



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERIA AGROPECUARIA**

TESIS

**EFFECTO ACONDICIONANTE DE TRES ENMIENDAS SILICATO-
MAGNÉSICAS ENRIQUECIDAS CON ROCA FOSFÓRICA EN EL
CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis Jacq*),
PARA CORRECCIÓN DE pH EN UN SUELO ÁCIDO, EN SANTO
DOMINGO DE LOS TSACHILAS.**

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

Autor

RAMÓN ALEJANDRO ZAMBRANO SÁNCHEZ

Director

ING. FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Ramón Alejandro Zambrano Sánchez

Con formato: Izquierda

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Francisco Espinosa Carrillo, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Ramón Alejandro Zambrano Sánchez**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada “**EFFECTO ACONDICIONANTE DE TRES ENMIENDAS SILICATO MAGNÉSICAS ENRIQUECIDAS CON ROCA FOSFÓRICA EN EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis Jacq*), PARA CORRECCIÓN DE pH DE UN SUELO ÁCIDO.**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Francisco Espinosa Carrillo. M. Sc
DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EFFECTO ACONDICIONANTE DE TRES ENMIENDAS SILICATO
MAGNESICAS ENRIQUECIDAS CON ROCA FOSFÓRICA EN EL
CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq),
PARA CORRECIÓN DE pH DE UN SUELO ÁCIDO EN SANTO
DOMINGO DE LOS TSACHILAS.**

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**.

Aprobado:

Ing. Freddy Guevara Santana, M. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Lcdo. Héctor Castillo Vera, M. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Freddy Sabando Ávila, M. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

2015

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Centrado, Interlineado: 1.5 líneas

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Unidad de Estudios a Distancia Carrera Ingeniería Agropecuaria, a sus autoridades y personal académico en especial a los tutores del paralelo "TU" por su aporte en nuestra formación.

Al Ing. Luis Hernando Cortes Cortes, por transmitir sus conocimientos y su fortaleza para lograr mi meta.

A la empresa Tecnifertpac SA, su presidente Ing. Eber Bermúdez y gerente financiero Ing. Francisco Vargas, por el apoyo incondicional.

A Mejisulfatos SA, de Colombia, y todo su recurso humano, por su gentil ayuda económica para la investigación de campo.

Al Ing. Juan Carlos Álvarez Trigos, Gerente General de hacienda Chemarapal SA "Tarragona", quien generosamente abre las puertas a las investigaciones de campo en el cultivo de palma aceitera.

Al Ing. Francisco Espinosa Carrillo M. Sc. Director de Tesis quien supo compartir sus oportunos conocimientos y experiencias.

A todos mis hermanos, Alexandra, Anita y Marco, mi esposa Evelyn Macias que siempre estarán a mi lado, mi agradecimiento infinito.

Alejandra Zambrano S.

DEDICATORIA

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

A Dios y a la vida, por regalarme lo más hermoso que conozco, por permitirme ver crecer a mi hija Danna Alejandra. A mi madre, por enseñarme a ser un hombre de bien y educarme para lograr vivir cómodo y orgulloso.

Alejandro.

ÍNDICE

| | |
|---|-------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS | iii |
| TRIBUNAL DE TESIS | iv |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| DEDICATORIA | vii |
| ÍNDICE | viii |
| RESUMEN | xxiii |
| ABSTRACT | xxiv |

CAPITULO I

| | |
|--|----|
| MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN | 25 |
|--|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Introducción | 26 |
| 1.2 Objetivos | 27 |
| 1.2.1 Objetivo general | 27 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 27 |
| 1.3 Hipótesis | 27 |

