo con un color oscuro, liso y adelgazado, cosa que puede apreciarse en plantas muy viejas. **Raygada, (2005).**

2.1.6 Las hojas

En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros y un peso de 5 a 8 kilos cada una.

Aparenta ser una hoja compuesta, aunque en realidad es una hoja pinnada, (con foliolos dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo) y consta de dos partes: el raquis y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de foliolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1.20 m.). Esta irregular disposición de los foliolos marca una de las características distintivas de la especie *Elaeis guineensis*.

El pecíolo muy sólido en su base y provisto de espinas en los bordes, las que se transforman en foliolos rudimentarios en la medida en que se alejan del tallo, presenta una sección transversal asimétrica, con tendencia triangular o de letra “D” y en tanto se proyecta hacia el raquis se va adelgazando, manteniendo siempre muy sólida la nervadura central. **Raygada, (2005).**

El desarrollo de una hoja, desde su estadio rudimentario en la yema vegetativa del que sale en 24 meses a un escaso crecimiento, le sigue una siguiente etapa que es de rápido crecimiento, en que de pocos centímetros la hoja pasará en 5 meses a una longitud de 5 a 6 metros que es conocida como flecha, que lleva dentro de sí al raquis y los folíolos en estrecha envoltura. En una tercera y final etapa, tiene lugar la apertura definitiva de la hoja adulta.

Es importante conocer cómo se cuentan las hojas, puesto que a cada una de ella corresponde un número a partir de la flecha que es la número "0", la última en abrirse fue la número 1 y, en la medida en que se van abriendo, la numeración avanza correlativamente, la 1 pasa ser 2, y la 2 pasa a ser 3 etc., **Raygada, (2005).**

2.1.7 Las inflorescencias masculina y femenina

Habíamos mencionado ya que la Palma Aceitera es una planta monoica, añadiremos que las flores se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina. **Raygada, (2005).**

La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, (con estambres, por ser masculinas), que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís.

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, lleva al centro un raquis esférico en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico que es tricarpelar (o sea con tres cavidades), conteniendo un óvulo cada una, dicho ovario esta

coronado por un estigma trífido cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. **Raygada, (2005).**

En la Palma Aceitera las flores masculinas y femeninas, no obstante estar en una misma planta, van colocadas en inflorescencias diferentes. A esta diferencia en espacio, se suma una diferencia en tiempo, ya que el polen está formado y dispuesto en tanto que el estigma no está apto para recibirlo porque no ha llegado a su perfección. Por esta característica la Palma Aceitera es una planta proterandra. No son raras las anomalías florales que producen casos de hermafroditismo. **Raygada, (2005).**

2.1.8 El fruto y los racimos

Sólo uno de los óvulos es fecundado, los otros tienden a desaparecer, el ovario al comienzo tiene un crecimiento rápido, para más adelante terminar su crecimiento y constituirse en una drupa que consta de un exocarpio o cáscara, del mesocarpio o pulpa que es de donde se obtiene el aceite e interiormente de un endocarpio, que junto con la almendra constituyen la semilla. El fruto ya desarrollado adopta varias formas según su posición en el racimo y su coloración exterior varía de negro a rojo. Un racimo bien constituido sobrepasa los 25 kilos y contiene gran cantidad de frutos de buena conformación. **Raygada, (2005).**

2.1.9 Requisitos climáticos del cultivo

La palma aceitera es originaria del oeste africano, pero los mejores rendimientos se han alcanzado fuera de esa zona de origen. El mejor desempeño del cultivo se ha observado en zonas con una precipitación anual entre 2 500 y 3 500 mm bien distribuida, y en donde no se presenta una estación seca bien definida (precipitación mínima por mes de 125mm).

La temperatura media necesaria está en el ámbito entre 25 y 27 °C, con una máxima promedio de 29-33°C, y una mínima promedio de 22-24°C. La luminosidad también es un aspecto importante, y se requieren de por lo menos cinco horas diarias de sol durante todos los meses del año (Uexkull y Fairhurst,

s.f.; Hartley, 1988). Wood y Corley (1991), indican que la palma aceitera parece ser el cultivo más eficiente en términos de uso y producción de energía. **Durán et al, (1999)**

2.1.10 Manejo general del cultivo

La semilla germinada de palma aceitera puede ser adquirida de empresas reconocidas que tengan un programa dinámico de mejoramiento genético. Esta semilla es sembrada inicialmente en un pre-vivero, en donde se mantiene por aproximadamente tres meses. En esta etapa, las mejores plántulas son seleccionadas para ser trasplantadas a un vivero, en donde se mantienen por unos 9-11 meses adicionales. Después de una selección rigurosa al final de la etapa de vivero, las plantas se siembran en el campo siguiendo un patrón de "tres bolillos", en donde cada una ocupa la esquina de un triángulo equilátero de nueve metros de lado. **Durán et al, (1999).**

Bajo buenas prácticas agronómicas, las plantas comienzan a producir racimos de buen peso alrededor de los dos y medio años de edad. A partir de aquí, la producción aumenta marcadamente cada año, hasta alcanzar un máximo a los 5-6 años. Durante el año ocurre una variación importante en la cantidad de racimos producidos. Generalmente, la producción empieza a aumentar hacia el final de la estación seca y alcanza el pico durante los primeros meses de la época de lluvias. También hay fluctuación en el rendimiento asociado a 105 efectos de diferentes tipos de estrés sobre la diferenciación del sexo floral. En particular, un fuerte estrés hídrico afecta la producción unos dos años más tarde. Finalmente, Un tercer ciclo de fluctuación en la producción ocurre cada 3-4 años y está asociado a factores a nivel macro, posiblemente fenómenos climáticos como el Niño y La Niña. **Durán et al, (1999).**

Normalmente, el rendimiento comienza a disminuir después de que las palmas alcanzan cierta edad, lo cual se asocia a un factor de dificultad de la cosecha. La vida útil de la plantación la determina entonces, la altura de las palmas y la reducción del rendimiento con la edad. **Durán et al, (1999).**

2.1.11 Suelos y sistema radical

Las mejores plantaciones de palma aceitera crecen en suelos en donde no existen impedimentos físicos, químicos o biológicos para un buen desarrollo del sistema radical. Una aeración pobre en el suelo, y una baja fertilidad que cause en la planta una nutrición desbalanceada comprometen seriamente la calidad y cantidad del sistema radical.

