

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN
CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA
ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*).**

**TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

DIEGO MAURICIO VILLEGAS JIMÉNEZ

QUITO-ECUADOR

2015

DEDICATORIA

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

Con inmenso amor: A mis padres; Washington Villegas y Mariela Jiménez, por enseñarme a enfrentar los retos de la vida y confiar en mí, a pesar de los errores cometidos en el camino, brindándome sus buenos y más sinceros consejos. A mi hermana, Verónica Villegas por ser un ejemplo de dedicación, entrega y perseverancia e indiscutiblemente una hermana mayor para mí.

Diego Villegas J.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Palmeras del Ecuador (PDE), especialmente a los ingenieros Enrique Torres y Camilo Gallardo, por hacer posible la realización de este proyecto.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, a sus profesores por el todo su conocimiento y experiencias compartidas a lo largo de mi carrera universitaria. En especial, al Ing. Carlos Alberto Ortega por su apoyo y predisposición para la realización de esta tesis, a los ingenieros Lenin Ron, Juan León y Diego Salazar por su importante colaboración para el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A mi amada familia, especialmente a mis padres y a mi hermana por la confianza, afecto y apoyo brindado, gracias por cada día demostrarme que los obstáculos y problemas que se presentan son motivos para seguir y conseguir los objetivos planteados.

A mis primos, Néstor, Luis, Henry y Erick gracias, por todos los buenos momentos que compartimos juntos, haciendo más ameno el transcurrir diario, tornando más agradable todo el sacrificio.

A Magdalena Armijos, al igual que a mis amigos de la FEFA, a Carolina, Jessica y Jefferson por hacer un camino lleno de experiencias enriquecedoras y madurar como personas, estudiantes y futuros profesionales.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, DIEGO MAURICIO VILLEGAS JIMÉNEZ, en calidad de autor del trabajo de investigación de tesis realizada sobre: “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*)”, “ASSESSMENT OF CONNTROLLED-RELEASE FERTILIZATION DURING THE FIRST YEAR OF CULTIVATING HYBRID (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*)”, por la presente autorizo a la Universidad Central del Ecuador, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8 y 19; y, demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 4 de Mayo del 2015



.....
Diego Mauricio Villegas Jiménez
C.C. 2100525241
diegvj@hotmail.com



CERTIFICADO

A QUIEN INTERESE:

Por medio del presente certifico que el señor Diego Mauricio Villegas Jiménez egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, desarrolló la tesis de grado **“Evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Eleais oleífera* x *Elaeis guineensis*)”**. La tesis en mención fue financiada por la empresa Palmeras del Ecuador S.A. y desarrollada dentro de la misma.

La tesis puede ser publicada en internet (Web), siempre que se den los debidos reconocimientos a la empresa Palmeras del Ecuador S.A.

Shushufindi, 11 de Mayo de 2015

Atentamente



Lcdo. Rómulo Granda

SUB-GERENTE GESTIÓN HUMANA P.D.E S.A.

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de graduación cuyo título es: “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*)” presentado por el señor DIEGO MAURICIO VILLEGAS JIMÉNEZ previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, considero que el proyecto reúne los requisitos necesarios.

Tumbaco, 4 de Mayo del 2015



.....
Ing. Agr. Carlos Alberto Ortega, M. Sc
TUTOR

Tumbaco, 4 de Mayo del 2015

Ingeniero
Carlos Alberto Ortega., M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Presente

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*)”, llevado a cabo por parte del señor egresado VILLEGAS JIMÉNEZ DIEGO MAURICIO de la Carrera Ingeniería Agronómica, considero que los ha concluido de manera exitosa, consecuentemente el indicado estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipulan las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar al presente, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,



Ing. Agr. Carlos Alberto Ortega., M. Sc
TUTOR

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*)

APROBADO POR:

Carlos Alberto Ortega, I.A., M. Sc
TUTOR DE TESIS



Diego Salazar Lic., Mag.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Lenin Ron, I.A., M.Sc.
PRIMER VOCAL



Juan León, I.A., Mag.
SEGUNDO VOCAL



CONTENIDO

CAPÍTULO		PÁGINAS
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN LITERARIA	3
2.1	LA PALMA AFRICANA EN ECUADOR	3
2.2.1	Producción de palma aceitera	3
2.1.2	Exportación de aceite de palma	3
2.2	IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN EN LA PALMA DE ACEITE	4
2.3	NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA	4
2.3.1	Nitrógeno (N)	7
2.3.2	Fósforo (P)	8
2.3.3	Potasio (K)	9
2.3.4	Magnesio (Mg)	10
2.3.5	Boro (B)	10
2.3.6	Cloro (Cl)	11
2.3.7	Sodio (Na)	11
2.4	ZONA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES	12
2.5	INTERACCIONES NUTRIMENTALES	12
2.6	CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL EN HOJAS	13
2.7	SUELOS PARA PALMA DE ACEITE	14
2.7.1	Requerimientos edáficos	14
2.7.2	Aptitud de suelos para palma de aceite	15
2.8	USO DE FERTILIZANTES	16
2.9	FERTILIZANTES	16
2.9.1	Fertilizantes convencionales	16
2.9.2	Fertilizante de liberación controlada	17
2.10	VARIEDAD DE PALMA ACEITERA	18

CAPÍTULO	PÁGINAS
3 MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. UBICACIÓN.	19
3.1.1 Ubicación del sitio experimental	19
3.1.2 Características del sitio experimental	19
3.2 MATERIALES	20
3.2.1 Material experimental	20
3.2.2 Material de campo	21
3.3 FACTOR EN ESTUDIO	22
3.4 TRATAMIENTOS	22
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
3.5.1 Diseño experimental	22
3.5.2 Características del área experimental	22
3.5.3 Características de la unidad experimental	23
3.5.4 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)	24
3.5.5 Análisis funcional	24
3.6 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	24
3.6.1 Emisión foliar	24
3.6.2 Largo de la hoja # 4	24
3.6.3 Diámetro del estípite	24
3.6.4 Altura de la palma	25
3.6.5 Índice de vigor relativo	25
3.6.6 Peso fresco de biomasa del área foliar	25
3.6.7 Peso de materia seca del área foliar	26
3.6.8 Peso raíces seco	26
3.6.9 Análisis foliar	26

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.6.10 Análisis económico	26
3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO	26
3.7.1 Ubicación del sitio	26
3.7.2 Análisis de suelo inicial	27
3.7.3 Preparación del terreno	27
3.7.4 Trasplante	27
3.7.5 Delimitación del área de estudio	27
3.7.6 Fertilización	27
3.7.7 Control de arvenses	28
3.7.8 Control de plagas y enfermedades	29
3.7.9 Coronas o labor del metro	29
3.7.10 Análisis foliar	30
3.7.11 Toma de plantas para análisis finales	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Emisión foliar	31
4.2 Largo de la hoja # 4	32
4.3 Diámetro del estípite	34
4.4 Altura de la planta	35
4.5 Índice de vigor relativo	36
4.6 Peso fresco de biomasa del área foliar	38
4.7 Peso de materia seca en área foliar	39
4.8 Peso de raíces en seco	41
4.9 Análisis foliar	42
4.10 Análisis económico	44

CAPÍTULO	PÁGINAS
5. CONCLUSIONES	45
6. RECOMENDACIONES	46
7. RESUMEN	47
8. SUMMARY	50
9. REFERENCIAS	52
10. ANEXOS	56

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS		PÁG.
1	Croquis del ensayo	56
2	Reporte de análisis de suelo inicial de cada tratamiento y repetición, Sucumbíos, 2014.	57
3	Reporte de análisis foliar final de los tratamientos y repeticiones, Sucumbíos, 2015.	66
4	Fotografías del ensayo	74

LISTA DE CUADROS

CUADROS		PÁG.
1	Cantidad promedio de nutrientes absorbidos en palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>).	5
2	Requerimientos nutricionales del cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).	6
3	Dosis de elementos recomendados en plantaciones de palma aceitera en el primer año de edad, posterior a un análisis de suelo.	6
4	La distribución del fertilizante según la edad del cultivo al voleo y alrededor de la planta, distancia según la edad.	7
5	Interpretación de la concentración foliar de nutrimentos en palma de aceite (% de materia seca).	14
6	Características de los suelos recomendados para cultivo de palma de aceite, en el mundo.	14
7	Clase de aptitud de tierras para cultivo de palma de aceite, según las propiedades del suelo.	15
8	Fertilizantes convencionales más conocidos y utilizados en la agricultura.	17
9	Características físicas del suelo de Palmeras del Ecuador, San Roque, Shushufindi, Sucumbíos.	20
10	Resultados de análisis de suelo de la parcela H11C, Palmeras del Ecuador, Shushufindi. 2014.	20
11	Tratamientos y dosis de nutrientes usadas en el estudio del primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera</i> x <i>Elaeis guineensis</i>) en Palmeras del Ecuador, cantón Shushufindi.	22
12	Esquema del ADEVA para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera</i> x <i>Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos 2014.	24
13	Fertilización al hoyo realizada para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera</i> x <i>Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2014.	28

CUADROS**PÁG.**

14	Fertilización a los dos meses realizada para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2014.	28
15	Productos utilizados para el control fitosanitario en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2014.	29
16	Productos utilizados para el control fitosanitario en evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2014.	29
17	Análisis de la varianza para la variable emisión foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	31
18	Promedios y prueba de Tukey al 5 % de significancia para la variable emisión foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	32
19	Análisis de la varianza para la variable largo de la hoja # 4 en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	33
20	Promedios y prueba de Tukey al 5 % de significancia para la variable largo de la hoja # 4 en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	33
21	Análisis de la varianza para la variable diámetro del estípite en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	34
22	Promedios de la variable diámetro del estípite en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	35

CUADROS**PÁG.**

23	Análisis de la varianza para la variable altura de la planta en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	36
24	Promedios de la variable altura de la planta en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	36
25	Análisis de varianza para la variable índice de vigor relativo en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	37
26	Promedios de la variable índice de vigor relativo en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	37
27	Análisis de la varianza para la variable peso de biomasa fresca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	38
28	Promedios de la variable peso de la biomasa fresca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	39
29	Análisis de la varianza para la variable peso de materia seca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	40
30	Promedios y prueba de Tukey al 5 % de significancia en la variable peso de materia seca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	40
31	Análisis de la varianza para la variable peso de raíces seco en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	41

CUADROS**PÁG.**

32	Promedios de la variable peso de raíces seco en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	42
33	Análisis de la varianza para el contenido nutricional a través del análisis foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	43
34	Promedios de la variable análisis foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	43
35	Costo de cada tratamiento en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (<i>Elaeis oleífera x Elaeis guineensis</i>). Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS		PÁG.
1	Distribución del experimento de evaluación de la fertilización más eficiente para el primer año en palma aceitera, ubicado en Palmeras del Ecuador, 2014.	23
2	Largo de la hoja # 4 en plantas de cuatro niveles de fertilización. Shushufindi, Sucumbios. 2015.	34
3	Peso de materia seca del área foliar de cuatro niveles de fertilización .Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	41
4	Costo por kilogramo de materia seca en plantas de cuatro niveles de fertilización. Shushufindi, Sucumbíos. 2015.	44

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN DE LIBERACIÓN CONTROLADA PARA EL PRIMER AÑO EN PALMA ACEITERA HÍBRIDA (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*).

RESUMEN

En la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi se evaluó la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera, utilizando el híbrido interespecífico O x G (*Elaeis oleífera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé). El único factor en estudio fue la fertilización, con tres niveles (19-8-12-2 a 200, 300, 400 g.planta⁻¹) frente a la fertilización tradicional como testigo. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, evaluando, emisión foliar, largo de la hoja número cuatro, diámetro del estípite, altura de la planta, índice de vigor, peso de biomasa en fresco, peso de la materia seca del área foliar, peso de las raíces secas y, finalmente, el análisis foliar. No se observó diferencias estadísticas entre tratamientos. Se analizó también la fórmula nutricional (N, P, K, Mg) más económica en la relación costo/materia seca del área foliar, determinando que el tratamiento 1 (19-8-12-2, 300 g) es el más rentable.

PALABRAS CLAVES: NUTRICIÓN VEGETAL. PALMACEAE. VARIABLES AGRONÓMICAS. ANÁLISIS ECONÓMICO.

ASSESSMENT OF CONTROLLED-RELEASE FERTILIZATION DURING THE FIRST YEAR OF CULTIVATING HYBRID (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*)

ABSTRACT

The assessment controlled-release fertilization during the first year of cultivating oil palm trees using the O x G interspecies hybrid (*Elaeis oleifera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé), took place in the canton of Shushufindi, province of Sucumbios. The sole study factor was fertilization under three fertilizer concentrations (19-8-12-2 at 200, 300, 400 grams per plant) faced against traditional fertilization as control. This work used the Completely Randomized Block Design, with four repetitions, assessing foliar emission, length of the four leaf, feather-grass diameter, plant height, vigor index, wet biomass weight, dry weight of the foliar area, weight of dry roots and foliar analysis. There were no statistical differences between treatments. This work analyzed the least expensive N, P, K, Mg nutritional formula in a cost/dry-foliar-area ratio, it determined that treatment 1 (19-8-12-2, 300 g) is the most efficient.

KEYWORDS: PLANT NUTRITION. PALMACEAE. AGRICULTURAL VARIABLES. ECONOMIC ANALYSIS

ASSESSMENT OF CONTROLLED-RELEASE FERTILIZATION DURING THE FIRST YEAR OF CULTIVATING HYBRID (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OIL PALM TREE CROPS

ABSTRACT

The assessment of controlled-release fertilization during the first year of cultivating oil palm trees using the O x G interspecies hybrid (*Elaeis oleifera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé), took place in the canton of Shushufindi, province of Sucumbíos. The sole study factor was fertilization under three fertilizer concentrations (19-8-12-2 at 200, 300 and 400 grams per plant), faced against traditional fertilization as control. This work used the Completely Randomized Block Design, with four repetitions, assessing foliar emission, length of the fourth leave, feather-grass diameter, plant height, vigor index, wet biomass weight, dry weight of the foliar area, weight of dry roots and foliar analysis. There were no statistical differences between treatments. This work analyzed the least expensive N, P, K, Mg nutritional formula in a cost/dry-foliar-area ratio; it determined that treatment 1 (19-8-12-2, 300 g) is the most efficient.

KEYWORDS: PLANT NUTRITION, PALMACEAE, AGRICULTURAL VARIABLES, ECONOMIC ANALYSIS

I CERTIFY that the above and foregoing is a true and correct translation of the original document in Spanish.


Silvia Donoso Acosta
Certified Translator
ID.: 0601890544

Silvia Donoso A.
CERTIFIED TRANSLATOR
ID. # 0601890544

1. INTRODUCCIÓN

La palma africana o aceitera (*Elaeis guineensis*) es un cultivo que se caracteriza por su alto consumo de nutrientes para satisfacer su desarrollo vegetativo y su alto potencial de producción de fruta y aceite, por lo cual generalmente los palmicultores realizan las fertilizaciones pero sin un previo análisis de suelo, pudiendo ser que se realiza una inadecuada aplicación de fertilizantes desde la siembra. Posteriormente se rigen en un plan de fertilización otorgada por el vendedor de las plantas de palma que comúnmente está acorde con las condiciones de suelo de la empresa, conocidas mediante análisis de suelo (Bernal, 2002).

La demanda de nutrientes de la palma aceitera depende de factores como el clima, el tipo de suelo, el material genético o el manejo agronómico, que influyen sobre el potencial de respuesta de las palmas a la aplicación de los fertilizantes. Por ejemplo, el uso de técnicas de preparación de los suelos que ocasionen un mínimo daño a la estructura del suelo y que conserven la materia orgánica. De igual manera, el aprovechamiento de los fertilizantes se ve comprometido en condiciones de alta competencia de arvenses, suelos mal drenados, y con otros impedimentos para el desarrollo radical (Durán N. , 2000).