CAPITULO II

| | |
|---------------------|----|
| MARCO TEÓRICO | 28 |
|---------------------|----|

| | |
|---|----|
| 2.1 Generalidades de la palma de aceite | 29 |
| 2.2 Suelos | 29 |
| 2.2.1 La acidez del suelo. | 30 |
| 2.2.2 Medición de la acidez | 30 |
| 2.2.3 Naturaleza de la acidez de un suelo | 31 |
| 2.2.3.1 Remoción de nutrientes | 31 |
| 2.2.3.2 Uso de fertilizantes nitrogenados | 31 |
| 2.2.3.3 Aluminio intercambiable | 31 |
| 2.2.4 Clasificación de acidez | 32 |
| 2.3 Enmiendas y características | 32 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1 Enmiendas | 32 |
| 2.3.2 Materiales de enmienda o encalado | 32 |
| 2.3.2.1 Carbonato de calcio | 33 |
| 2.3.2.2 Oxido de calcio | 33 |
| 2.3.2.3 Hidróxido de calcio..... | 34 |
| 2.3.2.4 Cal dolomita | 34 |
| 2.3.2.5 Carbonato de magnesio..... | 34 |
| 2.3.2.6. Oxido de magnesio | 34 |
| 2.3.2.7. Roca fosfórica | 34 |
| 2.3.2.8. Roca fosfórica de aplicación directa | 35 |
| 2.3.2.9. Uso de la Roca Fosfórica..... | 35 |
| 2.3.2.10. Yeso..... | 36 |
| 2.3.2.11. Silicato de magnesio | 36 |
| 2.3.2.12. Potasio en el Suelo | 36 |
| 2.3.2.12.1. Potasio mineral | 37 |
| 2.3.2.12.2. Factores que afectan la absorción de potasio por las plantas | 37 |
| 2.3.2.12.3. Potasio fijado | 37 |
| 2.3.2.12.4. Potasio intercambiable..... | 37 |
| 2.3.2.12.5. Potasio en la solución del suelo..... | 38 |
| 2.3.2.13. Enmiendas complejas | 38 |
| 2.3.3 Calidad de los materiales de enmienda. | 39 |
| 2.3.3.1 Pureza química. | 39 |
| 2.3.3.2 Tamaño de partícula. | 40 |
| 2.3.3.3 Poder relativo de neutralización total. | 40 |
| 2.3.3.4 Forma química. | 41 |
| 2.3.4 Época y método de aplicación. | 41 |
| 2.3.5 Efecto residual de las enmiendas. | 41 |
| 2.3.6 Calculo de requerimientos de enmienda..... | 41 |
| 2.3.6.1 Determinación de las dosis para neutralizar la acidez. | 42 |
| 2.4. Silicio. | 42 |
| 2.4.1 Silicio en suelo y agua. | 43 |
| 2.4.2 Silicatos de calcio y magnesio. | 44 |
| 2.4.3 Cómo el suelo retiene los nutrientes y los libera | 45 |

| | |
|---|----|
| 2.5. Investigaciones relacionadas | 45 |
|---|----|

CAPITULO III

| | |
|---------------------------------------|----|
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 47 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 3.1 Localización y duración del experimento | 48 |
|---|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3.2 Condiciones meteorológicas | 48 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------|----|
| 3.3 Materiales y equipos | 48 |
|--------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------|----|
| 3.4 Factores en estudio | 49 |
|-------------------------------|----|

| | |
|---------------------|----|
| 3.4.1 Magnesil..... | 49 |
|---------------------|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.4.2 Roca fosfórica Bayovar | 50 |
|------------------------------------|----|

| | |
|------------------------|----|
| 3.5 Tratamientos | 50 |
|------------------------|----|

| | |
|----------------------------------|----|
| 3.6 Unidades experimentales..... | 51 |
|----------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------|----|
| 3.7 Diseño experimental | 51 |
|-------------------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| 3.7.1 Tipo de diseño | 51 |
|----------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.7.2 Características de las parcelas experimentales | 52 |
|--|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.8 Mediciones experimentales..... | 52 |
|------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.8.1. pH en el suelo y acidez intercambiable..... | 52 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| 3.8.2. Disponibilidad de nitrógeno..... | 53 |
|---|----|

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.8.3. Disponibilidad de fósforo..... | 53 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3.8.4. Disponibilidad de calcio..... | 53 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.8.5. Disponibilidad de magnesio..... | 53 |
|--|----|

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.8.6. Disponibilidad de potasio..... | 53 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 3.8.7. Variación de CICE (capacidad de intercambio catiónica efectiva)..... | 53 |
|---|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.9. Manejo del Experimento | 53 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.9.1. Aplicación de las enmiendas en campo: | 54 |
|--|----|

| | |
|--------------------------------|----|
| 3.10. Análisis Económico | 57 |
|--------------------------------|----|

CAPITULO IV

| | |
|------------------------------|----|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 58 |
|------------------------------|----|

| | |
|----------------------------------|----|
| 4.1. Resultados y Discusión..... | 59 |
|----------------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| 4.1.1. pH en el suelo | 59 |
|-----------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 4.1.2. Disponibilidad de NH4..... | 61 |
| 4.1.3. Disponibilidad de potasio..... | 63 |
| 4.1.4. Disponibilidad de calcio..... | 64 |
| 4.1.5. Disponibilidad de magnesio..... | 66 |
| 4.1.6. Disponibilidad de fósforo..... | 68 |
| 4.1.7. Variación de CICE..... | 70 |
| 4.2 Análisis económico..... | 72 |