Varios problemas fitosanitarios de gran importancia en el cultivo se han relacionado con condiciones del suelo que comprometen el desarrollo y mantenimiento de un sistema radical vigoroso (Chinchilla y Duran, 1997), citado por **Durán et al, (1999)**.

Una aeración pobre en el suelo puede resultar de la combinación de texturas pesadas y baja porosidad gruesa, de la presencia de texturas contrastantes en el perfil, de la compactación, o de la presencia de un nivel freático poco profundo (menor de un metro de profundidad) o fluctuante.

La presencia de estratos gruesos superficiales restringe también el desarrollo radical, y debido a su poca capacidad de retención de humedad, exponen a la planta a un daño mayor durante periodos prolongados de sequia.

El sistema radical de la palma aceitera es fibroso, y relativamente superficial, con la mayor cantidad de raíces activas dentro de los primeros 30 cm, Unas pocas raíces de anclaje salen de la base de la planta, pero la mayor parte del sistema se extiende horizontalmente. A partir de las raíces primarias, se generan los sistemas secundario, terciario y cuaternario. Las raíces de tercer y cuarto orden son las más importantes para la absorción de agua y nutrientes. **Durán et al, (1999)**,

Tinker (1976), indica que el sistema radical de la palma aceitera comparado con cultivos anuales y con algunas dicotiledóneas arbustivas, es grueso y relativamente ineficiente; de tal forma que para mantener un suministro de

nutrimentos adecuado para la planta, la disponibilidad de estos en el suelo debe de ser más alta que la requerida por otras plantas. Citado por **Durán et al, (1999)**.

2.1.12 Método de diagnóstico de estado nutricional de las plantas y de la fertilidad

La forma más simple para diagnosticar la carencia nutricional en una planta es mediante la observación de síntomas visuales. No obstante, cuando esto ocurre la planta ya ha venido sufriendo por algún tiempo del problema, y es muy probable que el rendimiento haya sido afectado en forma negativa. A continuación, se describen los síntomas de deficiencia, causas y correctivos de los principales elementos. **Durán et al, (1999)**.

2.1.12.1 Deficiencia de nitrógeno (N)

Amarillamiento uniforme de toda el área foliar de toda la planta. Las causas probables pueden ser: insuficiente fertilización nitrogenada, saturación excesiva de agua en la bolsa o sobre el suelo, radiación solar intensiva, riego insuficiente, volatilización del Nitrógeno causado por la aplicación del fertilizante sin suficiente irrigación. La remoción de la sombra usualmente causa deficiencia temporal de Nitrógeno.

Como correctivos recomienda revisar si se aplicó la dosis correcta del fertilizante nitrogenado; verificar la aplicación precisa del volumen de riego; en caso de encharcamientos, instalar drenajes adicionales; si las bolsas se inundan, ajustar el programa de riego; cambiar la fuente del suelo de las bolsas para viveros fututos o verificar la funcionalidad de los orificios de drenaje de las bolsas. **Franco, (2003)**.

2.1.12.2 Deficiencia de fósforo (P)

No se presentan síntomas específicos sin embargo, se manifiesta pobre desarrollo radicular y como resultado, se reduce el incremento en peso y el área

foliar de la planta. Las probables causas: el suelo es deficiente en Fósforo o la fuente de fósforo es de mala calidad. Como correctivos anota verificar con un análisis de suelo. Seguir las recomendaciones. Hacer las aplicaciones en la cantidad y épocas indicadas. **Franco, (2003).**

2.1.12.3 Deficiencia de potasio (K)

Se manifiesta con la presencia de moteados verde oliva, que más tarde se tornan amarillo naranja brillante y son translúcidos; las plantas se estrechan. Como causas probables: suelo muy arenoso y contenido bajo de Potasio o con presencia de arcillas tipo 2:1, las cuales fijan el Potasio; ésta situación es normal en suelos derivados de aluviones marinos. Los correctivos: revisar el programa de fertilización y considerar el cambio de la fuente de suelo para el próximo vivero. **Franco, (2003).**

2.1.12.4 Deficiencia de magnesio (Mg)

Se caracteriza por una decoloración anaranjada brillante de las hojas más viejas. Las hojas que reciben sombra no muestran síntomas. Sus probables causas: suelo con baja cantidad de magnesio y / o de materia orgánica; suelo de textura arenosa; aplicaciones excesivas de otros nutrientes especialmente Nitrógeno y Potasio, pueden inducir deficiencia de magnesio. Los correctivos: revisar si la fuente del suelo es deficiente, utilizar fertilizantes de buena calidad. **Franco, (2003).**

2.1.12.5 Deficiencia de cobre (Cu)

Se manifiesta con la aparición de manchas cloróticas en los bordes de las hojas nuevas. Los folíolos afectados se tornan amarillos hacia las puntas de las hojas. Los folíolos pueden mostrar disecación y necrosis en el área afectada. Las causas probables: suelo severamente deficiente en Cobre, Potasio; disponibilidad excesiva de Nitrógeno; adiciones altas de fósforo sin suficiente