Sin duda, las características físicas y químicas del suelo influyen en el desarrollo de la palma de aceite, son favorables los suelos profundos, sueltos y con buen drenaje. En general, las buenas características físicas, textura y estructura, son preferibles al nivel de fertilidad, pues éste puede corregirse con fertilización mineral. La palma de aceite resiste niveles bajos de acidez, hasta pH 4, mientras que los suelos demasiado alcalinos le son perjudiciales (SICA-MAG, 2001).

Por otra parte, los fertilizantes convencionales aunque aplicados en condiciones óptimas, normalmente logran menos del 50 % del índice de eficiencia. Esto inutiliza a los residuos de fertilizantes sobre la superficie del suelo pues si no son rápidamente aprovechados por las plantas en altas precipitaciones se lixivian fácilmente, por otra parte, se dispersan en la atmosfera por volatilización, ante elevadas temperaturas, ocasionando liberación de gas de efecto invernadero. Esto significa al nivel global, pérdidas económicas además de la degradación del ambiente (Agrinos, 2010).

El objetivo del fertilizante de liberación controlada es maximizar el potencial genético de las plantas en las condiciones prevalentes en el país, mientras suple su requerimiento de N, P, K y Mg, para lograr máximos rendimientos de producción y disminuir costos al reducir las labores agrícolas como la mano de obra por las aplicaciones, además de reducir en forma importante el

daño ambiental que comúnmente causa la aplicación de insumos en la agricultura en general, por excesos o por volatilización, etc. (Agrociencias, 2010).

Con base en la investigación de Loor (2008), realizada en la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi se pudo comprobar que en pre-vivero y vivero, la fertilización con producto de liberación controlada presenta una mayor eficiencia en cuanto a crecimiento de plantas y menor costo en relación a la fertilización fraccionada convencional realizada en Palmeras del Ecuador, esta nueva investigación buscó determinar si el fertilizante de liberación controlada presenta mejores resultados en desarrollo vegetativo y economía en plantas establecidas, expuestas al campo y a condiciones no controladas de precipitación, horas sol y demás factores ambientales que pueden afectar el comportamiento de este insumo.

Por lo mencionado anteriormente se consideró necesario evaluar la fórmula más eficiente y rentable del fertilizante de liberación controlada, para el primer año, en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*), para optimizar el desarrollo en Palmeras del Ecuador, en el cantón Shushufindi, que es una zona netamente palmicultora, con grandes extensiones en crecimiento permanente, buscando el beneficio en general tanto económico como ambiental.

Específicamente el estudio buscó evaluar tres formulaciones a 300, 400 y 200 g.planta⁻¹ de fertilizante de liberación controlada *versus* la fórmula convencional, para el primer año y, consecuentemente, determinar la fórmula del estudio más económica para esta etapa de crecimiento.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA PALMA AFRICANA EN ECUADOR

En la actualidad, el cultivo de palma africana es uno de los principales cultivos del país debido además de los múltiples usos de esta planta a su uso como biocombustible. Se cultiva principalmente en las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo y al oriente, Sucumbíos y Orellana (Muñoz, 2012).

2.1.1 Producción de la palma aceitera

Entre los años 2000 y 2012, la producción nacional de palma africana en el Ecuador aumentó en 114 %, debido principalmente a la creciente demanda internacional de este producto y al incremento en los precios internacionales. En el censo del año 2000 se reportó una producción de 1,24 millones de toneladas y en la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) se incrementó a 2,65 millones de toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 8,26 % (ESPAC, 2013).

El censo del año 2000 reveló también una superficie cosechada de alrededor de 113 000 hectáreas, que comparadas con las 199 000 hectáreas de la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) significa un aumento del 76 %. En este mismo periodo la productividad se elevó en un 21 % (de 10,99 a 13,34 t.ha⁻¹) como resultado de una mayor inversión en infraestructura y paquetes tecnológicos por parte de los productores (Morillo, 2013).

2.1.2 Exportación de aceite de palma

El comercio internacional del Ecuador en el rubro aceite de palma, presenta una tendencia al alza en las exportaciones, registrando un incremento de 1,487 % en el periodo 2000 - 2013. En el inicio de este período, Ecuador exportó 13 000 toneladas y 213 000 toneladas en el 2013, siendo de esta manera el séptimo proveedor de este producto al nivel mundial, siendo Venezuela y Colombia los principales destinos del aceite de palma ecuatoriano. En cuanto a las importaciones, entre el año 2000 al 2013, se registran valores máximos de 2 000 toneladas en el año 2000, mínimos de 5,32 toneladas en el 2009 y de 354 toneladas en el 2013 (Morillo, 2013).

2.2 IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN EN LA PALMA DE ACEITE

El objetivo de la fertilización en la producción de palma aceitera es suministrar suficientes nutrientes para promover un crecimiento vegetativo sano, máximo rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) y resistencia a plagas (fitófagos y fitopatógenos) (Donough, 2008). Las deficiencias nutricionales retrasan el inicio de la producción y disminuyen los rendimientos del cultivo si éste no es capaz de extraer del suelo todos los nutrimentos que demanda el funcionamiento normal de la planta (Inpofos, 2006).

La aplicación de fertilizantes en palma aceitera es un factor clave que determina el nivel de rendimiento. No obstante, el segundo año de las palmas en el campo (cuando la producción comercial de racimos apenas inicia), marca la etapa de máxima absorción de algunos elementos vitales (Donough, 2008).

2.3 NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

Los requerimientos nutrimentales en la palma de aceite se categorizan por el siguiente orden: K>N>Mg>P>Ca.

La palma aceitera requiere de significativas cantidades de fertilizante mineral, principalmente de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, durante el primer año después del trasplante. Los requerimientos se incrementan gradualmente del segundo al cuarto año en cuanto al potasio, manteniéndose en equilibrio hasta el décimo año, donde se estabiliza la demanda por estos nutrientes. Respecto al magnesio y el fósforo, la necesidad es muy pequeña pero va a aumentar hasta el octavo año, para posteriormente uniformarse. Los nutrientes almacenados y/o extraídos por la palma aceitera varían ampliamente (Loor, 2008).

Según Hartley, citado por Durán & Salas (2007), la demanda de nutrientes de la palma aceitera depende de factores como el clima, el tipo de suelo, el material genético, el manejo agronómico y el nivel de rendimiento, entre otros. En general, una población de 143 plantas por hectárea, absorbe del suelos entre 300 y 600 kg de los principales elementos nutritivos. Parte de estos elementos son eventualmente reincorporados al suelo a través de las hojas senescentes, las inflorescencias masculinas y la renovación del sistema radical.

No obstante, este reciclaje es solo parcial, dado que existen pérdidas importantes en el sistema, también se debe considerar que otra fracción de los elementos absorbidos se incorpora en los diferentes órganos de la planta durante el desarrollo vegetativo (Infoagro, 2002).

Así mismo, una fracción muy importante es sacada del sistema en la cosecha, una cosecha de 25 t.ha⁻¹, contiene 73,2; 11,6; 93,4; 20,8 y 17,5 kg de N, P, K, Mg y Ca, respectivamente (Agrociencias, 2010).

Esta fuente publicó (Cuadro 1), el volumen absorción en un cultivo de palma aceitera que presentó una producción de 25 t.ha⁻¹.

Cuadro 1. Cantidad promedio de nutrientes absorbidos en palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Elemento (kg.ha ⁻¹)	N	P	K	Mg	Ca
	192,5	26	251,4	61,3	99,3

Fuente: (Agrociencias, 2010)

Sin embargo, parte de la cantidad extraída en la cosecha puede ser retomada a la plantación en forma de racimos vacíos, lodos y efluentes, es así que 30 t de racimos vacíos de fruta contienen potasio en una cantidad equivalente a 120-180 kg de KCl. De forma similar, la cobertura de leguminosas incorpora nitrógeno al sistema y ayuda a mejorar el reciclaje de nutrientes (Bernal, 2002).

Concomitante con lo anterior, Borrero (2007), presenta en el Cuadro 2, los requerimientos a suplir según la etapa fenológica para optimizar la producción en palma aceitera.

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*)

Edad (años)	Cantidad (t.ha.año ⁻¹)	N kg.ha ⁻¹	P kg.ha ⁻¹	K kg.ha ⁻¹	Ca kg.ha ⁻¹	Mg kg.ha ⁻¹	B g.pl.año ⁻¹
De 0 a 2	Sin entrar a producción	60	8	120	21	20	100
De 2 a 3	Inicio de producción 5	99	13	216	25	24	100
De 3 a 4	Producción media de 10	140	19	250	30	27	100
De 4 a 6	Producción media-alta 20	175	23	250	33	29	120
Más de 6	Alta producción 25	190	60	250	40	33	120

Fuente: (Borrero, 2007)

Según el análisis de suelo, Loor (2008) presenta la siguiente recomendación de fertilización (Cuadro 3).

Cuadro 3. Dosis de elementos recomendados en plantaciones de palma aceitera en el primer año de edad, posterior a un análisis de suelo.

Reporte del análisis de suelo	Cantidad de nutriente en gramos/palma/año			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Bajo	360	180	600	120
Medio	270	140	480	90
Alto	180	80	80	60

Fuente: (Loor, 2008)

En el primer año, la dosis total del fósforo se aplica al momento de la siembra, al fondo del hoyo, tapando con una capa de suelo de 2 a 3 cm de espesor; en los años posteriores, la dosis se aplica en su totalidad, al inicio del periodo lluvioso. La dosis total por un año de Nitrógeno, Potasio y Magnesio, se adiciona la mitad al inicio de la época lluvioso, y la restante al final de la misma (Loor, 2008).

Cuadro 4. Distribución del fertilizante según la edad del cultivo al voleo y alrededor de la planta, distancia según la edad.

Edad (años)	Distancia de fertilización (m)
1	de 0.40 a 0.60 del estípite
2 a 3	de 0.40 a 1.50 del estípite
3 a 4	de 1.00 a 2.00 del estípite
Más de 4	de 1.50 a 3.50 del estípite

Fuente: (Donough, 2008)

Sin embargo, es importante que en plantaciones con problemas de emisiones de raíces, previa a la aplicación de los fertilizantes, se determine el área donde está la mayor cantidad de raíces terciarias y cuaternarias, y es en esa área donde debe aplicarse el fertilizante a la dosis apropiada (Loor, 2008).

Cada uno de los nutrientes, añadido en la cantidad adecuada y en la época oportuna, permite a la planta desarrollar funciones fisiológicas necesarias para obtener producto en cantidades que resulten económicamente viables. Los nutrimentos, tal como se mencionó, cumplen funciones específicas en la fisiología de la planta, por tanto, se describirán las principales funciones de los elementos fundamentales.

2.3.1 Nitrógeno (N)

Según Rosenquist, tomado de Chávez & Rivadeneira (2003), es un macronutriente primario que es parte fundamental del grupo amina de los aminoácidos, por tanto, es constituyente de las proteínas; además es parte de la molécula de clorofila, siendo así indispensable para la fotosíntesis y, por consiguiente, es esencial para el crecimiento de las palmas y su fructificación, es evidente que la producción y el número total de hojas aumenta con la aplicación de N.

Se debe considerar que el nitrógeno es un gas y su desdoblamiento en el suelo se da de acuerdo con la temperatura y humedad, siendo conveniente fraccionar las aplicaciones para liberarlo durante el desarrollo de las plantas. El nitrógeno en forma de nitratos es muy soluble (disposición inmediata), y en forma de amonio es convertido en nitratos en un periodo de tres a cinco semanas por la actividad bacteriana, según la temperatura, la humedad y la materia orgánica del suelo (Durán N. , 2000).

Las fórmulas utilizadas son: nitrato de amonio con 33,5 % de N, sulfato de amonio con 20,5 % de N y la urea con 46 % de N. Ya se encuentra en el mercado el amoniaco, fertilizante altamente volátil que se aplica en forma de inyección.

En términos generales es el nutriente que más limita las cosechas, por tanto, es el más adicionado a través de fertilizantes, derivando de ello el peligro de contaminar los suelos por nitratos. Por otro lado, en deficiencia de este elemento las hojas viejas presentan un color verde pálido a amarillento. Se reduce el promedio de producción de hojas (hojas.palma.año⁻¹). Los foliolos son angostos y enrollados en la nervadura central, la misma que también se puede poner amarilla si la deficiencia de N es severa se produce también síntomas como la reducción de la tasa de crecimiento, desarrollo retardado de la palma y apariencia plana de la copa.

La excesiva aplicación de N promueve la formación de hojas largas y agobiadas e incrementa la probabilidad de infestación de insectos (Plant Science, 2014).

2.3.2 Fósforo (P)

El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento general de la palma de aceite, particularmente importante para el crecimiento de la raíz durante el establecimiento y desarrollo juvenil (Navarro & Navarro, 2003).

Este elemento incrementa significativamente el número y peso del racimo de frutos, aunque la producción de inflorescencias masculinas es significativamente alta con una fertilización baja de fertilizantes fosforados (Donough, 2008).

Según Navarro & Navarro (2003), el P se encuentra en todos los tejidos de la palma de aceite en una concentración variable, formando parte de moléculas energéticas como el ATP y de los nucleótidos que integran los ácidos nucleicos ADN y ARN, y contribuyen al componente de la membrana celular, participando además en la transferencia de energía en la fotosíntesis. También se ha encontrado que la aplicación de P al suelo ayuda a incrementar su concentración en los tejidos.

La deficiencia de fósforo tiende a inhibir el crecimiento del tallo, las hojas se tornan oscuras, de aspecto apagado, color azul-verdoso y pueden volverse pálidas en deficiencias severas. El color rojizo, o rojo-violeta se desarrolla a veces por la síntesis de antocianinas. Los síntomas aparecen primero en las partes más viejas de la planta por lo que las hojas nuevas pueden a menudo

aparentar ser sanas, aunque a veces son pequeñas. La deficiencia de fósforo puede conducir también al aumento de la relación raíz a tallo en muchas especies vegetales (Kass, 2006).

2.3.3 Potasio (K)

El K junto con el N, son los elementos que la palma de aceite necesita en mayor cantidad para asegurar su crecimiento vegetativo e incrementar las cosechas. Con la aplicación de K se han reportado incrementos significativos en rendimiento de 15 t.ha⁻¹ con 257,4 kg.ha⁻¹ de Cloruro de Potasio en una plantación de ocho años, también se ha demostrado que no se puede lograr una alta producción de aceite sin la adecuada cantidad de potasio (Córdova, 2009).

También, el K es importante para el adecuado funcionamiento estomático, por esta razón, las palmas deficientes en este nutriente son más susceptibles a la sequía y utilizan a su vez de forma más eficiente la humedad del suelo que las plantas con deficiencia. El K ayuda al transporte de los productos de la fotosíntesis, siendo indispensable en la conversión de la luz solar en energía bioquímica durante el proceso de fotosíntesis, en la activación de enzimas y la síntesis de aceite. Como también es un regulador del proceso de ósmosis (Mengel & Kirkby, 2000).

En los suelos, el potasio disponible para las plantas se encuentra como potasio intercambiable, que se encuentra adsorbido en las partículas de arcilla, y, como potasio en solución, el cual es aprovechado directamente por el sistema radicular (Curt, 2010).

La deficiencia de potasio puede causar anomalías en la planta, por lo general están relacionadas con el crecimiento, color amarillento y también quemaduras marginales en las hojas medias y bajas, debido a que el potasio es un catalizador importante de crecimiento en las plantas, las plantas deficientes en potasio tendrán un retraso en el crecimiento. De la misma forma, la deficiencia de potasio se traduce en menos agua que circula en la planta, como resultado, la planta será más susceptible al estrés hídrico y a cambios de temperatura.

Si no se corrige la deficiencia, las plantas carentes en potasio pierden sus hojas antes de lo que deberían, proceso que es incluso más rápido si la planta está expuesta a un estrés hídrico o a temperaturas altas. El suceso tiene un comportamiento secuencial, las hojas se vuelven amarillas marrones, y finalmente se caen una a una (Raven, Evert, & Eichhorn, 1999).

2.3.4 Magnesio (Mg)

El magnesio es el átomo central de la molécula de clorofila, el pigmento verde de las hojas, que captura la energía del sol necesaria para la fotosíntesis, este elemento está involucrado en la reacción de la carboxilasa de la fotosíntesis, al ser parte de una coenzima que fija el CO₂.