CAPITULO V

| | |
|-------------------------------------|----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 73 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1. Conclusiones..... | 74 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 75 |

CAPITULO VI

| | |
|-------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 76 |
|-------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| 6.1 Literatura citada..... | 77 |
|----------------------------|----|

CAPITULO VII

| | |
|-------------|----|
| ANEXOS..... | 80 |
|-------------|----|

|

← **Con formato:** Interlineado: 1.5 líneas

← **Con formato:** Centrado, Interlineado: 1.5 líneas

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Pág. |
|--------|---|------|
| 1 | Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 48 |
| 2 | Materiales y equipos utilizados en la investigación, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 48 |
| 3 | Nomenclatura, descripción y dosis de los tratamientos <u>en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 50 |
| 4 | Esquema del experimento <u>en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 51 |
| 5 | Esquema del análisis de varianza <u>en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis</i></u> | 51 |

| | | |
|----|---|----|
| | <u>guineensis Jacq</u>), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | |
| 6 | Características de las parcelas experimentales en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> enriquecidas con <u>roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq)</u> , para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | 52 |
| 7 | Potencial hidrogeno (pH) en el suelo a los 0, 60 y 120 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> enriquecidas con <u>roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq)</u> , para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | 60 |
| 8 | Disponibilidad de NH ₄ a los 0, 60 y 120 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> enriquecidas con <u>roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq)</u> , para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | 62 |
| 9 | Disponibilidad de potasio a los 0, 60 y 120 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> enriquecidas con <u>roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq)</u> , para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | 64 |
| 10 | Disponibilidad de calcio a los 0, 60 y 120 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> enriquecidas con <u>roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq)</u> , para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. | 66 |

- 11 Disponibilidad de Magnesio a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 67
- 12 Disponibilidad de fósforo a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 69
- 13 Variación de CICE a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 71
- 14 Costos de aplicación en dólares en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 72

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

ÍNDICE DE ANEXOS

| Anexo | | Pág. |
|-------|--|------|
| 1 | Resultados del análisis de variancia de pH a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 81 |
| 2 | Resultados del análisis de variancia de pH a los 60 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 81 |
| 3 | Resultados del análisis de variancia de pH a los 120 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 82 |
| 4 | Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH ₄) a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.</u> | 82 |
| 5 | Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH ₄) a los 60 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el</u> | 83 |

- cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.
- 6 Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH₄) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 83
- 7 Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 84
- 8 Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 84
- 9 Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 85
- 10 Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 0 85

- días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.
- 11 Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 86
- 12 Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 86
- 13 Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 87
- 14 Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 87

- 15 Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 88
- 16 Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 88
- 17 Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 89
- 18 Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 89
- 19 Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de 90

- aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.
- 20 Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 90
- 21 Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 91
- 22 Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014. 92
- 23 Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (2) 2014. 93
- 24 Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un 94

| | | |
|----|--|-----|
| | <u>suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014.</u> | |
| 25 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (4) 2014.</u> | 95 |
| 26 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (5) 2014.</u> | 96 |
| 27 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (6) 2014.</u> | 97 |
| 28 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (7) 2014.</u> | 98 |
| 29 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (8) 2014.</u> | 99 |
| 30 | Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, <u>efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas</u> | 100 |

- enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (9) 2014.
- 31 Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (10) 2014. 101
- 32 Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014. 102
- 33 Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (2) 2014. 103
- 34 Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014. 104
- 35 Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (4) 2014. 105

- 36 Resultados de análisis de suelos a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014. 106
- 37 Resultados de análisis de suelos a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (2) 2014. 107
- 38 Resultados de análisis de suelos a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014. 108
- 39 Fotografías de recolección de muestras de suelo en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 109
- 40 Fotografías de aplicación de enmiendas tratamiento en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014. 110
- 41 Fotografías de identificación de tratamientos y muestras de suelo en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato 110

magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas.
2014.