Potasio; aplicaciones altas de fertilizante magnésico. Los correctivos: no utilizar turba o suelo de muy alto contenido de materia orgánica para el llenado de bolsas; si se lo hace hacer cuatro aplicaciones consecutivas de Sulfato de cobre (CuSO_4) al 5%, mezclado con los fertilizantes foliares. **Franco, (2003).**

2.1.12.6 Deficiencia de boro (B)

Se manifiesta con deformidades de las hojas, conocida como “hoja gancho”, “hojas arrugada”, y “bigote de gato”, ocurre con más frecuencia en palmas de cultivo establecido, pero rara vez se presenta en plántulas de vivero. Las causas probables: se debe usualmente a anormalidades genéticas siempre y cuando sean casos aislados; por el contrario, si son frecuentes, puede tratarse de una deficiencia marcada del elemento. Los correctivos: descartar las plántulas que presentan hojas con alguna de estas anormalidades severas y revisar el programa de fertilización. **Franco, (2003).**

2.1.13 Fertilizantes compuestos

Se usan generalmente fertilizantes compuestos o mezclas que entregan todos los nutrientes necesarios en una sola aplicación. Existen muchas marcas disponibles en el mercado, pero solo se deben usar marcas de fertilizantes con buena reputación. **Rankine y Fairhurst, (1998).**

2.1.14 Fertilizantes simples

Los fertilizantes compuestos granulados o las mezclas físicas son más caros que los fertilizantes simples. Si se utiliza suelo adecuado, se pueden producir plántulas saludables usando fertilizantes simples de uso común en las plantaciones. Una ventaja de usar fertilizantes simples es que generalmente

están disponibles y no es necesario hacer pedidos especiales de fertilizantes. **Rankine y Fairhurst, (1998).**

2.1.15 Fertilizantes de liberación lenta

El fertilizante de liberación lenta se define como “un fertilizante donde la tasa de liberación del fertilizante es regulada por el uso de revestimientos de materiales tales como azufre y compuesto polimérico”, fertilizante más costoso que los compuestos con equivalencia nutritiva y usada en viveros a gran escala principalmente para reducir aplicaciones y mejorar la logística del mantenimiento del vivero, según **Ling, (1992)** citado por **Navarrete, (2005).**

2.1.16 Investigaciones relacionadas

Con el objetivo de evaluar la respuesta de plántulas de palma aceitera a la aplicación de los fertilizantes Entec y NitrofosKa Perfect como base de la nutrición mineral durante la etapa de vivero, determinó cual de los tratamientos estudiados presentaron mejor respuesta a la fertilización mineral y estableció si con la aplicación de fertilizantes de liberación lenta se puede disminuir la frecuencia de aportación de nutrientes minerales al suelo. Se conformaron nueve tratamientos que resultaron de la combinación de los niveles 50, 100 y 50 g/planta/año de los fertilizantes Entec y Nitrofoska Perfect, aplicados a los tres, seis y nueve meses después de la siembra, en proporciones de 10, 30, y 60% de la dosis total, complementados con aspersiones de fertilizantes foliares hasta los seis meses de edad de las plántulas.

A esto se sumó un testigo referencial en el que se planteó aplicar la fertilización empleada en los viveros de Palmeras de los Andes. Se midieron las variables emisión foliar, diámetro del estípite, circunferencia del estípite, diámetro de la corona foliar, altura de la planta e índice de vigor, las mismas que fueron analizadas a los 3, 6, 9 y 12 meses, implementando un diseño en bloques completos al azar dispuesto en arreglo factorial tipo 3x3+1. De acuerdo a los resultados se pudo determinar que es testigo referencial que recibió la aplicación

de 17.16 g de N, 2.56 g de P, 15.01 g de K, 4.73 g de Mg y 0.26 g de B por planta al año de manera fraccionada, se obtiene un buen crecimiento de las plántulas de vivero, por lo que se recomienda aplicar fertilizantes simples, dividiendo la fertilización por lo menos en una aplicación mensual, pudiéndose utilizar también fertilizantes compuestos dentro de rangos que no provoquen desbalances de nutrientes en el suelo y por el contrario corrijan posibles deficiencias; siendo necesario continuar analizando dosis, frecuencias y cantidades de fertilizantes a utilizar, en la etapa de vivero de la palma aceitera, **Navarrete, (2005).**

Investigación realizada en la empresa Palmeras del Ecuador, parroquia San Roque, cantón Shushufindi, provincia de Sucumbíos. El objetivo general consistió en estudiar la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida. Los tratamientos fueron T1= fertilizante Sumicoat + 100 % NPK y Mg; T2= fertilizante Sumicoat + 60 % NPK y Mg; T3= fertilizante Sumicoat + 30 % NPK y Mg; T4= 100 % NPK y Mg; T5= Fertilizante Sumicoat y T6= testigo.

Los resultados demuestran que el mayor número de hojas lo obtuvo el tratamiento T2 con 10,63 a los 220 días; para el peso de raíces en fresco el mismo tratamiento con 310,31 g y en lo referente a la relación beneficio- costo el tratamiento T3 obtuvo el mejor índice con 1,88. **Loor, (2008).**

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Materiales y métodos

3.1.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha, en el sector Río Salazar, Zona 18, finca Fundo del Guanábano, propiedad del Sr. José Vega, km 163 vía Calacalí la Independencia; geográficamente se encuentra ubicada en las coordenadas 0° 34' 52" de longitud Norte y 79° 16' 62" latitud Sur, a una altitud de 320 msnm.