El magnesio es necesario en todos los procesos que requieren energía, como por ejemplo la síntesis de almidón, proteínas y vitaminas, también acelera el transporte de asimilados hacia las hojas y racimos de fruta, y se necesita en varias enzimas relacionadas con la producción de ácidos grasos y en la biosíntesis de aceites (Borrero, 2007).

La deficiencia de magnesio, al igual que otra, conduce a una reducción en el rendimiento, pero también es importante destacar que este fenómeno conlleva a una mayor susceptibilidad de la planta a enfermedades. Dado que el magnesio es móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas inferiores y mayores, el primer síntoma en aparecer es el de hojas pálidas, que luego desarrollan una clorosis intervenal, en algunas plantas aparecerán manchas rojizas o púrpuras en las hojas.

La expresión de los síntomas depende en gran medida de la intensidad a la que las hojas se exponen a la luz. Las plantas con deficiencias que están expuestas a altas intensidades de luz mostrarán síntomas aún mayores (Kass, 2006).

2.3.5 Boro (B)

El boro, es el micronutriente de mayor importancia en la nutrición de la palma aceitera y tiene varias funciones en sus procesos fisiológicos, siendo esencial para la elongación radical, la formación de carbohidratos y de la pared celular, de la misma forma es fundamental en la creación de proteínas y regulación de la síntesis de ácidos nucleicos, muy importante en la producción de sacarosa y su transporte hacia otros órganos de la planta, actúa en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos (Espinoza, 2012).

La deficiencia de Boro produce acortamiento de las hojas jóvenes, las que adquieren un color verde oscuro, y se vuelven frágiles y deformes o arrugadas, por lo que se les denomina como hoja de gancho o espina de pescado. En el caso de fructificación, pueden producir fruta parcialmente partenocárpica. La deficiencia de boro se presenta con mayor frecuencia cuando

las plantas han recibido grandes aplicaciones de N, K y Ca como también cuando el tipo de suelo poco apto, posee concentraciones muy pequeñas de Boro disponible, como los suelos arenosos; de la misma forma los suelos con un pH muy bajo ($> 4,5$) o alto ($> 7,5$) (Owen, 1995).

2.3.6 Cloro (Cl)

Regiones de alta precipitación o suelos bien drenados son generalmente bajos en el anión cloro (Cl) ya que al no ser retenido por los coloides del suelo es fácilmente lixiviable. La deficiencia de cloro es ampliamente difundida aún cerca del mar, pero se pueden corregir con aplicaciones de cloro (Owen, 1995).

2.3.7 Sodio (Na)

En general no está claro el rol que desempeña el sodio en estas plantas, pero se ha concluido que es un micronutriente esencial para éstas y que su función en la fotosíntesis la desarrolla al nivel de las células del mesófilo; y que muchas especies C3 se benefician también de concentraciones de sodio bajas. El sodio estimula el crecimiento a través del alargamiento celular y en caso de deficiencia de potasio funciona como un soluto osmóticamente activo (Grof, Johnston, & Brownell, 1989).

El sodio y el hidrógeno tienen un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad, en los suelos ácidos, una gran parte de los cationes son hidrógeno y aluminio en diversas formas. El sodio se encuentra en el suelo en estado combinado y principalmente en forma de sales; las regiones con clima húmedo y semihúmedo presentan bajo contenido de sodio, que debido a su baja energía de adsorción puede ser fácilmente lixiviado a horizontes profundos del suelo por las lluvias. Del mismo modo, los iones de sodio son menos fijados por los minerales arcillosos que los iones de potasio. Sin embargo, niveles elevados de sodio pueden desplazar al calcio y al potasio, deteriorando la estructura del suelo.

Por el contrario en regiones áridas y semiáridas se presenta a menudo acumulación de Na^+ en la superficie de los suelos, debido a que el incremento de la evaporación conduce el agua del nivel freático hacia la superficie. Estas condiciones conducen a un deterioro de la estructura del suelo, repercutiendo negativamente en las reservas de agua y de aire en el suelo (Lastra, 2004).

2.4 ZONAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Las principales zonas de absorción de nutrimentos en la palma de aceite se encuentran en los extremos de las raíces primarias, secundarias y terciarias, y a lo largo de la longitud total de las cuaternarias. La mayor absorción mineral tiene lugar en los primeros 20 a 30 cm de profundidad del suelo (Córdova, 2009), lo que es confirmado por Hatley, citado por (Loor, 2008). Una plantación de palma de aceite bien manejada está en condiciones de absorber todos los nutrientes necesarios para acumular la mayor cantidad de materia seca y producir mayor rendimiento de RFF.

2.5 INTERACCIONES NUTRIMENTALES

Según Nair y Sreedharan, tomado de Durán & Salas (2007), un aumento en la aplicación de N permite tener una tasa de emisión foliar más alta y un mayor número de hojas funcionales en la corona, aumentando los contenidos foliares de P y K. La concentración de P foliar también se relaciona fuertemente con el número de hojas funcionales, número de inflorescencia femeninas, número y peso de racimos, de la misma forma que reacciona el contenido de K. La nutrición con P favorece en la palma africana la absorción de grandes cantidades de otros elementos minerales que juegan un importante papel en el rendimiento, ya que éste tiene mucha influencia sobre los caracteres morfológicos y la producción de inflorescencias.

En un experimento de fertilización en Malasia, evaluaron N solo y en mezcla de con P y K. En sus resultados encontraron rendimientos diferentes; con la aplicación de N solo obtuvieron 70,1 t.ha⁻¹ de RFF pero en conjunto con P y K el rendimiento se incrementó a 89,7 t.ha⁻¹ (Mite, Carrillo, & Espinosa, 2002).

Según Nair y Sreedharan, tomado de Córdova (2009), el incremento en las dosis de K en presencia de N causó un claro efecto sinérgico en la interceptación de la radiación fotosintética; en consecuencia afectó positivamente la eficiencia de la conversión de la energía captada en materia seca, y la relación del peso seco de los racimos con la materia seca total, se ha demostrado también que altas dosis de K inhibe la absorción de Mg y B con lo que se puede reducir el rendimiento.

Se ha observado que la correlación entre el contenido de N más P en la hoja, con el rendimiento y caracteres morfológicos, es mucho mayor a la del N y P por separado. Esto demuestra que la

combinación de dos o más nutrientes tienen efectos positivos al suministrar varios minerales a la palma (Mutert, 2001).

La fertilización balanceada de N-P-K-Mg, es necesaria para una óptima formación de clorofila y crecimiento continuo de la palma, debido al sinergismo de la absorción entre el N y P, la concentración de P en la hoja debe ser evaluada en relación a la concentración de N. La fertilización balanceada con N, P y K conforma la remoción de nutriente. Análisis de hojas y suelos, es necesaria para mejorar el rendimiento de RFF en palma de aceite (Tarmizi & Mohd, 2006).

2.6 CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL EN HOJAS

Las metodologías para conocer las demandas y deficiencias nutrimentales en la palma de aceite han establecido como base al análisis foliar (Fairhurst & Hardter, 2003). Además sirve para reconocer anticipadamente cualquier deficiencia o abundancia de los elementos; la composición óptima es aquella en que la palma está en máximo desarrollo y/o producción para determinada región. El análisis foliar detecta deficiencias nutricionales en su fase inicial, por lo tanto, es indispensable la estandarización del método de toma de las muestras (número de las hojas, el tejido, edad y número de palmas) y el análisis químico en sí.

A criterio de Owen (1995), el nivel crítico es aquel de cualquier elemento en la hoja debajo de la cual existe gran posibilidad de lograr una respuesta positiva con la aplicación de un fertilizante.

Por lo general, los niveles críticos hallados independientemente en diferentes regiones del mundo son del mismo orden de magnitudes.

Chapman y Gray citados por (Borrero, 2007), descubrieron que la composición química de la porción media de los folíolos de la parte media de la hoja 17 mostró menos variación y fue más sensitiva a la aplicación de fertilizantes. Además encontraron una correlación positiva y significativa en el contenido del fósforo y el potasio de la hoja con el rendimiento de racimo.

En general, se considera que la concentración de los nutrimentos, expresados como porcentaje de materia seca al nivel de hoja, es un indicador adecuado para conocer el estado nutrimental de toda la planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Interpretación de la concentración foliar de nutrimentos en palma de aceite (% de materia seca).

Elemento	Deficiencia	Óptimo	Exceso
N (%)	< 2,50	2,60 – 2,90	> 3,00
P (%)	< 0,50	0,16 – 0,19	> 0,25
K (%)	< 1,00	1,10 – 1,30	> 1,60
Mg (%)	< 0,20	0,30 – 0,45	> 0,70
Ca (%) ^k	< 0,30	0,50 – 0,70	> 1,00
S (%)	< 0,20	0,30 – 0,40	> 0,60
Cl (%)	< 0,25	0,50 – 0,70	> 1,00
B (mg/kg)*	< 8	15,00 – 25,00	> 40,00
Cu (mg/kg)	< 3	5,00 – 8,00	> 15,00
Zn (mg/kg)	< 10	12,00 – 18,00	> 80,00

*mg/kg = ppm

Fuente: (Fairhurst & Hardter, 2003)

2.7 SUELOS PARA PALMA DE ACEITE

2.7.1 Requerimientos edáficos

Después del clima, el suelo es el que determina la producción, sobre todo en las regiones donde el clima no representa en sí mismo limitaciones al cultivo (cuadro 6). Los palmares semi-silvestres y comerciales se encuentran creciendo en una amplia gama de suelo, lo que indica que la palma de aceite no es un cultivo exigente en este aspecto, pero es sensible a pH altos (>7,5) y a la saturación de agua (Oliveira, 2006).

Cuadro 6. Características de los suelos recomendados para el cultivo de la palma de aceite, en el mundo.

Propiedad	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
pH	<3,5	4,0	4,2	5,5	>5,5
CO (%)	<0,8	1,2	1,5	2,5	>2,5
N Total (%)	<0,8	0,12	0,15	0,25	>0,25
P (ppm)	<5	10	15	20	>30
K*	<0,1	0,20	0,25	0,30	>0,5
Ca*	<0,3	0,5	0,75	1,00	>1,5
Mg*	<0,1	0,20	0,25	0,30	>0,5

*meq. 100g⁻¹

Fuente: (Larez, 2003)

2.7.2 Aptitud de suelos para palma de aceite

La palma de aceite es un cultivo predominante en suelos tropicales, principalmente en los órdenes Ultisol, Oxisol e Inceptisol. Estos suelos son muy ácidos y tienen baja capacidad de intercambio catiónico; consecuentemente, la fertilización es esencial para obtener una producción rentable (Kee & Goh, 2006)

Cuadro 7. Clase de aptitud de tierras para cultivo de palma de aceite, según las propiedades del suelo.

Clase de aptitud	Apta	Moderada	Marginal	No apta
Limitación	Ninguna	Ligera	Severa	Muy severa
Textura	FR	FR,FRL	RL,R	AR
Prof. efectiva (cm)	>100	75-100	25-50	<25
Espesor capa orgánica (g/cm ³)	–	0-50	50-200	>300

(Modificada de Raygada, 2005) R=Arcilla; A= Arena; F= Franco; L=Limo

Suelos aptos

Los suelos volcánicos, situados en regiones con clima idóneo para esta especie, son los que permiten las producciones más altas; los suelos de aluvión son también excelentes para la producción sobre todo si tienen una capa freática accesible a las raíces, la cual sea posible controlar continuamente. Los suelos ferralíticos presentan una aptitud para el cultivo muy variable, dependiendo sobre todo de las características físicas

Suelos moderadamente aptos

Las áreas con algunas limitaciones de suelo, textura pesada y mal drenaje, al corregirlas pueden ser incorporadas a la producción. Sin embargo, el rango de suelos derivados de rocas ígneas, metamórficas y cenizas volcánicas son comúnmente plantados con palma de aceite en el sureste de Asia, así como los suelos derivados de granito y sedimentos del pleistoceno y suelos de turba profundos, favorables en la producción de RFF (Mutert, 2001) .

Suelos no aptos

Los suelos no aptos para palma de aceite, incluyen limitantes demasiado fuertes que no se pueden resolver debido a los costos excesivos de su acondicionamiento; los problemas pueden

ser: inundaciones durante la mayor parte del año, lenta permeabilidad, poca profundidad y presencia de roca madre calcárea o capa cementante, baja fertilidad, alta permeabilidad y topografía cerril (Palma-López & Cisneros, 2007)

2.8 USO DE FERTILIZANTES

El uso de los fertilizantes se ha tornado indispensable debido a la baja fertilidad de la mayoría de los suelos para los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en la actualidad, por lo que hacer un uso adecuado de ellos es importante para una agricultura sostenible. El uso adecuado de fertilizante requiere conocer sus características, su efecto en las plantas y el suelo, las formas de aplicación y cómo se deriva y se prepara una dosis de fertilización con base en los fertilizantes disponibles.

Los fertilizantes deben localizarse donde se encuentra la mayor superficie posible de raíces absorbentes ya que son absorbidos por el proceso de difusión y acción de masa, así hay más eficiencia en la absorción de los elementos requeridos.

La mayoría de las raíces de absorción se encuentran a partir los 1,20 m de la base del estípite y entre 0,0 y 0,3 m de profundidad. Pero las raíces cuaternarias, o sea las absorbentes varían de acuerdo con la edad, la primera fertilización se la realiza en el fondo del hoyo donde va colocada la planta al momento de trasplante, para poner en contacto con las raíces (Córdova, 2009).

2.9 FERTILIZANTES

2.9.1 Fertilizantes convencionales

También denominados fertilizantes químicos, son los más conocidos y usados, especialmente en agricultura intensiva y se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y, por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes nada más echarlos o pocos días después. Estos productos contienen por lo menos, un elemento químico que la planta necesita para cumplir con su ciclo de vida, con la característica de cualquier fertilizante debe tener una solubilidad mínima en agua, porque, de ese modo pueda aplicarse con el riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo de agua (ECURED, 2015).

Cuadro 8. Fertilizantes convencionales más conocidos y utilizados en la agricultura

Tipo	Nombre	Características
Nitrogenado	Sulfato de amonio	El sulfato de amonio viene en forma de cristal blanco, similar a la sal. Contiene cerca del 20 % de nitrógeno amoniacal y tiene un efecto acidificante en el suelo.
	Nitrato de amonio	Contiene una forma similar al sulfato de amonio pero contiene un 34 % de nitrógeno. Actúa rápidamente en el suelo pero no se puede almacenar por mucho tiempo.
	Urea	La urea también viene en forma de cristal blanco y tiene altas concentraciones de nitrógeno. Actúa rápidamente pero el agua puede arrastrarlo y no se puede guardar por mucho tiempo.
Fosfóricos	Superfosfato	Existe el simple (SP, 18 % de fósforo) o triple (TSP, 46 % de fósforo) Superfosfato, Fosfato amónico, etc.
Potásicos	Cloruro de potasio	Constituido por 60 % de potasio sólo contiene potasa (K ₂ O).
	Sulfato de potasio	El sulfato de potasio (SOP, 50 % de K ₂ O) contiene también 18% de azufre.

Fuente: (Infoagro, 2002)

2.9.2 Fertilizantes de liberación controlada

El fertilizante de liberación controlada se encuentra cubierto con un poliuretano de grado 4, que hace que los nutrientes se liberen continua y controladamente, cubriendo el requerimiento fisiológico de la planta en lo que se refiere a Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio; es decir puede con una sola aplicación nutrir a la planta hasta un año dependiendo de la necesidad del cultivo, los factores que influyen sobre el buen funcionamiento del fertilizante de liberación controlada o lenta son:

Temperatura: Las temperaturas más altas dan una liberación más rápida

Agua y lluvia: mayor precipitación da una liberación más rápida

Tipo de suelo: Suelos arenosos dan una liberación más rápida en comparación con suelos minerales (Agrociencias, 2010).