RESUMEN

En el presente trabajo se analizó el efecto de acondicionamiento en suelo de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con fósforo para la corrección de pH y neutralización de aluminio, en el cultivo de palma de aceite de la hacienda Tarragona, propiedad de Chemarapalm S.A, del Cantón Santo Domingo, kilómetro 23 vía a Quinindé, Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas. El objetivo de la investigación, es analizar el efecto acondicionante de cada enmienda, evaluando el cambio de pH, disponibilidad de asimilables (nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y potasio), CICE, dentro de los primeros cinco centímetros de suelo en el área correspondiente a la corona o plato de las palmas. Para lo cual se usaron varias combinaciones de *Magnesil* (silicato de magnesio) y *Roca fosfórica*. De los resultados obtenidos en esta investigación se tiene que: El Testigo enmienda (T4), es la mejor modificando el pH en los suelos del cultivo de palma, modificando el pH de 4.66 a 5.51 a los 120 días después de la aplicación. El tratamiento T4 presenta el valor más alto de disponibilidad de NH₄, Calcio, Magnesio en el suelo con 8.00, 8.03 y 2.03 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda. El tratamiento T2 presenta el valor más alto de disponibilidad de potasio en el suelo con 1.39 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda. El tratamiento T1 presenta el valor más alto de disponibilidad de fosforo en el suelo con 10.04 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda. Los tratamientos T3 y T4 presentan el valor más alto de CICE 10.17 en el suelo a los 60 días de aplicada la enmienda. El tratamiento de menor costo de aplicación por hectárea con un valor de USD 37,30 es el tratamiento T1 Enmienda 1 en el que se utiliza (9P₂O₅ -15MgO -17CaO -17SiO₂).

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

ABSTRACT

In this paper the effect of conditioning was analyzed in three magnesium silicate soil enriched with phosphorus amendments to correct pH and neutralization of aluminum, in the cultivation of oil palm plantation in Tarragona, owned by Chemarapalm SA, the Canton Santo Domingo, 23 kilometer route to Quinindé, Province of Santo Domingo de los Tsachilas. The aim of the research is to analyze the conditioning effect of each amendment, assessing the change in pH, availability of assimilable (nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and potassium), CICE, within the first five centimeters of soil in the relevant area the crown or dish palms. For which various combinations of Magnesil (magnesium silicate) and phosphate rock were used. From the results of this research have: witness amendment 4 (T4), is the best modifying the pH in soils palm cultivation, changing the pH from 4.66 to 5.51 at 120 days after application. The T4 treatment has the highest availability value NH₄, Calcium, Magnesium on the floor with 8.00, 8.03 and 2.03 ppm availability 120 days of application of the amendment. The treatment T2 has the highest value of available soil potassium availability to 1.39 ppm at 120 days of the amendment applied. Treatment T1 has the highest availability value of phosphorus in the soil with 10.04 ppm of availability 120 days of the amendment applied. T3 and T4 treatments have the highest value of 10.17 CICE on the ground within 60 days of the amendment applied. Treatment of lower cost of application per hectare with a value of U\$D 37.30 is the treatment T1 Amendment 1 in which it is used (9P₂O₅ -15MgO - 17CaO -17SiO₂).

CAPITULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

1. Introducción

El acondicionamiento de los suelos en la ingeniería práctica, particularmente en el área agrícola, es una técnica que correctamente utilizada sirve para mejorar el comportamiento de los nutrientes en los suelos.

La acidez afecta de una forma muy particular y determinante algunas de las características químicas y biológicas del suelo, de modo que en general, reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona la disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes como calcio, magnesio, potasio y fósforo; y favorece la proliferación de elementos tóxicos para las plantas como el aluminio, hierro y el manganeso.

Las zonas palmeras de Ecuador en su gran mayoría se han establecido en suelos de clasificación: inceptisoles, andisoles y oxisoles, los cuales generalmente poseen carácter ácido (pH <5.5). Suelos que también tienen la característica de tener un complejo de bases de intercambio desbalanceado, problema de aluminio, hierro y manganeso, y lo más relevante que son altos fijadores de fósforo.

Es importante destacar que las enmiendas magnésicas y cálcicas han sido estudiadas no solo por su capacidad de mejoramiento de condiciones físico química de los suelos, sino por el aporte de los elementos como calcio y magnesio, este último muy escaso en los suelos de las regiones trópico-húmedo, por tanto deficiente también en la zona de Santo Domingo.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar el efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas y roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), en la zona de Santo Domingo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto sobre el pH y acidez intercambiable del suelo de tres enmiendas silicato magnésicas en el cultivo de palma de aceite.
- Evaluar el comportamiento de nutrientes asimilables hasta los 120 días de tres enmiendas silicato magnésicas en el cultivo de palma de aceite.
- Estudiar el comportamiento de la CICE (Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva) de tres enmiendas silicato magnésicas en el cultivo de palma de aceite.

1.3 Hipótesis

- Al aplicar al voleo y sin incorporación las enmiendas complejas: silicato magnésicas más roca fosfórica, se tendrá cambios de pH para la condición del cultivo de palma de aceite.
- Como efecto secundario se liberarán nutrientes asimilables como el fósforo fijado del suelo, cual quedará disponible dentro del periodo de reacción.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.1 Generalidades de la palma de aceite

La palma aceitera actualmente representa uno de los cultivos de mayor crecimiento en el agro ecuatoriano, con un total de 280.000 hectáreas sembradas su superficie supera en un 16% a la del banano 240.000 has **(Ancupa, 2013)**.