El experimento tuvo una duración de 180 días

3.1.2 Condiciones meteorológicas

En el Cuadro 1 se detallan las condiciones meteorológicas.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Parámetro	Valor
Temperatura °C	24.80
Humedad relativa %	84.00
Heliofanía horas/luz/año	894.00
Preciitación anual mm	2252.20
Topografía	Irregular
Zona ecológica	Bh T
Suelo	Franco arcilloso
pH	6.5

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. 2012.

3.1.3 Materiales y equipos

Equipos y materiales que se utilizaran en la investigación

Cuadro 2. Equipos y materiales en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Equipos y materiales	Cantidad
Material vegetativo	
Plantas establecidas de palma aceitera	160
Equipos	
Bomba de mochila /20 L	1
Quemantes	
Glifosato cc	1000
Abonos	
NPK kg.	160
Biopalma kg.	320
Sulfato kg.	192
Materiales	
Identificadores de madera	20
Cintas de colores	5

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron en la presente investigación se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3: Tratamientos en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamiento	Fertilización
Tratamiento 1	Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta
Tratamiento 2	Biopalma 4 kg/planta
Tratamiento 3	Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta
Tratamiento 4	Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta
Tratamiento 5	Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta

3.1.5 Unidad experimental

Se emplearon un total de 160 plantas distribuidas en 20 parcelas con un número de ocho plantas por unidad experimental, cada una con un área aproximada de 9720m².

Cuadro 4: Unidades experimentales en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamientos	Repeticiones	Número de plantas	Total plantas
T1	4	8	32
T2	4	8	32
T3	4	8	32
T4	4	8	32
T5	4	8	32
TOTAL			160

Cuadro 5. Delineamiento Experimental en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamientos	5
Repetición	4
Número de plantas/parcela	8
Número total de bloques	5
Ancho de cada bloque	18,00m
Distancia entre bloque	9,00m
Distancia entre ensayo	9,00m

3.1.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizará la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05% de probabilidad.

A continuación se presenta el cuadro del análisis de varianza.

Cuadro 6. Análisis de la varianza en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Factor de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t -1	4
Repeticiones	r -1	3
Error	(t - 1)(r-1)	12
Total	(t x r) -1	19

3.1.7 Mediciones experimentales

Los datos que se tomaron en la presente investigación fueron los siguientes:

3.1.7.1 Incremento en el diámetro de la base del estípite (m)

En palmas menores se toma con una cinta métrica o flexómetro en medidas de centímetros y se marca para que el siguiente dato sea tomado en el mismo sector.

3.1.7.2 Incremento en la altura de la planta (m)

Se la aconseja en metros por la altura, se toma desde la base del estípite hasta la base de la flecha (esto es donde inicia el primer paquete de hojas)

3.1.7.3 Emisión foliar.- Número de hojas/mes

Se comienza reconociendo la hoja uno que es la que tiene el 75 al 80 % de los foliolos abiertos, se la marca y se tomó en cuenta las siguientes hojas que sean emitidas.

3.1.7.4 Número de racimos

Esta dato se toma desde la flor femenina en antesis (lista para receptar el polen), hasta el racimo que esté por cosechar. Pueden marcarse también pero se pasaría bastante tiempo.

3.1.7.5 Peso del racimo

Se lo realizó con una balanza, tomando en cuenta que el racimo debe estar en estado maduro y el pedúnculo bien cortado, este peso se lo toma en kilos.

3.1.7.6 Número de granos por racimo

Como son racimos pequeños se debe de contar la cuarta parte del mismo, esto se lo hace desprendiendo las espigas del pedúnculo para realizar un cuarteo (se divide las espigas con granos en cuatro partes iguales sin necesidad de ser pesadas) luego procedemos a desprender los frutos de las espigas tanto los normales como los abortados, y procedemos a contar por separados número de normales y número de abortos sacamos el porcentaje total de frutos. Es necesario sacar el porcentaje de # de frutos normales.

3.1.8 Análisis económico

3.1.8.1 Relación beneficio costo

Para el determinar el beneficio neto de los tratamientos se utilizó la siguiente relación.

$$BN = IB - CT$$

Donde:

BN = Beneficio Neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

3.1.9 Manejo de la investigación

Se procedió a realizar el reconocimiento del terreno para luego realizar la división de las parcelas de acuerdo al diseño experimental diseñado.

La abonadura se realizó con la debida dosis que se programó. El pesado se lo hizo en el área de manejo aplicando al Tratamiento 1, los 5 Kg. De Triple 15 por planta dando un total de 715 Kg/Ha. Ubicado a 0,40 m del estipe.

Al Tratamiento 2 se le empleó 4 Kg/planta de Biopalma según lo planificado, dando un total de 572 Kg/Ha este se lo aplicó como a todos los tratamientos a 0,40 m del estipe. En el tratamiento 3 utilizó una dosis de 3 Kg/planta de Biopalma más 1 Kg/planta de Sulfato de Magnesio de la misma forma que el resto de tratamientos llegando a una dosificación de 429 Kg/Ha de Biopalma y 143 Kg/Ha de Sulfato de Magnesio.

El tratamiento 4 utilizamos 2 Kg de Biopalma combinado con 2 Kg de Sulfato de Magnesio, dando un total de 286 Kg/Ha de Biopalma y 286 Kg/Ha de Sulfato de Magnesio respectivamente. Con el tratamiento 5 se destinó 1 Kg/planta de Biopalma más 3 Kg/planta de Sulfato de Magnesio, necesitando 143 Kg/Ha de Biopalma y 429 Kg/Ha de Sulfato de Magnesio.