La finalidad del fertilizante de liberación controlada es maximizar el potencial genético de las plantas en las condiciones prevalentes en Ecuador, en cuanto a requerimientos de N, P, K, Mg,

para obtener los máximos rendimientos de producción. Por ejemplo algunos autores han probado, en plantaciones comerciales, que se pueden obtener rendimientos de aceite de 6 a 10 ton/ ha/año, con un alto retorno económico, basándose en una juiciosa aplicación de nutrientes al cultivo durante el ciclo económico de crecimiento (Agrociencias, 2010) .

Sin embargo, cabe destacar que son productos que empezaron con alto costo, pero hoy ya son rentables en cultivos de alto valor, y su costo va continuamente disminuyendo.

La disminución del precio, que ha incidido en el aumento en el uso de estos productos, se debe en parte al crecimiento de la capacidad de producción de urea recubierta de azufre (SCU) en China y al desarrollo de nuevos fertilizantes de urea revestida por polímeros (PCU) para el mercado agrícola de EEUU (por ejemplo el Nitrógeno Ambientalmente Inteligente de Agrium), los que han demostrado ser rentable en cultivos extensivos tales como maíz, arroz, trigo y papas (Agrinos, 2010)

2.10 VARIEDAD DE PALMA ACEITERA

La variedad es un híbrido interespecífico O x G (*Elaeis oleífera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé), que ha demostrado alta resistencia a los fitopatógenos de América Latina. Esta variedad se caracteriza por tener entre 20 a 25 cm de crecimiento en altura anual; se realiza la primera cosecha a los 30 meses, con una tasa de extracción de aceite en planta extractora de 22 % y una producción de racimos en la edad adulta de 27-33 t.ha.año⁻¹, llegando a producir en edad adulta racimos con un promedio mayor a 20 kg.

Una vez que la cosecha se establece su ciclo regular es cada 21 días, casi no pierde frutos gracias a la ausencia de la zona de abscisión funcional, excelentes características de aceite como la progresión muy lenta de la acidez después de la cosecha. Además posee muy alta resistencia a las distintas formas de pudrición del cogollo. Resistencia parcial a manchas y marchitez letal (Loor, 2008)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

3.1.1 Ubicación del sitio experimental

El ensayo se realizó en la empresa “Palmeras del Ecuador S.A”, dentro de la parcela H11C, perteneciente a la División V.

Ubicación política del sitio experimental

País	Ecuador
Provincia	Sucumbíos
Cantón	Shushufindi
Parroquia	San Roque
Sector	Empresa Palmeras del Ecuador

Ubicación geográfica

Latitud	00° 15' 24,9'' S
Longitud	76° 31' 48,3'' W
Altitud	265 msnm

3.1.2 Características del sitio experimental

Datos climatológicos

Temperatura promedio	30 °C
Temperatura mínima promedio	20 °C
Temperatura máxima promedio	32 °C
Precipitación anual	3 260 mm
Humedad relativa	85 %
Heliofanía	1 591 horas
Zona de vida	Bosque muy húmedo de la Región tropical

Características físicas del suelo

Cuadro 9. Características físicas del suelo de Palmeras del Ecuador, San Roque, Shushufindi, Sucumbíos.

Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
0,00 a 0,28	0,28	Textura franco limoso, color marrón claro. Presencia de minerales alterados de origen volcánico. Plasticidad y humedad baja
0,28 a >2,10	>1,80	Franco arcilloso, color marrón claro a pardo claro. Granulometría fina a muy fina. Origen volcánico. Plasticidad y humedad bajas. En profundidad se intercala con estratos de lapilli.

Fuente: (Loor, 2008)

Características químicas

Cuadro 10. Resultados de análisis de suelo de la parcela H11C, Palmeras del Ecuador, Shushufindi 2014.

Elemento	Concentración	Elemento	Concentración
pH	6,00		
C.E. (ds.m ⁻¹)	0,17	Ca (cmol.kg ⁻¹)	8,89
M.O (%)	1,50	Mg (cmol.kg ⁻¹)	1,29
C.I.C (cmol.kg ⁻¹)	17,56	Fe (ppm)	241,93
N (%)	0,07	Mn (ppm)	30,38
P (ppm)	22,71	Cu (ppm)	4,73
K (cmol.kg ⁻¹)	0,41	Zn (ppm)	2,52

3.2 MATERIALES

3.2.1 Material experimental

Palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) **COD: 529J**

Fertilizantes

- Urea 46 % N
- DAP 18 % N, 46 % P₂O₅

- DAPHOS 25 % P₂O₅, 7 % MgO
- KCl 60 % K₂O
- MgCO₃ 40 % MgO
- Bórax 3 % K₂O, 14 % B
- SUMICOAT I 19 % N, 8 % P₂O₅, 12 % K₂O, 2 % MgO
- SAL 60 % Cl, 40 % Na

3.2.2 Material de campo

- Balizas
- Piola
- Machete
- Hoyadora
- Libro de campo
- Cámara fotográfica
- Mascarillas
- Calibrador pie de rey
- Flexómetro
- Pintura blanca

Equipos de laboratorio

- Balanza de campo
- Balanza semianalítica (2 000 g)
- Estufas

Materiales y equipos de oficina

- Esferos
- Hojas de papel bond A4
- Marcadores
- Carpetas
- Tijera
- Calculadora
- Computadora

- Impresora
- Flash memory

3.3 FACTORES EN ESTUDIO

Esta investigación se planteó un factor en estudio, que es la fertilización, con cuatro niveles.

- F1: Fertilización con 19-8-12-2 (37,2 kg.ha⁻¹) (N, P, K, Mg, B)
- kF2: Fertilización con 19-8-12-2 (49,6 kg.ha⁻¹) (N, P, K, Mg, B)
- F3: Fertilización con 19-8-12-2 (24,8 kg.ha⁻¹) (N, P, K, Mg, B)
- F4: Fertilización fraccionada convencional (N, P, K, Mg, B)

3.4 TRATAMIENTOS

Cuadro 11. Tratamientos y dosis de nutrientes usadas en el estudio del primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*) en Palmeras del Ecuador, cantón Shushufindi.

Trt	DESCRIPCIÓN	DOSIS DE NUTRIENTES (kg.ha.año ⁻¹)					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Cl	Na
1	19-8-12-2 (300 g/planta) (N, P, K, Mg, B)	7,1	3,0	4,5	0,7	---	---
2	19-8-12-2 (400 g/planta) (N, P, K, Mg, B)	9,4	4,0	6,0	1,0	---	---
3	19-8-12-2 (200 g/planta) (N, P, K, Mg, B)	4,7	2,0	3,0	0,5	---	---
4	Tradicional (N, P, K, Mg, B)	19,7	36,3	18,6	23,0	11,2	7,4

Fuente: Palmeras del Ecuador
Elaborado por: Diego Villegas

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1 Diseño Experimental

Se utilizó en esta investigación un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con las siguientes características.

3.5.2 Características del área experimental

Número de unidades experimentales: 16

Número de repeticiones: 4
 Número de tratamientos: 4
 Área neta del experimento: 51 680 m² (272 m x 190 m)

3.5.3 Características de la unidad experimental

Forma: Rectangular
 Distancia entre hileras: 8,50 m
 Distancia entre plantas: 9,50 m
 Número de plantas por parcela total: 40
 Número de plantas por parcela neta: 18
 Número de plantas por ensayo: 640
 Área parcela neta: 2 826,25 m² (47,5 m x 59,5 m)

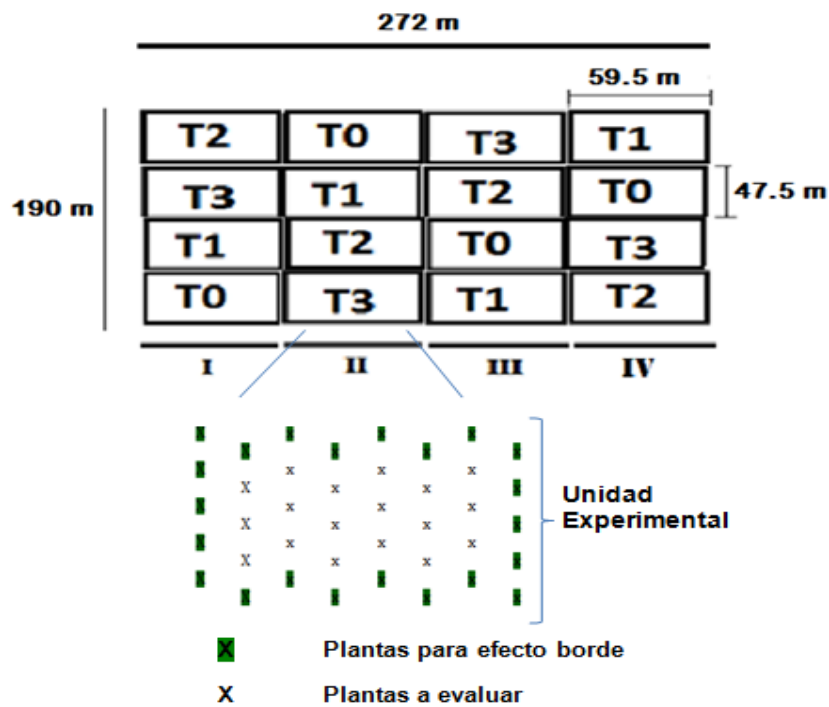


Grafico 1. Distribución del experimento de evaluación de la fertilización más eficiente para el primer año en palma aceitera, ubicado en Palmeras del Ecuador, 2014.

3.5.4 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Cuadro 12. Esquema del ADEVA para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos 2014.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamiento	3
Repetición	3
Error Experimental	9
Promedio:	
Coefficiente de Variación:	

3.5.5 Análisis Funcional

En los casos donde se encontró diferencias significativas en el análisis estadístico, se aplicó la prueba de Tukey al 5 % de significación.

3.6 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.6.1 Emisión foliar

Para el conteo del número de hojas que emitió desde el día del trasplante en campo, se señaló con pintura de color blanco el raquis de la última hoja diferenciada (hoja aproximadamente con el 75 % de sus folíolos desplegados, posterior a la flecha), los datos fueron tomados cada 60 días, contando el número de hojas emitidas a partir de la hoja pintada (Loor, 2008).

3.6.2 Largo de la hoja # 4

Se procedió a medir con un flexómetro en centímetros el largo de la hoja # 4, tomando para esta medición desde la intersección de la base peciolar, hasta el ápice de los folíolos más jóvenes, este procedimiento se realizó cada 60 días a partir del trasplante (Chávez, 2000).

3.6.3 Diámetro del estípite

Las mediciones fueron realizadas cada 60 días después de trasplante, para esta evaluación la como herramienta utilizada fue un calibrador pie de rey, por lo cual los datos obtenidos tuvieron como unidad de medida el milímetro (Loor, 2008).

3.6.4 Altura de la palma

La altura de la palma fue medida desde la base del estípote hasta el ápice de la hoja más larga, en cada una de las plantas que formaron parte de la evaluación, realizando esta medición cada 60 días, los valores están en cm, utilizando un flexómetro (Cevallos, 2008).

3.6.5 Índice de vigor relativo

Para esta medición se obtuvo el volumen en centímetros cúbicos, identificando la planta con mayor vigor de cada repetición y esta planta fue la referencia, 100 % para índice de vigor. Se obtuvo el índice del vigor de las plantas de la parcela experimental neta a los 8 meses de edad. Este dato se calculó con la siguiente fórmula establecida por el centro de investigaciones en Palma de aceite (Cevallos, 2008)

$$I.V = \frac{C^2}{4} \sqrt{H^2} \frac{L^2}{4}$$

Donde

IV = Índice de vigor

C = Circunferencia del estípote

H = Altura de planta

L = Diámetro de la corona foliar

Posteriormente se clasificó las plantas según Monar, citado por (Cevallos, 2008)

ÍNDICE DE VIGOR EN %	CLASIFICACIÓN
81 – 100	Muy vigorosa
61 – 80	Vigorosa
41 – 60	Medianamente vigorosa
21 – 40	Poco vigorosa

3.6.6 Peso fresco de biomasa del área foliar

Al culminar el ensayo se procedió a sacrificar dos palmas por tratamiento y por repetición al azar, para su respectivo cálculo de peso en fresco se procedió a diseccionar la planta debido a su tamaño, con esto se obtuvo toma de peso más precisa, los valores están dados en kilogramos (Loor, 2008).

3.6.7 Peso de materia seca en área foliar

Después de determinar el peso de la materia seca en área foliar, las palmas diseccionadas se colocaron en una estufa a 60 °C durante 24 horas, luego se determinó su respectivo peso seco. Cuando el porcentaje de humedad se encontró aproximadamente entre 1 al 3 %, los valores fueron obtenidos en kilogramos, ya que posterior al secado en la estufa se pesó el material seco en una balanza (Coto et al., 2002).

3.6.8 Peso raíces seco

De las mismas palmas que se realizó el peso de biomasa se procedió a lavar las raíces para liberar todo el suelo que queda en ellas al momento de retirarlas del campo, y para posteriormente secarlas en la estufa a 60 °C, durante 24 horas; luego se determinó su respectivo peso en kilogramos (Loor, 2008).

3.6.9 Análisis foliar

Se tomó una muestra de cuatro plantas por cada tratamiento, de estas plantas se utilizó cuatro folíolos de las hojas # 5, es decir se obtuvo cuatro submuestras; esto se realizó en las cuatro repeticiones que conformaron la investigación con la finalidad de determinar la cantidad de nutrientes presentes en las hojas a los diferentes niveles de fertilización al concluir la investigación.

3.6.10 Análisis económico

Se procedió a realizar una sumatoria de costos por cada tratamiento, tanto en insumos como en mano de obra y posteriormente se relacionó con la cantidad de biomasa seca obtenida de cada tratamiento. La comparación económica está dada en dólares por kilogramos de biomasa seca, es decir el costo que tiene cada kilogramo de materia seca, a partir de la fertilización.

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1 Ubicación del sitio

Se determinó un lugar con homogeneidad, con superficie plana, evitando los esteros, efluentes de agua que pueden influir en la investigación, la parcela designada tiene la denominación H11C, dentro de la División V de Palmeras del Ecuador.

3.7.2 Análisis de suelo inicial

Se tomó muestras de suelo, a diferentes profundidades, un análisis por cada tratamiento y repetición que conforman la investigación para conocer las características químicas del suelo, la cantidad de cada elemento nutritivo que se encuentra antes de la fertilización. Estas muestras fueron tomadas y analizadas por Agrocalidad-Granja Tumbaco, los resultados sirvieron para comparar desde el inicio si había marcadas diferencias nutricionales en el suelo, en los diferentes tratamientos y repeticiones.

3.7.3 Preparación del terreno

Se realizó una labor mecánica con un tractor acoplado con un arado cincel tridente, cuya función es romper la compactación del suelo en la línea de siembra evitando la remoción de la capa arable y daño directo a los microorganismos del suelo.

3.7.4 Trasplante

Para realizar el trasplante se procedió a balizar y ahoyar el lugar donde se ubicó cada una de las plantas, se designaron plantas del vivero listas para la siembra, material: HIB TT, código: 529J con progenitores conocidos y producidas en la misma empresa, la densidad de siembra fue de 8,5 m entre plantas y 9,5 m entre hileras.

3.7.5 Delimitación del área de estudio

Se delimitó el ensayo con rótulos, cada tratamiento y cada repetición de la investigación y de la misma forma los límites del área de la investigación, bajo el diseño DBCA.

3.7.6 Fertilización

Se realizó la fertilización, motivo de estudio según se determinó en el diseño experimental a cuatro niveles y con cuatro repeticiones, al fondo del hoyo al momento del trasplante.

Cuadro 13. Fertilización al hoyo realizada para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2014

Tratamiento	Fertilizante	Dosis (g)	Número de plantas	Total (kg)
	DAPHOS	250	160	40
T0	MgCO ₃	150	160	24
	Sal	150	160	24
T1	19-8-12-2	300	160	48
T2	19-8-12-2	400	160	64
T3	19-8-12-2	200	160	32

Fuente: Autor

Posteriormente, dos meses después del trasplante se realizó una segunda fertilización de compensación de nutrientes, mostrada en el cuadro 14.