Los beneficios que genera el cultivo de palma y la extraordinaria proyección de crecimiento en la demanda del aceite, han sido factores fundamentales para que los palmicultores del Ecuador hayan acogido a este cultivo y lo estén desarrollando en zonas que van desde la frontera norte de la provincia de Esmeraldas, en la zona de San Lorenzo, hasta la provincia del Oro al sur del país, al igual que en las provincias de Sucumbíos y Orellana en el oriente ecuatoriano **(Ancupa, 2013)**.

Según la Zonificación Agroecológica de los Cultivos, realizada por el Sistema de Información de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca –SINAGAP-, y la Subsecretaría de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente, en el Ecuador existe un total de 628.119 has., que cumplen con los requerimientos edáficos, climáticos y ambientales para el establecimiento del cultivo de la palma aceitera **(Ancupa, 2013)**.

2.2 Suelos

América Latina tiene una diversidad de suelos, producto de la variedad de materiales parentales y condiciones ambientales sobre los cuales estos se desarrollaron. Una vasta área está cubierta por suelos tropicales típicos, sin embargo existen también suelos más jóvenes dominados por arcillas tipo 2:1 y suelos volcánicos, derivados de cenizas y otros materiales volcánicos. Los suelos tropicales viejos (Oxisoles y Ultisoles) son naturalmente ácidos y los suelos derivados de otros materiales parentales pueden volverse ácidos después de períodos largos de uso intenso **(Villalaz, 2004)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento del índice demográfico.

El suelo es esencial para la vida, como lo es el aire y el agua, y cuando es utilizado de manera prudente puede ser considerado como un recurso renovable. Es un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos y se le considera un hábitat para el desarrollo de las plantas.

Gracias al soporte que constituye el suelo es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental **(Villalaz, 2004)**.

2.2.1 La acidez del suelo

La acidez del suelo ejerce una influencia muy clara sobre la asimilabilidad de los elementos del suelo por la planta. Un ácido es una sustancia que tiende a entregar protones (iones hidrógeno). Por otro lado, una base es cualquier sustancia que acepta protones. La acidez de una solución está determinada entonces por la actividad de los iones hidrógeno (H^+) **(Domenech, 2006)**

2.2.2 Medición de la acidez

La acidez del suelo se puede medir de dos formas diferentes. Una de ellas utiliza papel indicador como un método de diagnóstico rápido en el campo. Este método debe ser utilizado por operadores con experiencia para evitar errores, pero es un buen índice de campo que permite hacer un diagnóstico bastante aproximado del pH del suelo **(Domenech, 2006)**.

El método más preciso y ampliamente utilizado usa el potenciómetro para medir el pH del suelo. Esta determinación se puede hacer en el laboratorio,

pero actualmente existen equipos portátiles que miden el pH con la misma precisión de los equipos **(Domenech, 2006)**.

2.2.3 Naturaleza de la acidez de un suelo

Existen varios procesos en el suelo que promueven la reducción del pH. Todos estos procesos ocurren naturalmente dependiendo del tipo de suelo, del tipo de cultivo y de las condiciones de manejo. Un conocimiento adecuado de estos procesos en el suelo permite un mejor control de los parámetros que conducen a condiciones ácidas **(Berettino, 2005)**.

2.2.3.1 Remoción de nutrientes

Un suelo con pH neutro tiene saturada la fase de intercambio con cationes básicos (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+). Estos cationes satisfacen la carga eléctrica de la superficie de los coloides del suelo. La acidificación se inicia con la pérdida de estos cationes debido en parte a la acción de las raíces. La planta, al absorber cationes, libera H^+ para mantener el equilibrio en su interior, lo que contribuye a la reducción del pH del suelo. **(Berettino, 2005)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.2.3.2 Uso de fertilizantes nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados que contienen o forman amonio (NH_4^+) incrementan la acidez del suelo a menos que la planta absorba NH_4^+ directamente. Esta forma de nitrógeno (N) se convierte en nitrato (NO_3^-) a través de oxidación biológica **(Navarro, 2014)**.