Todos los tratamientos fueron aplicados en la corona de las plantas, regando el fertilizante y abono sin necesidad de ser enterrado en el suelo.

Las mediciones experimentales fueron tomadas cada 30 días y sus resultados individuales fueron escritos en el respectivo libro de campo. Para la altura y diámetro de base se marcó donde se tomaba la medida con pintura, para las siguientes mediciones evitar tomar datos erróneos. Para la emisión de hojas y racimos se marcaba la última muestra para contar las emitidas.

Al término del experimento se tomaron las últimas variables, lo que correspondió a peso, producción y número de granos por planta.

El mantenimiento en control de malezas del área de estudio se lo hizo una sola vez en el transcurso de la investigación, para así librar a las plantas de la competencia de nutrientes. Se realizó un control fitosanitario con PALMAROL (Endosulfan) en una dosis de 1,43 Lt/Ha; esta se le aplicó en la zona de la corona a un litro/planta, con la finalidad de evitar ataques de nematodos, como barrenadores de raíces (*sagalassa valida*) y escamas rojas (*Neolecanium silverai* Empell).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Incremento en el diámetro de la base del estípite (m)

Al determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el primer incremento; sólo a partir del tercer y cuarto mes se observan diferencias estadísticas significativas empleando la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($P < 0.05$).

En los dos primeros meses la variable estudiada tiene un comportamiento similar para todos los tratamientos, sin embargo es superior numéricamente el tratamiento T2 (Biopalma 4 kg/planta) 0.014 m. Las menores respuesta son para los tratamientos T3 (Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta) y T5 (Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta) con 0,007m, en su orden.

En el tercer y cuarto mes se observan diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos siendo superior el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con 0,018 y 0,023m respectivamente; la menor respuesta fue para el tratamiento T1 (Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta) mismo que presenta un incremento de 0,006 y 0,008m.

Para el incremento total se observan diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos manteniéndose superior en diámetro de la base del estipe el Tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con 0,052 m, la menor respuesta fue para los tratamientos T1 (Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta) y T5 (Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta) con un valor de 0,025m, respectivamente. Cuadro 7

Cuadro 7. Incremento en el diámetro de la base del estipe (m) en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis*

***guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012**

Tratamientos	Diámetro de base del estípite			
	Increment 1	Increment 2	Increment 3	Total
T1	0,011 a	0,006 b	0,008 b	0,025 c
T2	0,014 a	0,009 b	0,012 b	0,032 bc
T3	0,007 a	0,011 ab	0,019 a	0,037 b
T4	0,010 a	0,018 a	0,023 a	0,052 a
T5	0,007 a	0,008 b	0,010 b	0,025 c
CV (%)	18,67	16,21	9,72	7,58

* Medias con letras iguales no muestran diferencia según Tukey (P<0,05)

4.1.2 Incremento de la altura de la planta (m)

Al analizar el incremento de la altura de la planta se observan que no existen diferencias estadísticas en los dos primeros meses, empleando la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey (P < 0.05).

Numéricamente es superior el T2 (Biopalma 4 kg/planta) e inferior el T3 (Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta) con respuestas en su orden de: 0,012m y 0,006m. Cuadro 8.

En el tercer mes se presentan diferencias estadísticas significativas siendo superior el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con valores de 0,021m. La menor respuesta fue para el tratamiento T5 (Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta) con 0,010m.

Al cuarto mes no encontramos diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, sin embargo es superior numéricamente el tratamiento T2 (Biopalma 4 kg/planta) e inferior el T1 (Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta) con 0,024m y 0,010m respectivamente.

Al hacer el análisis en el incremento total, las respuestas de las medias de los tratamientos es altamente significativas mostrándose superior estadísticamente el T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) 0,054m. Se muestra inferior el T5 (Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta), 0,029m. Cuadro 8.

Cuadro 8. Incremento de la altura de la planta (m) en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamientos	Incremento de la altura			
	Increment 1	Increment 2	Increment 3	Total
T1	0,010 a	0,013 ab	0,010 a	0,033 ab
T2	0,012 a	0,011 ab	0,024 a	0,035 ab
T3	0,006 a	0,016 ab	0,019 a	0,041 ab
T4	0,010 a	0,021 a	0,023 a	0,054 a
T5	0,008 a	0,010 b	0,011 a	0,029 b
CV (%)	21,25	17,56	19,67	12,78

* Medias con letras iguales no muestran diferencia según Tukey (P<0,05)

4.1.3 Emisión foliar y número de racimos

Al determinar las diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos se encontraron diferencias estadísticas significativas en la emisión foliar no así en la emisión de racimos empleando la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey (P < 0.05). Cuadro 9.

En el cuadro de resultados para la variable emisión foliar el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) presenta la mejor respuesta con 6,031 hojas; la menor respuesta fue para el tratamiento T3 (Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta) con un valor de 4,781 hojas.

Para la variable emisión de racimos durante los cuatro meses que se tomaron los datos no presentaron diferencias estadísticas al emplear Tukey ($P < 0.05$); sin embargo numéricamente es superior el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) quien emitió 4,094 racimos; seguido de los tratamientos T3, T5, T1 y T2 con valores de 3,469; 2,625; 1,781 y 1,375 racimos respectivamente. Cuadro 9.