Cuadro 14. Fertilización a los dos meses realizada para evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2014

Tratamiento	Fertilizante	Dosis (g)	Número de plantas	Total (kg)
T0	Urea	150	160	24
	Bórax	15	160	2,4
T1	Bórax	15	160	2,4
T2	Bórax	15	160	2,4
T3	Bórax	15	160	2,4

Fuente: Autor

3.4.7 Control de arvenses

El primer control de gramíneas fue realizado a machete, al mes con quince días del trasplante al campo, eliminando todas las arvenses que desarrollaron en el área de investigación, posteriormente a ese control se repitió cada 45 días, alternando el control químico con el control manual, principalmente en gramíneas por lo que se utilizó productos selectivos.

Cuadro 15. Productos utilizados para el control fitosanitario en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2014

Nombre comercial	Ingrediente activo	Tipo
Verdict	Haloxifop-R metil ester	II
Amina 6	2-4D Amina	II

Fuente: Autor

3.7.8 Control de plagas y enfermedades

Se realizó un manejo sanitario para el control de plagas y enfermedades en todo el ensayo a partir de monitoreos frecuentes, en el control químico, las aplicaciones fueron con bombas a motor de 20 litros de capacidad, los productos utilizados para el tratamiento están expuestos en el cuadro 16.

Cuadro 16. Productos utilizados para el control fitosanitario en evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2014

Nombre comercial	Ingrediente activo	Tipo
Metrala	Clorpirifos 24 %	III
Arpón	Endosulfan 20 % p/v Cipermetrina (60:40) 10 %.	II
Indicate	Coadyudante	

Fuente: Autor

3.7.9 Coronas o labor del metro

Se realizó labor del metro con machete y moto guadaña cada 45 días en todas las plantas del ensayo para evitar el crecimiento y desarrollo de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) sobre la planta de palma, generalmente hay problemas debido a que el kudzu es una enredadera agresiva que llega a causar asfixia a las palmas provocando malas formaciones en la planta e incluso retrasos en el crecimiento vegetativo, de la misma forma hay control de las arvenses que crecen en las coronas y afectan al desarrollo radicular de las palmas.

3.7.10 Análisis foliar

Al terminar la toma de datos de las variables en estudio se procedió a realizar un análisis foliar, para lo cual se tomó cuatro plantas como muestra en cada tratamiento y repetición, una vez identificadas las muestras y colocadas en fundas de papel se envió a Agrocalidad de Tumbaco para los análisis nutrimentales correspondientes y comparar entre los diferentes tratamientos los contenidos.

3.2.11 Toma de plantas para análisis final

Se procedió a tomar y erradicar del sitio de siembra a dos plantas por tratamiento y repetición, desde la raíz hasta las hojas para analizar el peso de las raíces, la cantidad en peso de materia fresca y materia seca.

Para la materia seca se utilizó el mismo material que se pesó para obtener el peso de la materia fresca; para este segundo objetivo se colocó en una estufa por 24 horas y se procedió a pesar y comparar.

Las raíces de las plantas atravesaron un proceso de lavado, secado y posteriormente pesado para realizar las comparaciones respectivas entre los diferentes tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Emisión foliar

El análisis de la varianza para la variable emisión foliar (Cuadro 17) a los 180 días del trasplante detectó diferencia estadística; mientras que a los 60 días, 120 días y 240 días después del trasplante, no detectó diferencias estadísticas para tratamientos.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable en campo abierto.

En las comparaciones ortogonales, no existió diferencia estadística entre el fertilizante de liberación controlada con la fertilización tradicional, pero a su vez indica que si hay diferencias significativas entre el T1 (19-8-12-2, 300 g) y T2 (19-8-12-2, 400 g) y también entre la comparación del T1 y T3 (19-8-12-2, 200 g).

Cuadro 17. Análisis de la varianza para la variable emisión foliar tomada cada dos meses en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		60 días	120 días	180 días	240 días
Total	15				
Tratamientos	3	0,032 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,506*	0,370 ^{ns}
19-8-12-2 vs. tradicional	1			0,118 ^{ns}	
T1 vs. T2	1			0,744*	
T1 vs. T3	1			1,320*	
Repeticiones	3	0,032	0,119	0,012	0,102
Error Experimental	9	0,030	0,050	0,026	0,145
Promedio (hojas.planta ⁻¹)		3,08	2,53	4,08	4,52
C.V (%)		5,63	8,79	3,92	8,42

Conforme al Cuadro 18, en la variable emisión foliar, hay dos rangos de significancia a los 180 días después del trasplante. En el primer rango el (T1 19-8-12-2, 300 g) con 4,60 hojas.planta⁻¹ emitida cada 2 meses y en el segundo el T2 (19-8-12-2, 400 g), T0 (Tradicional) y T3 (19-8-12-2, 200 g) con 4,0; 3,93; y 3,80; hojas.planta⁻¹ emitida cada 2 meses, respectivamente, mientras que no hay diferencia estadísticas a los 60, 120 y 240 días después del trasplante, es decir todos los tratamientos tuvieron una misma tendencia.

Según Martínez & Calvache (2006), obtuvieron un promedio de emisión foliar de 2,2 hojas.planta⁻¹ emitida por mes, mientras que (Rivadeniera, 2011) menciona que la palma híbrida emite 1,8 hojas.planta⁻¹ al mes, lo que corrobora que los datos generados en esta investigación están cercanos a los promedios de desarrollo vegetativo en esta variable.

Cuadro 18. Promedio y prueba de Tukey al 5 % de significancia para la variable emisión foliar tomada cada 2 meses en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbios. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios (hojas.planta ⁻¹)			
		60 días	120 días	180 días	240 días
T0	Tradicional	3,10	2,48	3,93 b	4,18
T1	19-8-12-2 (300 g)	3,20	2,70	4,60 a	4,78
T2	19-8-12-2 (400 g)	3,00	2,48	4,00 b	4,78
T3	19-8-12-2 (200g)	3,03	2,49	3,80 b	4,35

4.2 Largo de la hoja # 4

El análisis de la varianza para esta variable (Cuadro 19), a los 240 días del trasplante detectó diferencia estadística, mientras que a los 60 días, 120 días y 180 días después del trasplante, no detectó diferencias estadísticas para tratamientos.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable en campo abierto.

En las comparaciones ortogonales, no existió diferencia estadística entre el fertilizante de liberación controlada con la fertilización tradicional, de la misma forma entre el tratamiento T1 (19-8-12-2, 300 g) y T2 (19-8-12-2, 400 g), pero a su vez indican que existe diferencia estadística entre el T1 y el T3 (19-8-12-2, 200 g).

Cuadro 19. Análisis de la varianza para la variable largo de la hoja # 4 en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		60 días	120 días	180 días	240 días
Total	15				
Tratamientos	3	1,119 ^{ns}	2,930 ^{ns}	30,284 ^{ns}	69,826*
19-8-12-2 vs. tradicional	1				27,000 ^{ns}
T1 vs. T2	1				18,601 ^{ns}
T1 vs. T3	1				176,722*
Repeticiones	3	15,255	2,921	3,607	5,839
Error Experimental	9	11,554	10,340	26,874	18,068
Promedio (cm.hoja #4 ⁻¹)		117,92	117,54	121,71	145,00
C.V (%)		6,88	9,74	4,26	7,93

En el Cuadro 20, para la variable largo de la hoja # 4, hay dos rangos de significancia a los 180 días después del trasplante. Dentro del primer rango el T1 (19-8-12-2 300 g), luego T2 (19-8-12-2, 400 g) y T0 (Tradicional) con 149,98; 146,73 y 142,75 cm de largo de la hojas # 4, respectivamente y en el segundo el T3 (19-8-12-2, 200 g) con 140 cm de largo de la hoja # 4, mientras que no se detectó diferencia estadísticas a los 60, 120 y 240 días después del trasplante.

Cuadro 20. Promedio y prueba de Tukey al 5 % de significancia para la variable largo de la hoja # 4 en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios (cm.hoja#4 ⁻¹)			
		60 días	120 días	180 días	240 días
T0	Tradicional	117,81	116,50	119,80	142,75 ab
T1	19-8-12-2 (300 g)	117,68	117,28	124,65	149,98 a
T2	19-8-12-2 (400 g)	117,69	117,52	123,43	146,73 ab
T3	19-8-12-2 (200g)	118,50	118,85	124,65	140,58 b

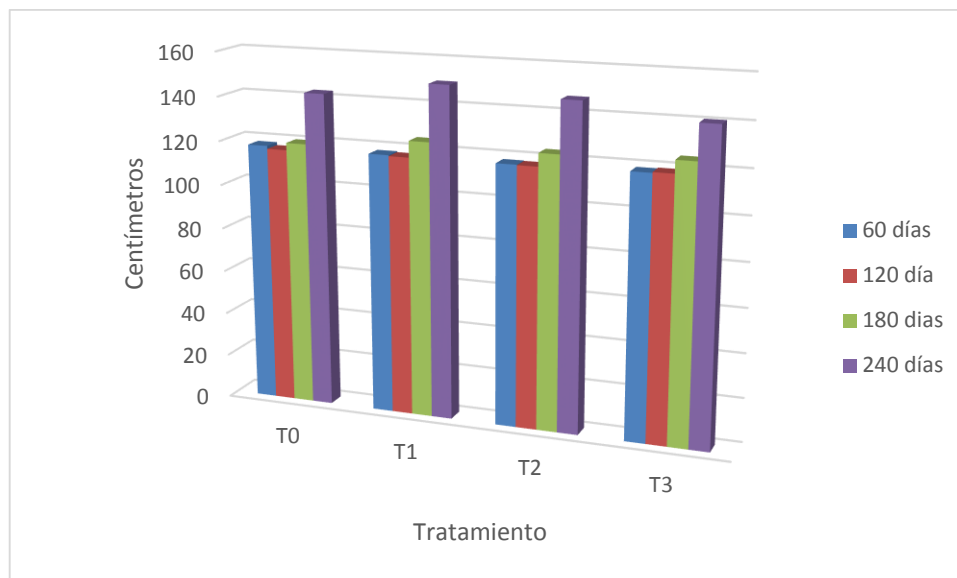


Gráfico 2. Largo de la hoja # 4 en plantas de cuatro niveles de fertilización. Shushufindi, Sucumbios. 2015

4.3 Diámetro del estípite

El análisis de la varianza para el diámetro del estípite (Cuadro 21) determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos, ni en las repeticiones a lo largo de la investigación.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable en campo abierto.

Cuadro 21. Análisis de la varianza para la variable diámetro del estípite en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		60 días	120 días	180 días	240 días
Total	15				
Tratamientos	3	0,937 ^{ns}	0,784 ^{ns}	1,952 ^{ns}	2,434 ^{ns}
Repeticiones	3	3,412	1,462	0,755	0,688
Error Experimental	9	0,930	0,735	2,731	2,006
Promedio (mm)		73,244	85,488	98,100	111,013
C.V (%)		12,32	9,00	10,68	11,28

En el Cuadro 22, los resultados obtenidos a los 60, 120 y 240 días después del trasplante no detecta diferentes rangos de significancia estadística, es decir todos los tratamientos en evaluación tuvieron una misma tendencia.

Al igual que Corley & Tinker (2009), no se halló diferencia entre los tratamientos a corto tiempo de desarrollo en esta variable, mientras que (Hormaza , Ferero, Ruiz, & Romero, 2010) menciona que, hasta el primer año, la palma de aceite engrosa su base sin observarse ningún crecimiento significativo, pero, al exponer un tratamiento sin riego y otros con riego si hay diferencias.

Cuadro 22. Promedio de la variable diámetro del estípito en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios (cm de diámetro.planta ⁻¹)			
		60 días	120 días	180 días	240 días
T0	Tradicional	72,98	85,65	98,50	110,98
T1	19-8-12-2 (300 g)	73,90	85,98	98,85	111,78
T2	19-8-12-2 (400 g)	73,30	85,40	97,73	111,35
T3	19-8-12-2 (200g)	73,80	84,93	98,85	109,95

4.4 Altura de la planta

El análisis de la varianza para esta variable (Cuadro 23), determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos, ni en las repeticiones a lo largo de la investigación.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable en campo abierto.

Cuadro 23. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		60 días	120 días	180 días	240 días
Total	15				
Tratamientos	3	4,789 ^{ns}	5,844 ^{ns}	6,324 ^{ns}	35,531 ^{ns}
Repeticiones	3	27,048	29,296	32,752	36,852
Error	9	10,532	14,191	16,369	29,380
Experimental					
Promedio (cm)		146,74	160,43	175,93	189,66
C.V (%)		12,21	2,35	8,80	10,21

En el Cuadro 24, los resultados obtenidos a los 60, 120, 180 y 240 días después del trasplante, se puede identificar que no existe significancia estadística para ningún tratamiento a lo largo de la investigación, todos los niveles de fertilización aplicados reaccionaron de la misma forma para esta variable.

Cabe destacar que Hernández & Abarca Faria (2011), señalan que no observaron diferencias estadísticas hasta los 12 meses del trasplante en su investigación con bio fertilizantes, caso similar en este estudio, realizado hasta los 8 meses.

Cuadro 24. Promedio de la variable altura de la planta en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios (cm de altura. planta ⁻¹)			
		60 días	120 días	180 días	240 días
T0	Tradicional	147,28	160,18	175,48	187,25
T1	19-8-12-2 (300 g)	145,43	159,83	175,38	191,43
T2	19-8-12-2 (400 g)	147,93	162,20	177,80	194,00
T3	19-8-12-2 (200g)	146,33	159,53	175,08	188,45

4.5 Índice de vigor relativo

El análisis de la varianza para el índice de vigor (Cuadro 25), determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos, ni en las repeticiones al finalizar la investigación.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable en campo abierto.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable índice de vigor relativo en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbios. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios 240 días
Total	15	
Tratamientos	3	33,737 ^{ns}
Repeticiones	3	57,412
Error Experimental	9	11,971
Promedio (%)		53,394
C.V (%)		6,09

En el Cuadro 26, los resultados obtenidos a los 240 días después del trasplante, se puede identificar que no existe significancia estadística en ningún tratamiento, todos los niveles de fertilización aplicados reaccionaron de la misma forma para esta variable.

Consecuentemente, al no tener diferencias estadísticas en las variables utilizadas para el cálculo y que expresan mayor vigor (emisión foliar, diámetro de estípite y altura de planta), no se obtiene diferencias estadísticas en el índice de vigor relativo.

Cuadro 26. Promedio de la variable índice de vigor relativo en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios % de vigor	Rango
T0	Tradicional	49,9	Medianamente vigorosa
T1	19-8-12-2 (300g)	54,4	Medianamente vigorosa
T2	19-8-12-2 (400g)	56,80	Medianamente vigorosa
T3	19-8-12-2 (200g)	52,40	Medianamente vigorosa

4.6 Peso fresco de biomasa del área foliar

El análisis de la varianza para esta variable (Cuadro 27), determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos, ni en las repeticiones de la investigación.

Según González (2010), el coeficiente de variación registrado valida los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable.

Cuadro 27. Análisis de la varianza para la variable peso fresco de biomasa del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios 240 días
Total	15	
Tratamientos	3	0,718 ^{ns}
Repeticiones	3	0,745
Error Experimental	9	0,383
Promedio (kg.planta ⁻¹)		5,60
C.V (%)		11,06

En el Cuadro 28, los resultados obtenidos al final de la investigación, a los 240 días después del trasplante no presentan significancia estadística con respecto a los tratamientos en evaluación, todos los niveles de fertilización aplicados reaccionaron de la misma forma para esta variable.

Al no demostrarse diferencias estadísticas en las variables de desarrollo, emisión foliar (Cuadro 17), diámetro de estípite (Cuadro 21) y altura de planta (Cuadro 23) y en el vigor relativo calculado (Cuadro 25), los resultados obtenidos para esta variable es el esperado.