2.2.3.3 Aluminio intercambiable

Los iones Al^{3+} desplazados de los minerales arcillosos por otros cationes se hidrolizan (reaccionan con una molécula de agua) para formar complejos monoméricos y poliméricos hidroxialumínicos. **(Navarro, 2014)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.2.4 Clasificación de acidez

La acidez proveniente de las fuentes mencionadas anteriormente se puede clasificar de la siguiente forma:

- Acidez activa: Hidrógeno (H^+) disociado en la solución del suelo y proveniente de diferentes fuentes.
- Acidez intercambiable: Hidrógeno y aluminio intercambiables (H^+ , Al^{3+}) retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas.
- Acidez no intercambiable: Hidrógeno en enlace covalente en la superficie de los minerales arcillosos de carga variable.
- Acidez potencial: Acidez intercambiable + acidez no intercambiable. (Navarro, 2014).

2.3 Enmiendas y características

2.3.1 Enmiendas

Las cales o enmiendas son todo material cuya acción fundamental es el mejoramiento de las condiciones químicas del suelo, particularmente la acidez del mismo. Se refiere a todo material capaz de prevenir o corregir la acidez del suelo.

Las cales o enmiendas usadas en el encalamiento como correctivos de la acidez, son productos comerciales tipificados como fuentes minerales de origen natural o industrial que portan en su composición carbonatos, óxidos, hidróxidos, sulfatos y silicatos de calcio y/o magnesio. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales difieren en su capacidad para neutralizar la acidez del suelo (Rodríguez, 2011).

2.3.2 Materiales de enmienda o encalado

Existen varios productos para encalar. La mayoría proviene de minas o yacimientos geológicos como son las calizas, dolomita, rocas fosfóricas, yesos,

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

silicatos de magnesio, magnesitas y subproductos industriales como las Escorias Thomas.

Los principales productos para encalar también llamados cales o enmiendas, son los carbonatos, hidróxidos, óxidos y silicatos de Ca y/o Mg. La acción neutralizante de estos materiales no se debe en forma directa al Ca y Mg, sino a los aniones que están ligados a estos cationes: CO_3^{2-} , OH^- , SiO_3^{2-} (**Espinosa, 2003**).

Los OH^- generados por carbonatos, hidróxidos y silicatos son los que neutralizan la acidez del suelo al propiciar la precipitación del Al^{3+} como $\text{Al}(\text{OH})_3$ y la formación de agua. Entre los materiales que sirven para abonar y que contiene cal esta la caliza, marga y conchas de ostras molidas, las cuales se conoce que son restauradoras de terrenos, (**Espinosa, 2003**).

2.3.2.1 Carbonato de calcio

La caliza, cal agrícola o carbonato de calcio que contiene una composición de CaCO_3 CaO: 56%, CO_2 : 44%. El manganeso y el hierro pueden substituir el calcio. La cal agrícola molida tiene un efecto lento en la corrección de la acidez del suelo por acción débil de los ácidos húmicos.

La cristalografía de las calizas es hexagonal-R, escalenoédrica. Cristales de hábitos extremadamente variados: prismático, romboédrico y escalenoédrico. La caliza se conoce por su dureza, exfoliación perfecta, color claro y brillo vítreo, (**Ávila, 2015**).

2.3.2.2 Oxido de calcio

La cal viva se obtiene calcinando los carbonatos de calcio en hornos intermitentes o continuos. El contenido de calcio aumenta a través de este proceso llegando a 82-96% de CaO. (**Ávila, 2015**).

2.3.2.3 Hidróxido de calcio

La cal hidratada o apagada es la cal viva hidratada con agua después de ser calcinada, también conocida como hidróxidos de calcio (Ca(OH)_2) tiene un efecto rápido en la corrección de la acidez. Generalmente tiene un contenido hasta del 95% de CaO. (Ávila, 2015).

2.3.2.4 Cal dolomita

La dolomita consiste en un doble carbonato de calcio y magnesio. Su composición es un carbonato de calcio y carbonato de magnesio (CO_3CaMg , CaO: 30,4%, MgO: 21,7%, CO_2 :47,9%. Se considera que una cal es dolomítica si al menos el 15% es de MgO. (Ávila, 2015).

2.3.2.5 Carbonato de magnesio

La magnesita es un carbonato de magnesio, CO_3Mg , MgO: 47,8%, CO_2 : 52,2%. El hierro ferroso substituye al magnesio y la serie isomórfica completa se extiende hasta la siderita. Se encuentran también pequeñas cantidades de calcio y magnesio, (Ávila, 2015).

2.3.2.6. Oxido de magnesio

Este es un material compuesto sólo de Mg. Se le conoce también como Magox, y en su forma pura contiene 60% de Mg. Es fabricado a partir de la calcinación de la magnesita que produce MgO, (Ávila, 2015).