Cuadro 9. Emisión foliar y número de racimos en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamientos	Emisión foliar	Emisión racimos
T1	4,813 b	1,781 a
T2	4,938 b	1,375 a
T3	4,781 b	3,469 a
T4	6,031 a	4,094 a
T5	5,250 b	2,625 a
CV (%)	3,19	24,37

* Medias con letras iguales no muestran diferencia según Tukey ($P < 0,05$)

4.1.4 Kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta

Al determinar las diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables kilogramos por planta y por hectárea y números de granos por planta; empleando la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($P < 0.05$). Cuadro 10. Esto se debe a que existió baja producción por planta.

La mejor producción por planta y por hectárea la presentó el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con producción de 3,447

kg/planta y 492,9 kg/Ha. El mayor número de granos fue para el tratamiento T2 (Biopalma 4 kg/planta) con 2312,375 granos por planta. Cuadro 10.

Cuadro 10. Kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

Tratamientos	Kg cosechados por planta	Número de granos por planta	Kg ha ⁻¹
T1	2,877 a	2120,167 a	411,35 a
T2	2,928 a	2312,375 a	418,72 a
T3	2,641 a	1715,469 a	377,61 a
T4	3,447 a	2249,156 a	492,90 a
T5	2,922 a	1924,438 a	417,83 a
CV (%)	24,90	26,38	24,90

* Medias con letras iguales no muestran diferencia según Tukey (P<0,05)

4.1.5 Análisis económico

El análisis económico a través del indicador Beneficio Costo se especifica en el Cuadro 11.

4.1.5.1 Beneficio neto y rentabilidad

Por efecto del bajo rendimiento en producción obtenido durante el proceso de investigación debido a que la plantación de palma es muy joven, no se dieron ingresos favorables. No así los costos son muy por lo que la relación beneficio/costo no es favorable. Cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis económico en la investigación “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de

**producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha.
2012**

DETALLE	RUBROS (USD).				
	T1	T2	T3	T4	T5
Limpieza del terreno	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Deshierbas	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Control fitosanitario	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37
Fertilización	115,20	69,12	60,80	52,48	44,16
Insecticida	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Transporte	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Depreciaciones	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Suministro de oficina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Gastos administrativos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TOTAL EGRESOS	134,12	88,04	79,72	71,40	65,48
Rendimiento kg	92,05	93,70	84,50	110,30	93,20
Precio Kg palma	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
TOTAL INGRESOS	12,89	13,12	11,83	15,44	13,05
UTILIDAD BRUTA	-121,23	-74,92	-67,89	-55,96	-52,43
R B/C	-0,90	-0,85	-0,85	-0,78	-0,80

4.2 Discusión

Se evaluaron “niveles de abonadura de Biopalma más sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*elaeis guineensis jacq.*) etapa de producción.

Se emplearon 5 tratamientos con la aplicación de Triple 15 (Testigo) 5 kg/planta; Biopalma 4 kg/planta; Biopalma 3 kg + 1 kg de Sulfato de magnesio/planta; Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta; y Biopalma 1 kg + 3 kg de Sulfato de magnesio/planta.

Para la variable Incremento en el diámetro de la base del estípite (m) al término del experimento se observaron diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos manteniéndose superior el Tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con 0,052 m. Al analizar estos resultados podemos destacar que esto se debe a que las características del sulfato de magnesio que combinado con el abono orgánico provoca una liberación rápida lo que ayuda en la formación de la planta, pues si se tiene buen desarrollo y óptima área foliar la planta podrá maximizar la conversión de luz solar, nutrientes y agua.

Al analizar el incremento de la altura de la planta el análisis en el incremento total, las respuestas de las medias de los tratamientos es altamente significativas mostrándose superior estadísticamente el T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) 0,054m. Concuerda con la apreciación de **Bernal (2002)** con una mayor cantidad de compuestos nitrogenados, existe una mejor respuesta.

Para la variable emisión de racimos durante los cuatro meses que se tomaros los datos no presentaron diferencias estadísticas al emplear Tukey ($P < 0.05$); sin embargo numéricamente es superior el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) quién emitió 4,094 racimos. Estos datos ratifican a **Navarrete (2005)** quien recomienda aplicar fertilizantes simples, dividiendo la fertilización por lo menos en una aplicación mensual, pudiéndose utilizar también fertilizantes compuestos dentro de rangos que no provoquen desbalances de

nutrientes en el suelo y por el contrario corrijan posibles deficiencias; siendo necesario continuar analizando dosis, frecuencias y cantidades de fertilizantes a utilizaren palma aceitera.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la primera y la segunda hipótesis “El estudio de la combinación de abono y fertilizante químico en plantaciones establecidas de palma africana influye en la producción”.

“El empleo de 2 kg de biopalma + 2 kg de sulfato de magnesio mejora la producción por hectárea y la rentabilidad en la producción de palma aceitera”.

La mejor producción por planta y por hectárea la presentó el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con producción de 3,447 kg/planta y 492,9 kg/Ha. El mayor número de granos fue para el tratamiento T2 (Biopalma 4 kg/planta) con 2312,375 granos por planta; no existiendo diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, esto se debe a que existió baja producción por planta.