Cuadro 28. Promedios de la variable peso fresco de biomasa fresca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios kg.planta ⁻¹ 240 días
T0	Tradicional	5,58
T1	19-8-12-2 (300 g)	6,08
T2	19-8-12-2 (400 g)	5,70
T3	19-8-12-2 (200g)	5,05

4.7 Peso de materia seca en área foliar

El análisis de la varianza para la variable peso de materia seca en área foliar (Cuadro 29), a los 240 días del trasplante, ya culminada la investigación detectó diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable.

En las comparaciones ortogonales, no existió diferencia estadística entre el fertilizante de liberación controlada con la fertilización tradicional, al igual que entre el T1 (19-8-12-2, 300 g) y T2 (19-8-12-2, 200 g), pero a su vez indica que existe diferencia estadística entre el T1 y T3 (19-8-12-2, 200 g).

Cuadro 29. Análisis de la varianza para la variable peso de materia seca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios 240 días
Total	15	
Tratamientos	3	0,417*
19-8-12-2 vs. tradicional	1	0,227 ^{ns}
T1 vs. T2	1	0,020 ^{ns}
T1 vs. T3	1	0,845*
Repeticiones	3	0,005
Error Experimental	9	0,052
Promedio (kg.planta ⁻¹)		2,53
C.V (%)		8,92

Conforme al Cuadro 30, los resultados obtenidos al final de la investigación, es decir, a los 240 días después del trasplante se detectaron tres rangos de significancia. En el primer rango el T1 (19-8-12-2, 300 g) y T2 (19-8-12-2, 400 g) con 2,85 y 2,75 kg de materia seca.planta⁻¹ respectivamente, el segundo rango ocupa el T0 (Tradicional) y el tercer rango el T3 (19-8-12-2, 200 g) con 2,30 y 2,20 kg de materia seca.planta⁻¹, en el orden antes mencionado.

Cuadro 30. Promedios y prueba de Tukey al 5 % de significancia en la variable peso de materia seca del área foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios 240 días
T0	Tradicional	2,30 bc
T1	19-8-12-2 (300 g)	2,85 a
T2	19-8-12-2 (400 g)	2,75 ab
T3	19-8-12-2 (200g)	2,20 c

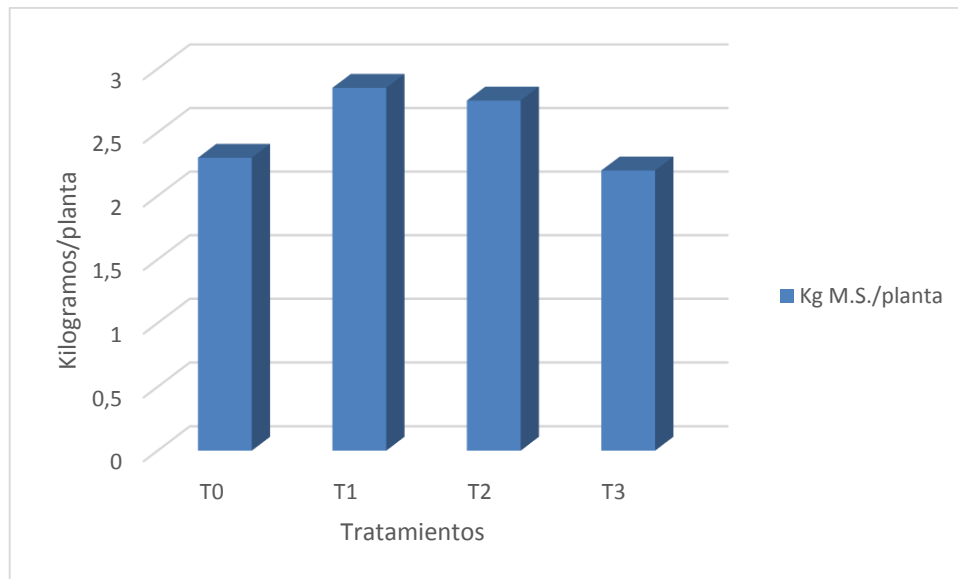


Gráfico 3. Peso de materia seca del área foliar de cuatro niveles de fertilización. Shushufindi, Sucumbíos. 2015

4.8 Peso de raíces seco

El análisis de la varianza para esta variable (Cuadro 31), determinó que no existe diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, ni en las repeticiones de la investigación.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable.

Cuadro 31. Análisis de la varianza para la variable peso de raíces seco en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios 240 días
Total	15	
Tratamientos	3	0,014 ^{ns}
Repeticiones	3	0,072
Error Experimental	9	0,056
Promedio (kg.planta ⁻¹)		0,62
C.V (%)		25,14

En el Cuadro 32, los resultados obtenidos, a los 240 días después del trasplante no presentan significancia estadística para la variable peso de raíces seco. Por lo tanto, todos los tratamientos en evaluación reaccionaron de la misma forma para esta variable.

Según Reyes, Bastidas, & Peña (1997), el peso de las raíces en seco para el primer año en palma africana es de 0,55 hg.planta⁻¹, este dato nos indica que todos los tratamientos evaluados están dentro del rango promedio en cuanto a esta variable.

Cuadro 32. Promedios de la variable peso de raíces seco en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Promedios kg.planta ⁻¹ 240 días
T0	Tradicional	0,68
T1	19-8-12-2 (300 g)	0,60
T2	19-8-12-2 (400 g)	0,58
T3	19-8-12-2 (200g)	0,63

4.9 Análisis foliar

El análisis de la varianza para el contenido nutrimental a través del análisis foliar (Cuadro 33), determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los tratamientos de la investigación.

Según González (2010), los coeficientes de variación registrados, validan los resultados obtenidos en los cálculos estadísticos para esta variable.

Cuadro 33. Análisis de la varianza para el contenido nutricional a través del análisis foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos.2015

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Total	15				
Tratamientos	3	0,030 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,0025 ^{ns}
Repeticiones	3	0,082	0,0024	0,0454	0,0029
Error Experimental	9	0,106	0,0016	0,0031	0,0030
Promedio		2,375	0,150	0,920	0,181
C.V (%)		13,72	27,22	6,02	30,16

En el Cuadro 34, los resultados obtenidos en el análisis foliar a los 240 días después del trasplante, se puede identificar que no existe significancia estadística para los diferentes tratamientos en investigación.

Todos los niveles de fertilización aplicados reaccionaron de la misma forma para cada uno de los elementos nutritivos valorados en esta variable.

Según Cevallos & Calvache (2008), por ser el análisis a los 8 meses, no se observa significancia estadística en el área foliar, los resultados se verían un plazo mayor al establecido.

Cuadro 34. Promedios de la variable análisis foliar en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos.

Tratamiento	Detalle	Promedios			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
T0	Tradicional	2,50	0,15	0,92	0,18
T1	19-8-12-2 (300 g)	2,35	0,14	0,96	0,22
T2	19-8-12-2 (400 g)	2,30	0,20	0,86	0,17
T3	19-8-12-2 (200g)	2,35	0,12	0,95	0,16

4.10 Análisis económico

Según el Cuadro 35, se puede observar que el tratamiento más económico en cuanto a relación Materia seca-Costo es el T3 (19-8-12-2, 200g), seguido del T1 (19-8-12-2, 300 g), T0 (Tradicional) y por último como el de mayor costo está T2 (19-8-12-2, 400 g).

Cuadro 35. Costo de cada tratamiento en la evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). Shushufindi, Sucumbíos. 2015

Tratamiento	Detalle	Materia seca	
		kg.planta ⁻¹	US \$/kg
T0	Tradicional	2,30	0,56
T1	19-8-12-2 (300 g)	2,85	0,50
T2	19-8-12-2 (400 g)	2,75	0,68
T3	19-8-12-2 (200g)	2,20	0,43

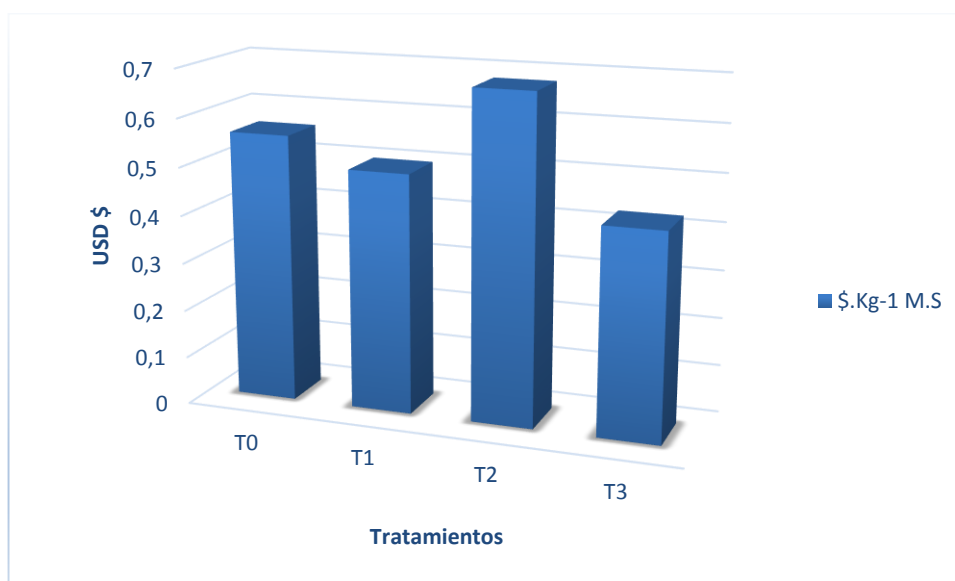


Gráfico 4. Costo por kilogramo de materia seca en plantas de cuatro niveles de fertilización. Shushufindi, Sucumbíos. 2015

5. CONCLUSIONES

Todos los tratamientos presentaron uniformidad estadística en cuanto a las variables que reflejan mayor vigor o potencial futuro de rendimiento (emisión foliar, diámetro del estípote, altura de la planta, índice de vigor relativo, peso de biomasa en fresco del área foliar, peso de las raíces secas y el análisis foliar), por lo anterior, cualquiera de las fórmulas de fertilidad propuestas pueden ser utilizadas para el primer año en palma aceitera híbrida.

Entre los tratamientos evaluados, la fórmula de menor costo fue el T3 (19-8-12-2, 200 g), por la cantidad de producto utilizado, pero a su vez fue como la menos eficiente en el desarrollo de la palma africana en los primeros ocho meses en campo, por lo que, relacionando el costo del tratamiento con la eficiencia en el desarrollo vegetativo, se tiene que el T1 (19-8-12-2, 300 g) es evidentemente el tratamiento más económico en relación a los demás tratamientos de esta investigación.

6. RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista económico, en cuanto a relación costo/beneficio, tomando como referencia el costo de la fertilización/peso de materia seca del área foliar, como también las consideraciones ambientales, debe utilizarse el T1 (19-8-12-2, 300 g) para el primer año en campo de la palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*), aplicando este insumo al fondo del hoyo en el trasplante al campo.

En este estudio el tiempo fue un factor limitante, por lo que posteriormente se debería realizar un análisis foliar al año completo de establecido el cultivo en el campo ya que se evidenció que las plantas sometidas a fertilización de liberación controlada (19-8-12-2) conservan gran cantidad de producto entre sus raíces a los ocho meses que concluyó esta investigación.

7. RESUMEN

En la actualidad, el cultivo de palma africana es uno de los principales cultivos del país debido además de los múltiples usos de esta planta a su uso como biocombustible. Este cultivo está principalmente en la provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo y, al oriente Sucumbíos y Orellana (Muñoz, 2012).

Entre los años 2000 al 2012, la producción nacional de palma africana en el Ecuador aumentó en 114 %, debido principalmente a la creciente demanda internacional de este producto y al incremento en los precios internacionales. En el censo del año 2000 se reportó una producción de 1,24 millones de toneladas y en la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) creció a 2,65 millones de toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 8,26 %.

La palma africana o aceitera (*Elaeis guineensis*) es un cultivo de alto consumo de nutrientes por su desarrollo vegetativo y su alto potencial de producción de fruta y aceite, por lo cual los palmicultores realizan las fertilizaciones sin un previo análisis de suelo, realizando en algunos casos una inadecuada aplicación de fertilizantes desde la siembra. (Bernal, 2002).

Por otra parte, los fertilizantes convencionales aunque aplicados en condiciones óptimas, normalmente logran menos del 50 % del índice de eficiencia. Esto inutiliza a los residuos de fertilizantes sobre la superficie del suelo, también se añade esto que en altas precipitaciones se lixivian de forma fácil, de igual forma se dispersan en la atmosfera por volatilización alta, más aún a elevadas temperaturas ocasionando liberación de gas de efecto invernadero. Esto significa que a nivel global, pérdidas y también la degradación del ambiente (Agrinos, 2010).

El objetivo del fertilizante de liberación controlada es maximizar el potencial genético de las plantas en las condiciones prevalentes en el país, en cuanto a requerimientos de N, P, K y Mg, para lograr máximos rendimientos de producción y disminuir costos al reducir las labores agrícolas como mano de obra por aplicaciones, además de reducir en forma importante el daño ambiental que comúnmente causa la aplicación de insumos en la agricultura en general, por excesos o por volatilización, etc. (Agrociencias, 2010).

Por lo mencionado anteriormente se considera necesario la evaluación de la fórmula más eficiente y rentable del fertilizante de liberación controlada, para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*), para optimizar el desarrollo en Palmeras del Ecuador, cantón Shushufindi, que es una zona netamente palmicultora, con grandes

extensiones sembradas y en crecimiento permanente, esta investigación buscó el beneficio en general tanto económico como ambiental.

La variedad es un híbrido interespecífico O x G (*Elaeis oleífera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé), que ha demostrado alta resistencia a las enfermedades de América Latina. Esta variedad se caracteriza por tener entre 20 a 25 cm de crecimiento en altura anual, se realiza la primera cosecha a los 30 meses, con una tasa de extracción de aceite en planta extractora del 22 % y una producción de racimos en la edad adulta de 27-33 t.ha.año⁻¹, llegando a producir en edad adulta racimos con un promedio mayor a 20 kg y además posee muy alta resistencia a las distintas formas de Pudrición del Cogollo. Resistencia parcial a Marchitez letal (Loor, 2008)

La presente investigación fue realizada en Shushufindi, provincia de Sucumbios, exactamente en Palmeras del Ecuador. Utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos.

Las variables medidas en esta investigación fueron: emisión foliar, que consistió en contabilizar el número de hojas que emitió desde el día del trasplante en campo, se midió el largo de la hoja # 4 en centímetros a partir del trasplante, otra variable fue el diámetro del estípite utilizando un calibrador pie de rey, por lo cual los datos están dados en milímetro, se midió también la altura de la palma en cm, todas estas mediciones fueron realizadas cada 60 días a partir del trasplante

Una vez culminada la investigación, se procedió a calcular otras variables como el índice de vigor por cada tratamiento, esto tomado en volumen de las plantas en estudio y luego pasado a una categorización; se erradicaron palmas del sitio estudio para el cálculo del peso de la biomasa fresca en kg.planta⁻¹. Las mismas plantas se utilizaron en las variables como el peso de materia seca y el peso de raíces en seco, para calcular estos dos parámetros se sometieron las muestras en una estufa a 40 ° durante 24 horas y los resultados están dados en kg.planta⁻¹.

Consecuentemente, se tomó una muestra foliar de cada tratamiento y se hizo un respectivo análisis nutricional a través de Agrocalidad y finalmente un análisis económico para determinar el tratamiento más económico en relación al costo y la eficiencia.

Se evaluaron durante ocho meses, en campo, tres formulaciones o dosis, con 300, 400 y 200 g.planta⁻¹ de fertilizante de liberación controlada (19-8-12-2) y se comparó con la fórmula convencional (testigo), obteniendo como conclusión que todos los tratamientos reaccionaron de la misma manera en el desarrollo vegetativo, en cuanto a las variables en estudio.

Entre los tratamientos evaluados, la fórmula de menor costo es el T3 (19-8-12-2, 200g), por la cantidad de producto utilizado, pero a su vez fue la menos eficiente en el desarrollo de la palma africana en los primeros ocho meses en campo, por lo que, relacionando el costo del tratamiento con la eficiencia en el desarrollo vegetativo, tenemos que el T1 (19-8-12-2, 300g) es evidentemente el tratamiento más económico en relación a los demás tratamientos de esta investigación.