2.3.2.7. Roca fosfórica

Es un fertilizante fosfatado natural ecológico, de efecto residual prolongado y de fácil aplicación directa. Aporta fósforo, macro nutrientes básicos para lograr altos rendimientos en el agro. Contiene además otros elementos esenciales que

también son aprovechados por la planta como son: Calcio, magnesio, azufre, nitrógeno.

El fósforo en el suelo sirve para activar el desarrollo de las raíces, dar resistencia al ataque de plagas y enfermedades, aumenta precocidad, ayuda a las bacterias fijadoras del nitrógeno, en consecuencia mejora la calidad del producto cosechado **(El Agro, 2012)**

2.3.2.8. Roca fosfórica de aplicación directa

No contiene residuos industriales ni ácidos contaminantes. Si contiene, además del fósforo, calcio en relación a 1,5 partes por unidad del fósforo, nitrógeno, magnesio, azufre, componentes de ciertos aminoácidos, zinc, cobre, boro y molibdeno. Al no haber residuos industriales, la microfauna natural del suelo no se destruye, se recupera para mejorar la actividad de esta, por eso la roca fosfórica es un fertilizante ecológico. **(El Agro, 2012)**

2.3.2.9. Uso de la roca fosfórica

Se usa como fertilizante de aplicación directa e insumo para la producción de superfosfatos, ácido fosfórico y otros derivados. En suelos ácidos, propios de las zonas lluviosas, se usa como fertilizante de aplicación directa con excelentes resultados, compitiendo en rendimiento con los súper fosfatos.

La acidez de los suelos facilita la disolución del FosBayobar y lo pone a disposición de la planta. Además contiene de 30% a 33% (aproximadamente) de óxido de calcio (CaO) contribuyendo a corregir la acidez.

Dosificación de la Roca Fosfórica: Depende del nivel de fertilidad del suelo (en fósforo) y de la necesidad de cada cultivo, en general se podría considerar un rango de 200 a 300kg de producto por hectárea. Se debe aplicar en el momento de la siembra y las demás etapas fenológicas del cultivo **(El Agro, 2012)**

2.3.2.10. Yeso

El yeso o sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es una fuente que proporciona calcio (17-27%) y azufre (14-18%). El principal uso del yeso en la agricultura mundial es en la corrección de suelos sódicos

El yeso (Sulfato de Calcio - CaSO_4) es uno de esos materiales raros que se desempeñan en las tres categorías de tratamiento de suelos:

- en la mejora
- acondicionamiento y
- fertilización (**Heredia, 2011**).

2.3.2.11. Silicato de magnesio

El silicato de magnesio o serpentina ($\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$), es una roca metamórfica compleja, ultrabásica, formada a partir de una dunita (olivino) ($\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ y Hazburguita (olivino y enstatita-Mg (SiO_4)). (NTC 4801, 2000). La serpentina es una roca compleja en su composición mineralógica y química, que contiene magnesio y sílice y sirve para tratar suelos ácidos.

La adición de silicato de magnesio al suelo, presenta una corrección del pH y disminución del aluminio intercambiable (**Manahan, 2007**).

2.3.2.12. Potasio en el Suelo

Formas de Potasio en el Suelo:

El potasio en el suelo se clasifica generalmente en cuatro formas:

- Potasio estructural / potasio de reserva
- Potasio fijado
- Potasio intercambiable
- Potasio en la solución de suelo

La base para la clasificación, de las formas del potasio en el suelo, es la disponibilidad para la absorción de potasio por parte de la planta. Dependiendo

del tipo de suelo y las condiciones ambientales, la disponibilidad de potasio puede variar. **(Fertilizer, 2015).**

2.3.2.12.1. Potasio mineral - Se encuentra en el suelo en la estructura cristalina de los feldspatos, arcillas y micas. Las plantas no pueden utilizar el potasio en estas formas insolubles. Sin embargo, con el tiempo, en procesos lentos de meteorización, estos minerales liberan cantidades pequeñas de potasio a la solución del suelo. **(Fertilizer, 2015).**

2.3.2.12.2. Factores que afectan la absorción de potasio por las plantas

Varios factores pueden afectar la capacidad de la planta para absorber el potasio del suelo:

- **El nivel de oxígeno** - el oxígeno es necesario para el funcionamiento adecuado de las raíces, incluyendo la absorción de potasio.
- **Humedad del suelo** – las plantas absorben mejor el potasio cuando el suelo está húmedo.
- **La labranza del suelo** – cuando se labra el suelo con regularidad, la absorción de potasio es mejor.
- **La temperatura del suelo** - 15 a 26 Celsius es el rango de temperatura del suelo ideal para la actividad de las raíces y para la mayoría de los procesos fisiológicos en las plantas. Cuanto menor sea la temperatura, la absorción del potasio y otros nutrientes será más lenta. **(Fertilizer, 2015).**