Cabe destacar que dentro de la investigación el tercer año de producción todavía es deficiente por ser plantaciones todavía jóvenes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- 1) Para la variable Incremento en el diámetro de la base del estípite (m) al término del experimento el Tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) fue el mejor con 0,052 m.
- 2) Al analizar el incremento de la altura de la el T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) obtuvo la mejor respuesta con 0,054m.
- 3) Para la variable emisión de racimos durante los cuatro meses que se tomaron los datos es superior el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) quién emitió 4,094 racimos.
- 4) La mejor producción por planta y por hectárea la presentó el tratamiento T4 (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) con producción de 3,447 kg/planta y 492,9 kg/Ha. El mayor número de granos fue para el tratamiento T2 (Biopalma 4 kg/planta) con 2312,375 granos por planta.
- 5) Se establece una relación beneficio/costo desfavorable debido a que dentro de la investigación el tercer año de producción todavía es deficiente por ser plantaciones todavía jóvenes

5.2 Recomendaciones

- 1) Se recomienda fertilizar con (Biopalma 2 kg + 2 kg de Sulfato de magnesio/planta) ya que dentro de la investigación y pese a ser una plantación joven proporciona una mayor producción por planta y por hectárea.
- 2) Desarrollar investigaciones con tiempos más prolongados para medir realmente el rendimiento anual por hectárea y la eficiencia del producto aplicado.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Literatura Citada

- ASD. 2008. Costa Rica. Consultado el 05-dic-2008. Disponible en www.asd-cr.com/paginas/espanol/variedades/compacta_x_ghana.html
- Bernal, F. 2002. Consideraciones prácticas sobre la nutrición de la palma de aceite. El Palmicultor. ANCUPA Y FEDEPAL. No 15. p 21.
- Castillo, J. 2002. Producción comercial, manejo de semillas germinadas DxP y manejo de viveros. El Palmicultor. ANCUPA Y FEDEPAL. No 15. pp 30-32.
- Cevallos, G; Calvache, M. 2008. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego. ANCUPA. La Concordia. Esmeraldas. Boletín divulgativo. 4p.
- Chávez, F y Rivadeneira, J. 2003. Manual del cultivo de palma africana para la zona noroccidental del Ecuador. Publicación de INIAP y ANCUPA. Pasquel Producciones Periodísticas, Quito- Ecuador. pp. 20
- Díaz, M. 2004. Formulación y evaluación de proyectos. ESPOL. 2 ed. Guayaquil-Ecuador. p. 25-26
- Durán, N. Salas, R. Chinchilla, C. 1999. Manejo de nutrición y fertilización en palma aceitera en Costa Rica. In. Conferencia 85 del XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. p. 308-309. Consultado el 15-may-2007, disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico
- Franco, P. 2003. Manejo de viveros en palma de aceite. Manual técnico. Cenipalma. Intergroup Ltda. Bogotá-Colombia. pp. 37- 41

Ibarra, R; Rodríguez, J. 2009. FERTILIZANTE EDAFICO “KOKEI NUGGET” APLICADO EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.) ETAPA DE VIVERO, EN ZONA DE LA UNION. Tesis previa la obtención del título de ingeniero agropecuario. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 62 p.

InfoAgro. 2012. El cultivo de palma africana. Consultado: 26/12/2011 Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas>

Loor J. 2008. Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en viveros de palma aceitera híbrida (*Elaeis olífera* x *Elaeis guineensis*) para optimizar el desarrollo en palmeras del ecuador – cantón shushufindi. Consultado el 12 de mayo, disponible en http://www.espa/fcaa/biblioteca_virtual_ciencia/tesis_palma.pdf

Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá-Col. Quebecor Word. p. 240, 984. (Tomo I).

Navarrete, G. 2005. Evaluación de la respuesta a los fertilizantes Entec y Nitrofoska perfect, en la etapa de vivero de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). Tesis Ing. Agr. Portoviejo-Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. p.5, 10

Raigada; R. 2005. MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE LA PALMA ACEITERA. Impresión: Asociación de Promoción Agraria Jr. Pablo Bermudez, Lima – Perú. pp. 19 – 24

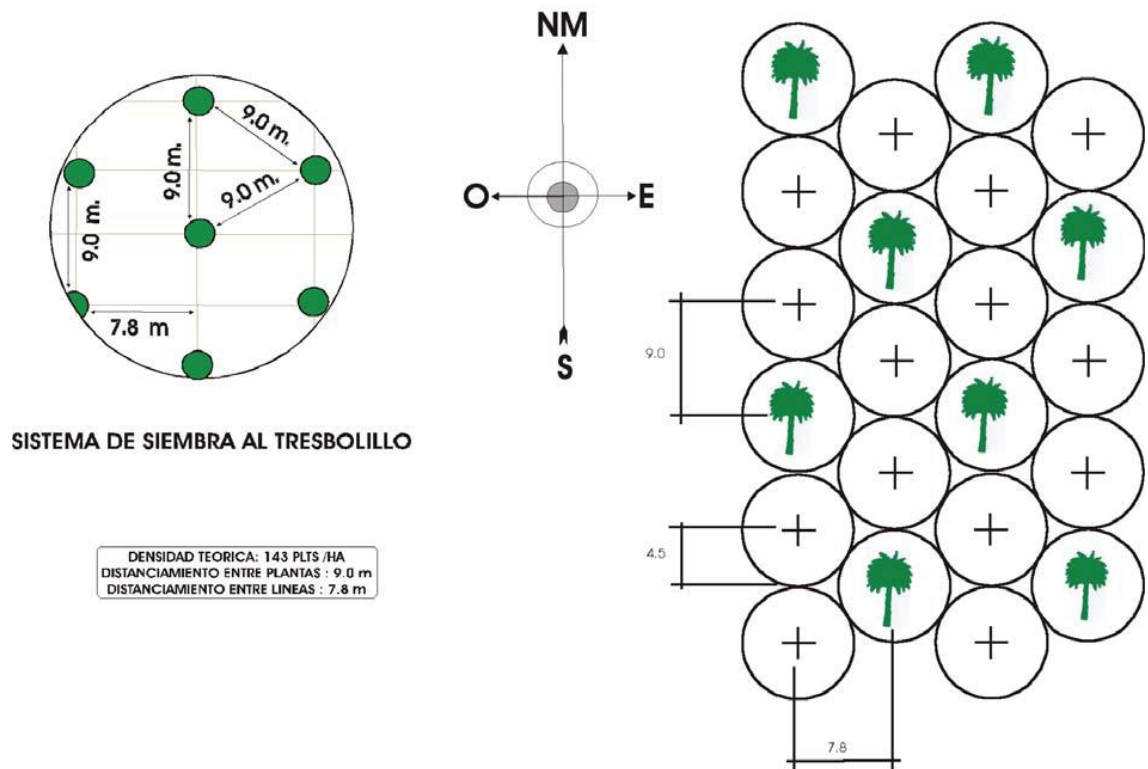
Rankine, I. y Fairhurst, T. 1998. Guía de campo. Serie en palma aceitera. Vivero. Potash & Phosphate Institute (PPI). Canadá. v.1. p.71-76.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1 ANEXOS