Desde el punto de vista económico, en cuanto a relación costo/beneficio, tomando como referencia el costo y el peso de materia seca del área foliar, como también tomando consideraciones ambientales se debe utilizar el T1 (19-8-12-2 300g) para el primer año en campo de la palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera x Elaeis guineensis*).

Se debe realizar un análisis foliar al año completo de establecido el cultivo en el campo ya que se evidenció que las plantas sometidas a fertilización con (19-8-12-2) conservan gran cantidad de producto entre sus raíces a los ocho meses que concluyó esta investigación.

8. SUMMARY

At present, the cultivation of oil palm is one of the country's major crops also because of the multiple uses of this plant for use as biofuel. It is grown mainly on the provinces of Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo and eastward Sucumbios and Orellana (Muñoz, 2012).

Between 2000 to 2012, national production of oil palm in Ecuador increased by 114%, mainly due to growing international demand for this product and the increase in international prices. In the census of 2000 production of 1.24 million tons and the survey of 2012 (SPACE-INEC) reported increased to 2.65 million tonnes, registering an average annual growth rate of 8.26% .

African or oil palm (*Elaeis guineensis*) is a crop for high consumption of nutrients by their vegetative growth and high production potential of fruit and oil palm growers so fertilizations made without prior analysis of soil and can be being made improper application of fertilizers from planting. (Bernal, 2002).

Moreover, although conventional fertilizers applied in optimal conditions, typically less than 50% achieve efficiency index. This disables the fertilizer residues on the soil surface, you can also add to this that in high rainfall leach easily, equally dispersed in the atmosphere by volatilization, even at elevated temperatures causing gas release greenhouse. This means that globally, economic losses as well as environmental degradation (Agrinos, 2010).

The objective of controlled release fertilizer is to maximize the genetic potential of plants in the conditions prevailing in the country, in terms of requirements of N, P, K and Mg, to achieve maximum production yields and lower costs by reducing farming as labor by applications in addition to substantially reduce the environmental damage that commonly cause the application of inputs in agriculture in general, excess or volatilization, etc (Agrociencias, 2010).

The variety is an interspecific hybrid O x G (*Elaeis oleifera* Coari x *Elaeis guineensis* Lamé), which has shown high resistance to disease in Latin America. This variety is characterized by between 20-25 cm high annual growth in the first harvest at 30 months is performed with an extraction rate of oil extraction plant 22% and a bunch production in adulthood 27-33 t.ha.año⁻¹, reaching adulthood occur in clusters with a higher average 20 kg and also has very high resistance to various forms of Bud Rot. Spots partial resistance, lethal wilt (Loor, 2008)

This research was conducted in Shushufindi, Sucumbíos province, exactly Palmeras del Ecuador. Using a design randomized complete block with four replications and four treatments.

The variables measured in this investigation were several, including leaf emission, which consisted of counting the number of sheets issued from the day of transplantation field, the length of the blade # 4 in inches measured from the transplant, other variable was the stipe diameter using a caliper gauge, so the data are given in mm, the height of the palm cm was also measured, these measurements were performed every 60 days from transplanting

Upon completion of the investigation, we proceeded to calculate other variables such as the rate of force per treatment, this volume taken from plants under study and then passed to a categorization; palms des site study to calculate the weight of the fresh biomass kg.plant^{-1} were eradicated. The same plants were used in the variables as weight of dry matter and root dry weight to calculate these parameters submitted samples in an oven at 40 0 for 24 hours and the results were given in kg.planta^{-1} .

Consequently, a leaf sample from each treatment was taken and became a respective nutritional analysis through Agrocalidad and finally an economic analysis to determine the most economical treatment in relation to cost and efficiency.

Formulations or three doses were tested for eight months in the field, with 300, 400 and 200 g.planta^{-1} controlled release fertilizer (19-8-12-2) and compared to the standard formula (control) obtaining the conclusion that all treatments reacted the same way in the vegetative development in terms of the variables under study.

Between the treatments evaluated, lower-cost formula is the T3 (19-8-12-2 200g), the amount of product used, but in turn was found to be the least efficient in the development of African palm in the first eight months in the field, so that the cost of treatment relating to efficiency in the vegetative development, we have T1 (19-8-12-2 300g) is obviously the most economical treatment in relation to other treatments this research.

From the economic point of view, in terms of cost / benefit, by reference to the cost and weight of dry matter of leaf area, as well as taking environmental considerations must use the T1 (19-8-12-2 300g) for the first year in the field of hybrid oil palm (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*).

You must make a foliar analysis to the full year of crop establishment in the field since it was shown that plants subjected to fertilization Sumicoat I keep lots of product between its roots to the eight months ending this investigation.

9. REFERENCIAS

- Agrinos. (08/06/2014). *Agrinos.com*. Disponible en URL: http://int.agrinos.com/es/Mejora_la_eficiencia_mineral_del_fertilizante [consulta 08 de Mayo del 2015]
- Agrociencias. (30/05/2014). *Agritec.com*. Disponible en URL: http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/auspiciante_secundario/agrociencias/resentacionsumicoatbaja.pdf [consulta 08 de Mayo del 2015]
- Australian Journal of Plant Physiolog (1989). *Free amino acid concentrations in leaves of sodium-deficient C4*. Australia: Grof, C., Johnston, M., & Brownell, P.
- Bernal, G. (2002). *Consideraciones prácticas sobre la nutrición de la Palma de aceite*. Ecuador: El palmicultor, 21, pp. 14-20
- Borrero, C. A. (2007). *Fertilización en el cultivo de Palma de aceite*. España: Editores científicos.
- Cevallos , G., & Calvache , M. (2008). *Evaluación de diferentes relaciones de ca, mg y k en palma aceitera (Elaeis guineensis Jac.) bajo condiciones de riego y sin riego*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de ingeniero Agrónomo. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Chávez , F., & Rivadeneira, J. (2003). *Manual del cultivo de Palma Africana (Elaeis guineensis)*. Quito: Pasquel Producciones
- Córdova, A. (2009). *Fertilización con N-P-K en plantaciones de palma aceitera (Elaeis guineensis)*. Mexico: Chiapas.
- Corley, R., & Tinker, P. (2009). *La palma de aceite*. Colombia: Bogotá, Fedepalma.
- Curt, M. D. (2010). *Nutrición mineral y Fertilización*. España: Barcelona. Océano.
- DANE. (2008). *Estimación e interpretación del coeficiente de variación*. Colombia: Bogotá. CANDANE
- Donough, C. (2008). *Manejo de la fertilización y nutrición de la palma aceitera*. Informaciones agronómicas. Ecuador: Santo Domingo, 11, pp 1-16
- Durán, N. (2000). *Manejo de la Fertilización en palma aceitera*. Costa Rica: ASD Costa Rica
- Durán, N., & Salas, R. (2007). *Nutrición y fertilización en palma aceitera*. Colombia: Bogotá, Fedepalma.
- ECURED. (26/02/2015). *ECUARED-Fertilización convencional*. disponible en URL: http://www.ecured.cu/index.php/Fertilizante_qu%C3%ADmico [consulta 08 de Mayo del 2015]

Espinoza, E. (28/02/2015). *Importancia del boro en el cultivo de palma africana*. disponible en URL: <http://www.revistaelagro.com/2012/11/14/importancia-del-boro-en-el-cultivo-de-palma-africana/> [consulta 08 de Mayo del 2015]

Fairhurst, T., & Hardter, R. (2003). *Management for large and sustainable yield*. Singapore: Editorial.

González Bahamonde, G. (2010). *Métodos estadísticos y principios de diseño experimental*. Quito: Universitaria.

Hernández, A., & Abarca Faria. (2011). *Bio fertilización del cultivo de la palma aceitera*. Venezuela: Ediciones Maracaibo.

Hormaza, P.; Ferero, D.; Ruiz, R., y Romero, H. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)*. Colombia: Bogota. Centro de Investigación de Palma de Aceite (Cenipalma).

Infoagro. (06/01/2015). *Infoagro.com*. disponible en URL: http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm [consulta 08 de Mayo de 2015]

Infofos. (02/02/2015). *Infofos.org*. disponible en URL: <http://www.infofos.org/ppiweb/Itamn.nsf> [consulta 08 de Mayo de 2015]

Kass, D. (2006). *Nutrimientos en plantas y fertilidad de suelos*. Costa Rica: Editorial EUNED.

Kee, K., & Goh, K. J. (2006). *Efficient fertilizer management for higher productivity and sustainability in oil palm production*. Kuala: Lumpur.

Larez, C. R. (2003). *Traducción del: Agricultural field manual Oil Palm (Elaeis guineensis) Fondos para la investigación de Palma*

Lastra, O. (20 de 10 de 2004). *Sodio en plantas de palma aceitera*. Barcelona.España: El Zamuro, 21, pp. 18

Loor, J. (2008). *Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis) para optimizar el desarrollo en Palmeras del Ecuador*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazónica. Shushufindi, Ecuador.

Martínez, O., & Calvache, M. (2006). *Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (Elaeis guineensis. Jacq) de diferentes orígenes, Santo Domingo - Pichincha*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de ingeniero Agrónomo. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

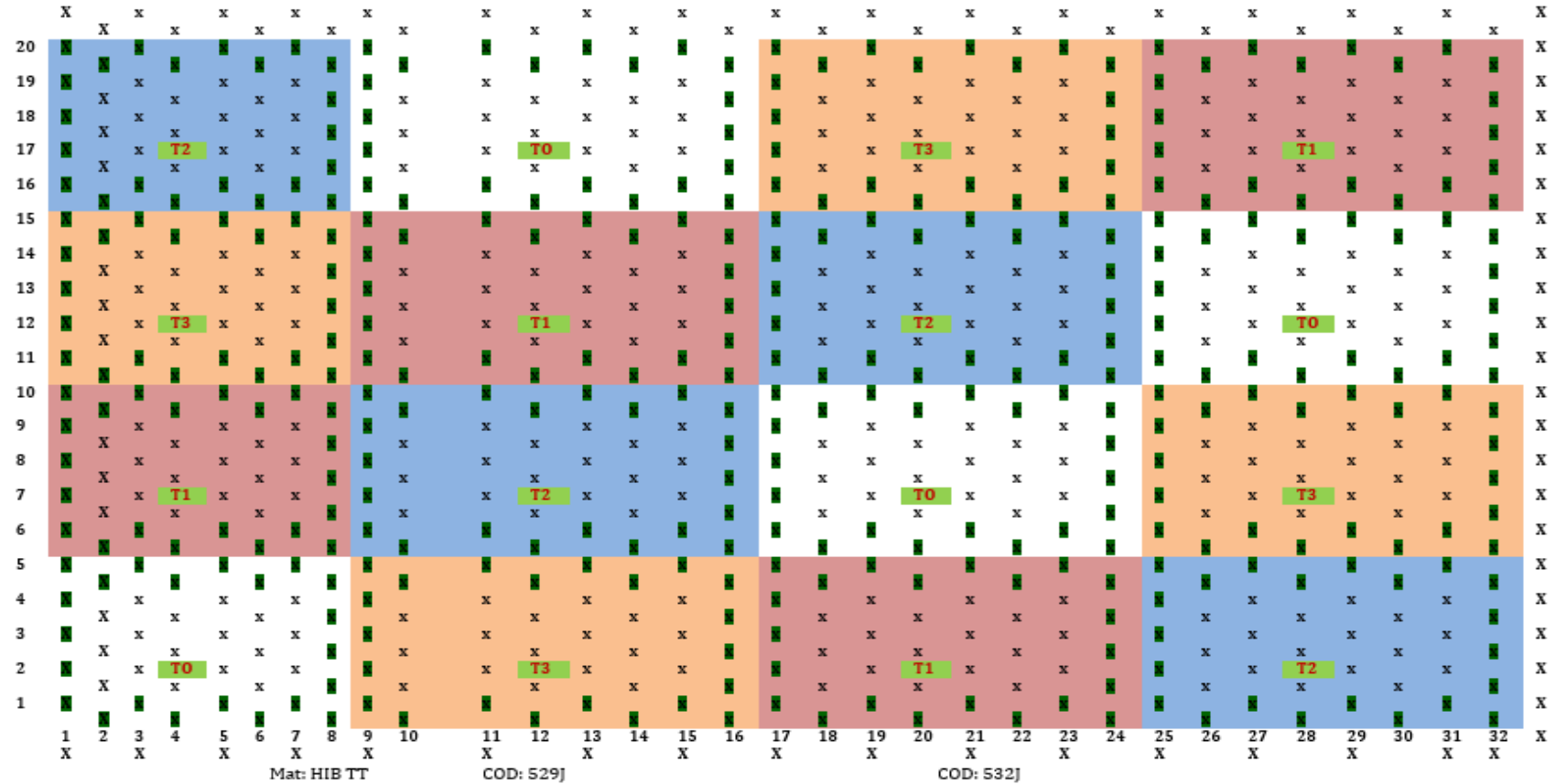
- Mengel, R., & Kirkby, E. A. (2000). *Principios de la nutrición vegetal*. 4ta edición. Switzerland: Internacional Potash Institute. Basel.
- Mite, Carrillo, F., y Espinosa, M. (2002). *Efecto del manejo del cultivo y fertilizantes en el uso eficiente del Nitrógeno en Palma de Aceite*. *El palmicultor*, 12, pp.17-19
- Morillo, R. (19/02/2015). *SINAGAP*. disponible en URL:
http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/palma_africana.pdf [consulta 08 de Mayo del 2015]
- Muñoz, A. (23/01/2015). *Agrytec.com*. disponible en URL:
http://www.agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=3468:palma-africana-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43 [consulta 08 de Mayo del 2015]
- Mutert, E. W. (2001). *La palma aceitera, el cultivo dorado del trópico*. México: *Informaciones Agronómicas*, 29, pp. 9-27
- Navarro, G., & Navarro, S. (2003). *Química Agrícola*. México: Mundi-Prensa.
- Oliveira, J. S. (2006). *Productividade de óleo de palma na cultura do dende na amanonia oriental: influencia do clima e do material genético*. Vicosa: Universidad Federal.
- Owen, E. (1995). *Fertilización en palma aceitera*. Costa Rica: Palmas.
- Palma-López, D. J., & Cisneros, D. (2007). *Suelos de tabasco: Uso y manejo sustentable*. México: Villahermosa. Fundación Produce.
- Plant Science. (21/02/2015). *College of Agricultural Sciences*. disponible en URL:
<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CC8QFjAF&url=http%3A%2F%2Fplantscience.psu.edu%2Fresearch%2Fflabs%2Ffruits%2Fmethods%2Fmetodologia-de-investigacion%2Fobservando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plant> [consulta 08 de Mayo del 2015]
- Raven, P., Evert, R., & Eichhorn, S. (10 de Diciembre de 1999). *Captación y transporte de nutrientes en plantas*. *Biología de las plantas*. México: Reverté, 4, pp 26.
- Reyes, R., Bastidas, S., & Peña, E. (1997). *Distribución del sistema radical en palma de aceite (Eleais guineensis) en Tumaco*, Colombia: Tumaco. Palmas.
- Rivadeniera, G. (2011). *Evaluación inicial del comportamiento de híbridos interespecíficos (E. oleífera x E guineensis J.) de palma aceitera de diferentes orígenes en la zona de Santo Domingo*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de ingeniero Agrónomo. Escuela Superior del Ejército. Sede Santo Domingo. Ecuador.

SICA-MAG. (09/12/2014). *Dirección General de Riesgos y Estudios, Dirección de investigaciones*. disponible en URL:
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/ANALISIS> [consulta 08 de Mayo del 2015]

Tarmizi, A. M., & Mohd, T. D. (2006). *Nutrient demandas of oil palm plante don inland soils of Malasia*. Palm oil Board, Malasia: Gateway, 3, pp.21


10. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del ensayo



T0=TRADICIONAL	T1= 300g SUMICOAT I	T2= 400g SUMICOAT I	T3= 200g SUMICOAT I
----------------	---------------------	---------------------	---------------------

Anexo 2. Reporte de Análisis de suelo inicial de cada tratamiento y repetición, Sucumbíos, 2014.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F001
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E14-235
 Fecha emisión Informe: 11/07/2014

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Diego Villegas

Dirección: Oriental y Juan Montalvo

Provincia: Sucumbíos

Cantón: Shushufindi

Teléfono: 0939185475

Correo Electrónico: diegvj@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-14-DSL-0860

N° Factura/Documento: 17705

DATOS DE LA MUESTRA:


Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo:		
Provincia: Sucumbíos	Coordenadas:	X:
Cantón: Shushufindi		Y:
Parroquia: Limoncocha		Altitud:
Muestreado por:		
Fecha de muestreo: 27-06-2014	Fecha de inicio de análisis: 02-07-2014	
Fecha de recepción de la muestra: 02-07-2014	Fecha de finalización de análisis: 11-07-2014	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14009	Tratamiento 0 Rep I	pH	Potenciométrico	---	5.90
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2.12
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.11
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	18.1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.63
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	10.80
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.02
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	310.3
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	29.57
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.00
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.63
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	13.74
		CE	Conductímetro	ds/m	0.170

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 FONOS Y AGUAS
 Inge. Rusbel Zapamilla Chaves
 Responsable del Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F001
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LI-SFA-E14-248
 Fecha emisión Informe: 11/07/2024

RESULTADOS DEL ANÁLISIS


CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14008	Tratamiento 0 Rep II	pH	Potenciométrico	---	5.54
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.29
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.06
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	26.38
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.13
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	11.40
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.13
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	259.5
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	39.04
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.91
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.58
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	20.08
		CE	Conductímetro	ds/m	0.146

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14010	Tratamiento 0 Rep III	pH	Potenciométrico	---	5.94
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	0.84
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.04
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	31.3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.27
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	9.18
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2.24
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	262.3
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	45.15
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.63
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	4.24
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	19.18
		CE	Conductímetro	ds/m	0.201

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Ing. Rusbel Jaramila CREA SCS.
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO		Hoja 1 de 2

Informe N°: LV-SFA-E14-248
 Fecha emisión informe: 11/07/2009


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14011	Tratamiento 0 Rep IV	pH	Potenciométrico	---	6.28
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	0.95
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.05
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	37.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.71
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	6.83
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.69
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	195.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	14.90
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	3.71
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	1.93
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	10.40
CE	Conductímetro	ds/m	0.138		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14012	Tratamiento 1 Rep I	pH	Potenciométrico	---	6.32
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.68
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.08
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	11.8
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.51
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7.52
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.31
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	236.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	23.25
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.45
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.64
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	14.86
CE	Conductímetro	ds/m	0.150		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
Ing. Rusbel Espinoza
 Responsable del Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO		Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E14-248
 Fecha emisión Informe: 11/07/2014


RESULTADOS DEL ANALISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14013	Tratamiento 1 Rep II	pH	Potenciométrico	---	6.05
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.12
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.06
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	37.4
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.38
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8.29
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.06
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	246.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	38.78
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.06
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.08
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	15.74
CE	Conductímetro	ds/m	0.159		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14014	Tratamiento 1 Rep III	pH	Potenciométrico	---	6.37
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.29
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.06
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	28.1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.63
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	9.23
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.90
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	215.9
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	23.72
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.15
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.42
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	15.08
CE	Conductímetro	ds/m	0.139		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Ing. Rusbel Hernández
 FOLIARES Y AGUAS
 Responsable del Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: UN-SFA-E14-248
 Fecha emisión informe: 11/07/2014


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14015	Tratamiento 1 Rep IV	pH	Potenciométrico	---	6.01
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.17
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.06
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	8.7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.15
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7.20
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.68
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	199.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	43.11
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.38
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.10
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	18.84
CE	Conductímetro	ds/m	0.192		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14016	Tratamiento 2 Rep I	pH	Potenciométrico	---	5.93
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.57
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.08
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	3.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.47
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	9.13
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.74
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	195.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	48.94
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.89
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.63
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	27.64
CE	Conductímetro	ds/m	0.160		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Inés Rusbel Jarama Chérrez,
 Responsable del Laboratorio
 Suelos, Foliares y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14K y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: UN-SFA-E14-248
 Fecha emisión informe: 11/07/2014


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14017	Tratamiento 2 Rep II	pH	Potenciométrico	---	5.99
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.40
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.07
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	33.8
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.96
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7.95
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.36
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	194.7
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	29.79
		Cubre	Absorción Atómica	ppm	4.71
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.25
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	19.30
		CE	Conductímetro	ds/m	0.185

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14018	Tratamiento 2 Rep III	pH	Potenciométrico	---	6.14
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.96
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.10
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	25.1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.41
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	10.80
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.84
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	174.6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	18.62
		Cubre	Absorción Atómica	ppm	5.71
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.46
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	11.42
		CE	Conductímetro	ds/m	0.169

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Ing. Rusbel Hernández C. Responsable
 Suelos, Folíares y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14X y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E14-248
 Fecha emisión informe: 11/07/2014


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14019	Tratamiento 2 Rep IV	pH	Potenciométrico	---	5.71
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.62
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.08
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	20.6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.33
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	5.28
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.74
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	229.6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	24.25
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.11
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	1.77
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	15.74
CE	Conductímetro	ds/m	0.196		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14020	Tratamiento 3 Rep I	pH	Potenciométrico	---	5.72
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.85
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.09
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	13.4
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.39
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8.89
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2.19
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	305.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	43.02
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.64
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.91
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	19.20
CE	Conductímetro	ds/m	0.220		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Ing. Rubel Jaramillo Chaves,
 Responsable Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 1415 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E14-248
 Fecha emisión informe: 11/07/2014


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14021	Tratamiento 3 Rep II	pH	Potenciométrico	---	5.98
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.68
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.08
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	22.9
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.16
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	6.17
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.64
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	283.3
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	18.87
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	3.24
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.12
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	13.86
CE	Conductímetro	ds/m	0.142		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14022	Tratamiento 3 Rep III	pH	Potenciométrico	---	6.01
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.23
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.06
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	22.0
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.26
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	10.60
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1.98
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	301.2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	33.55
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	4.20
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2.59
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	27.96
CE	Conductímetro	ds/m	0.155		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 Inés Rusbel
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 1 de 2


Informe N°: LN-SFA-E14-248
 Fecha emisión Informe: 11/07/2014

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-14023	Tratamiento 3 Rep IV	pH	Potenciométrico	---	6.25
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1.73
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0.09
		Fosforo	Colorimétrico	ppm	22.5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.12
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	13.00
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0.78
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	260.8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	33.44
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	5.86
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3.03
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	17.96
CE	Conductímetro	ds/m	0.233		

Analizado por: Quim. Katty Pastás, Ing. Daniel Bedoya, Ing. Wilson Castro

Anexo 3. Reporte de Análisis Foliar final de los tratamientos y repeticiones, Sucumbíos, 2015.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO02
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	Rev. 2 Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-SFA-E15-0123
 Fecha emisión Informe: 11/02/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Diego Villegas

Dirección: Lago Agrio

Teléfono: 0939185475

Correo Electrónico: diegvj@hotmail.com

Provincia: Sucumbíos

Cantón: Lago Agrio

N° Orden de Trabajo: SFA-15-DSL-192

N° Factura/Documento: 21188

DATOS DE LA MUESTRA:


Tipo de muestra: Foliar	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Palma africana	
Provincia: Sucumbíos	Coordenadas: X: ---- Y: ---- Altitud: ----
Cantón: Shushufindi	
Parroquia: ----	
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 27-01-2015	Fecha de inicio de análisis: 29-01-2015
Fecha de recepción de la muestra: 29-01-2015	Fecha de finalización de análisis: 11-02-2015

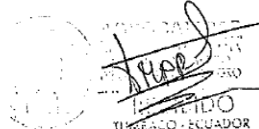
RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150123	Tratamiento 0 Repetición 1	Cenizas	Gravimétrico	%	6.38
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	93.62
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.95
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.12
		Potasio	Absorción atómica	%	0.80
		Calcio	Absorción atómica	%	0.61
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.18
		Hierro	Absorción atómica	ppm	153.06
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	300.43
		Cobre	Absorción atómica	ppm	10.29
		Zinc	Absorción atómica	ppm	13.49


Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Observaciones:


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. RUSSEL Jaramillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliars y Aguas


 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.


 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	Hoja 1 de 1


Informe N°: UN-SFA-E15-0122
 Fecha emisión informe: 11/03/2015

RESULTADOS DEL ANALISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150126	Tratamiento 0 Repetición 2	Cenizas	Gravimétrico	%	4.55
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	95.45
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.13
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.17
		Potasio	Absorción atómica	%	1.07
		Calcio	Absorción atómica	%	0.39
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.15
		Hierro	Absorción atómica	ppm	113.17
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	138.46
		Cobre	Absorción atómica	ppm	16.89
		Zinc	Absorción atómica	ppm	13.90

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150120	Tratamiento 0 Repetición 4	Cenizas	Gravimétrico	%	5.61
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.39
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.06
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.13
		Potasio	Absorción atómica	%	0.84
		Calcio	Absorción atómica	%	0.56
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.17
		Hierro	Absorción atómica	ppm	128.62
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	142.21
		Cobre	Absorción atómica	ppm	18.09
		Zinc	Absorción atómica	ppm	16.79


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. RUSSEL JARAMILLO
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
	Rev. 2	
INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR		Hoja 1 de 1


Informe N°: UN-SFA-E15-0122
 Fecha emisión informe: 11/03/2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150122	Tratamiento 1 Repetición 1	Cenizas	Gravimétrico	%	6.09
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	93.91
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.27
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.14
		Potasio	Absorción atómica	%	0.83
		Calcio	Absorción atómica	%	0.68
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.21
		Hierro	Absorción atómica	ppm	61.95
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	166.87
		Cobre	Absorción atómica	ppm	9.89
Zinc	Absorción atómica	ppm	15.29		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150127	Tratamiento 1 Repetición 2	Cenizas	Gravimétrico	%	5.29
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.71
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.14
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.13
		Potasio	Absorción atómica	%	1.02
		Calcio	Absorción atómica	%	0.48
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.33
		Hierro	Absorción atómica	ppm	68.56
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	100.44
		Cobre	Absorción atómica	ppm	16.49
Zinc	Absorción atómica	ppm	14.09		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. R. S. Jaramilla
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Folíares y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercejonera Km. 1406 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO02
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	Rev. 2 Hoja 1 de 1


Informe N°: UN-SFA-E15-0122
 Fecha emisión informe: 11/03/2015


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150117	Tratamiento 1 Repetición 3	Cenizas	Gravimétrico	%	5.76
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.24
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.23
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.14
		Potasio	Absorción atómica	%	1.04
		Calcio	Absorción atómica	%	0.58
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.14
		Hierro	Absorción atómica	ppm	60.45
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	149.17
		Cobre	Absorción atómica	ppm	12.39
Zinc	Absorción atómica	ppm	13.99		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150121	Tratamiento 1 Repetición 4	Cenizas	Gravimétrico	%	6.70
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	93.30
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.79
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.15
		Potasio	Absorción atómica	%	0.93
		Calcio	Absorción atómica	%	0.65
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.18
		Hierro	Absorción atómica	ppm	133.55
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	220.91
		Cobre	Absorción atómica	ppm	10.40
		Zinc	Absorción atómica	ppm	12.10

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASESORAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - QUITO - ECUADOR
 Ing. Rubén Jaramillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 1436 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	


Informe N°: UN-SFA-E15-0122
 Fecha emisión Informe: 11/03/2015


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150124	Tratamiento 2 Repetición 1	Cenizas	Gravimétrico	%	5.24
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.76
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.24
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.25
		Potasio	Absorción atómica	%	0.69
		Calcio	Absorción atómica	%	0.58
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.20
		Hierro	Absorción atómica	ppm	57.67
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	191.60
		Cobre	Absorción atómica	ppm	17.19
		Zinc	Absorción atómica	ppm	13.69

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150128	Tratamiento 2 Repetición 2	Cenizas	Gravimétrico	%	5.18
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.82
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.20
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.28
		Potasio	Absorción atómica	%	0.93
		Calcio	Absorción atómica	%	0.48
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.15
		Hierro	Absorción atómica	ppm	56.26
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	101.83
		Cobre	Absorción atómica	ppm	15.89
		Zinc	Absorción atómica	ppm	14.09

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASESORAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. RUSSE Jaramillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliares y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 1406 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
	Informe N°: UN-SFA-EIS-0122 Fecha emisión Informe: 11/03/2015	
INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR		Rev. 2 Hoja 1 de 1


Informe N°: UN-SFA-EIS-0122
Fecha emisión Informe: 11/03/2015


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150118	Tratamiento 2 Repetición 3	Cenizas	Gravimétrico	%	5.39
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.61
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.40
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.12
		Potasio	Absorción atómica	%	0.92
		Calcio	Absorción atómica	%	0.53
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.16
		Hierro	Absorción atómica	ppm	61.97
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	143.93
		Cobre	Absorción atómica	ppm	19.09
Zinc	Absorción atómica	ppm	15.29		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150129	Tratamiento 2 Repetición 4	Cenizas	Gravimétrico	%	5.35
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.65
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.37
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.14
		Potasio	Absorción atómica	%	0.90
		Calcio	Absorción atómica	%	0.63
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.16
		Hierro	Absorción atómica	ppm	122.49
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	183.73
		Cobre	Absorción atómica	ppm	21.98
Zinc	Absorción atómica	ppm	15.99		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASESURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. Rubén Jaramillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliarés y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 1406 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	Rev. 2 Hoja 1 de 1


Informe N°: UN-SFA-E15-0122
 Fecha emisión Informe: 11/03/2015


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150125	Tratamiento 3 Repetición 1	Cenizas	Gravimétrico	%	4.59
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	95.41
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	1.96
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.13
		Potasio	Absorción atómica	%	0.78
		Calcio	Absorción atómica	%	0.63
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.22
		Hierro	Absorción atómica	ppm	82.78
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	194.66
		Cobre	Absorción atómica	ppm	13.00
Zinc	Absorción atómica	ppm	13.60		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150115	Tratamiento 3 Repetición 2	Cenizas	Gravimétrico	%	5.28
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.72
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.27
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.14
		Potasio	Absorción atómica	%	0.95
		Calcio	Absorción atómica	%	0.49
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.19
		Hierro	Absorción atómica	ppm	56.15
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	107.50
		Cobre	Absorción atómica	ppm	19.58
Zinc	Absorción atómica	ppm	15.29		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR
 Ing. Raul de Jaramillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F002
	INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR	Rev. 2 Hoja 1 de 1

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150119	Tratamiento 3 Repetición 3	Cenizas	Gravimétrico	%	2.54
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	97.46
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.62
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.09
		Potasio	Absorción atómica	%	1.10
		Calcio	Absorción atómica	%	0.78
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.09
		Hierro	Absorción atómica	ppm	53.37
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	84.95
		Cobre	Absorción atómica	ppm	5.60
Zinc	Absorción atómica	ppm	6.70		

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150130	Tratamiento 3 Repetición 4	Cenizas	Gravimétrico	%	5.66
		Materia orgánica	Gravimétrico	%	94.34
		Nitrógeno	Kjeldahl	%	2.45
		Fósforo	Colorimétrico	%	0.11
		Potasio	Absorción atómica	%	0.96
		Calcio	Absorción atómica	%	0.58
		Magnesio	Absorción atómica	%	0.13
		Hierro	Absorción atómica	ppm	64.68
		Manganeso	Absorción atómica	ppm	145.96
		Cobre	Absorción atómica	ppm	15.30
Zinc	Absorción atómica	ppm	13.60		

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango


AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASESORAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 Ing. Rusdy Jamillo
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Folares y Aguas

Anexo 4. Fotografías

Labranza mínima



Balizada del área del



ensayo

Fertilización al hoyo



Trasplante



Emisión foliar



Diámetro del estípite



Largo de hoja # 4



Toma de muestras foliares



Diámetro del área foliar



Erradicación de plantas para análisis



Estufa y raíces



Balanza con materia seca



Visita de campo