Anexo 1: Distribución de la plantación de palma africana



Anexo 2. Resultados de Adeva

Cuadro 1. Cuadrados medios del incremento en el diámetro de la base del estípite (cm) en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

F DE V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS BASE DEL ESTIPITE				F. TABLA	
		INCREM 1	INCREM 2	INCREM 3	TOTAL	0,05	0,01
TRATAMIENTO	4	0,00039 NS	0,00096 **	0,00148 **	0,00173 **	3,26	5,41
REPETICIÓN	3	0,00002 NS	0,00003 NS	0,00015 NS	0,00012 NS	3,49	5,95
ERROR	12	0,00016	0,00013	0,00006	0,00010		
TOTAL	19						
CV (%)		18,67	16,21	9,72	7,58		

Ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 2. Cuadrados medios del incremento de la altura de la planta (cm) en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

F DE V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS INCREMENTO DE LA ALTURA				F. TABLA	
		INCREM 1	INCREM 2	INCREM 3	TOTAL	0,05	0,01
TRATAMIENTO	4	0,00035 NS	0,00076 *	0,00110 NS	0,00118 *	3,26	5,41
REPETICIÓN	3	0,00003 NS	0,00021 NS	0,00030 NS	0,00005 NS	3,49	5,95
ERROR	12	0,00020	0,00021	0,00032	0,00031		
TOTAL	19						
CV (%)		21,25	17,56	19,67	12,78		

Ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 3. Cuadrados medios de la emisión foliar – número de hojas y número de racimos en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

F DE V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS EMISIÓN FOLIAR		F. TABLA	
		INCREM 1	INCREM 2	0,05	0,01
TRATAMIENTO	4	0,02530 **	0,22936 NS	3,26	5,41
REPETICIÓN	3	0,00298 NS	0,07157 NS	3,49	5,95
ERROR	12	0,00261	0,07325		
TOTAL	19				
CV (%)		3,19	24,37		

Ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente Significativo

Cuadro 4. Cuadrados medios de kilogramos por planta y por hectárea, y número de granos por planta en “Niveles de abonadura de biopalma mas sulfato de magnesio en cultivo establecido de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) etapa de producción” Cantón Puerto Quito, Provincia del Pichincha. 2012

F DE V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			F. TABLA	
		KG COSECHADOS	NÚMERO DE GRANOS	KG HA	0,05	0,01
TRATAMIENTO	4	0,01790 NS	11,81302 NS	2,56014 NS	3,26	5,41
REPETICIÓN	3	0,08078 NS	110,34481 NS	11,55117 NS	3,49	5,95
ERROR	12	0,08761	67,70726	12,52872		
TOTAL	19					
CV (%)		24,90	26,38	24,90		

Ns = No significativo
 * = Significativo
 ** = Altamente Significativo

Anexo 3: Análisis de Laboratorio

	LABORATORIO DE FERTILIZANTES	
	INFORME DE ANÁLISIS (Vía Intercoastal Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 231)	

Hoja 1 de 2
Informe N° 12101
Fecha del Informe: 19/03/2012

Persona o Empresa solicitante: ITALBIOFERTILIZANTES

Dirección: Av. Manuel Cordova Galarza

Teléfono: 2351258

Parroquia:

Cantón: Quito

Provincia: Pichincha

País: Ecuador

Fecha de Ingreso de la muestra: 06/03/2012

No. de Factura: 10019

Código (s) de muestra (s): 12297

DATOS DE LA MUESTRA:

Descripción: Se entregó al Laboratorio 1 muestra sólida, recibida en buen estado para control de calidad de fertilizantes.

Fecha inicio análisis: 07/03/12

Fecha finalización análisis: 15/03/12

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE FERTILIZANTES

COD MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
12297	BIOPALMA	NT*	6.28	%	Kjeldahl	5.5-7.5
		P ₂ O ₅ *	2.67	%	Colorimétrico*	2.5-3.5
		K ₂ O*	10.40	%	AA (llama)*	7.5-10.5
		CaO*	2.80	%	AA (llama)*	2-4
		MgO*	2.0	%	AA (llama)*	1-2
		Fe*	0.45	%	AA (llama)*	---
		Cu*	10.52	ppm	AA (llama)*	---
		Zn*	74	ppm	AA (llama)*	---
		Mn*	58.82	ppm	AA (llama)*	---
		B*	0.026	%	Colorimétrico	---
		MO*	39.18	%	Volumétrico	36-48
		pH	4.98	1:2	Potenciométrico	4.5-6.5
		CE*	102.1	µS/cm	Conductométrico	---

*K₂O= Oxido de Potasio, CaO= Oxido de Calcio, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Zn= Zinc, Mn= Manganese, Mo= Molibdeno, B=Boro, AA= Absorción Atómica.

- Los resultados analíticos presentes en el informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

MAG 2001.01