2.3.2.12.3. Potasio fijado – es el potasio que está atrapado en el espacio interior de las arcillas. Los minerales de arcilla en el suelo tienen la capacidad de fijar potasio. El potasio fijado no es disponible para las plantas. A través de cambios en la humedad del suelo, el potasio fijado se libera lentamente a la solución del suelo. En los análisis de suelos regulares no se miden el potasio fijado. **(Fertilizer, 2015).**

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.3.2.12.4. Potasio intercambiable – una forma disponible del potasio en el suelo, que las plantas pueden extraer fácilmente. Esta fracción de potasio esta absorbida en la superficie de las partículas de arcilla y materia orgánica en el suelo. Se encuentra en equilibrio con la solución del suelo y se desplaza rápidamente cuando las plantas absorben el potasio de la solución del suelo. En la mayoría de los análisis de suelos se miden el potasio intercambiable, **(Fertilizer, 2015)**.

2.3.2.12.5. Potasio en la solución del suelo - el potasio disuelto en la solución del suelo está inmediatamente disponible para las plantas. Sin embargo, las cantidades presentes en la solución del suelo son muy pequeñas. Cuando la planta extrae el potasio de la solución del suelo, su concentración se repone inmediatamente por el potasio en la forma intercambiable.

Al disminuir la concentración de potasio intercambiable, éste se moverá desde zonas más distantes del sistema radicular hasta restablecer nuevamente el equilibrio. Por lo tanto, medir el potasio en la solución del suelo no representa la cantidad total de potasio disponible para las plantas. **(Fertilizer, 2015)**.

2.3.2.13. Enmiendas complejas

Enmiendas complejas es la mezcla de varios correctivos. Son mezclas que se fabrican de acuerdo a un análisis de suelos y las necesidades del cultivo.

La aplicación conjunta de yeso y cal ayuda a reducir los problemas de acidez en el subsuelo, en un periodo de tiempo menor al que se logra con la aplicación exclusiva de cal. Esto permite la aplicación de los dos correctivos en una sola operación.

Algunos países que utilizan gran cantidad de enmiendas, como Brasil, han optado por sustituir las cales por una mezcla que es más “amigable” con el medio ambiente, consistente en un 50% de silicato de calcio y 50% de yeso. Con esta mezcla se obtiene un resultado similar al obtenido con el encalamiento y se evita la emisión de CO₂ a la atmosfera **(Bernal, 2008)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Existen enmiendas más complejas, compuestas por cal dolomita, roca fosfórica, silicato de magnesio, yeso y elementos menores como el zinc y el boro. Las ventajas de estas mezclas son muy variables.

En una mezcla balanceada en cuanto al contenido de nutrientes (calcio, magnesio, fósforo, azufre, zinc y boro).

- Se puede requerir menos cantidades de enmiendas para alcanzar el efecto que se lograría solamente con la aplicación de cal.
- Promueve un excelente desarrollo de las raíces y por lo tanto una mejor utilización de los fertilizantes completos.
- Se pueden mezclar fuentes de calcio y fosforo sin que se fije éste, debido a la incorporación de silicio a la mezcla, que evite esta reacción.
- Se puede utilizar en casi todo tipo de suelos ácidos y se puede aplicar incorporando o al voleo sobre praderas establecidas. **(Bernal, 2008).**

2.3.3 Calidad de los materiales de enmienda

Todos los materiales difieren en su capacidad de neutralizar la acidez del suelo. Para conocer esta característica se utiliza el criterio de efectividad química. El equivalente químico (EQ) o Poder de Neutralización, que se define como la capacidad de neutralizar la acidez que tiene un material con relación al carbonato de calcio puro, al cual se le asigna un valor de cien por ciento, **(Bernal, 2008).**

2.3.3.1 Pureza química

La pureza es una característica importante del material de encalado ya que permite conocer su composición química y expresarla como equivalente de carbonato de calcio. La composición molecular del material y la alta cantidad de contaminantes que contenga, tales como arcilla o minerales de hierro determinan este valor. **(Bernal, 2008).**

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.3.3.2 Tamaño de partícula

La fineza de las partículas individuales de la cal determina su velocidad de reacción. Conforme se reduce el tamaño de la partícula de cualquier material, aumenta su área o superficie de contacto.

Para estimar la eficiencia granulométrica de un material de encalado, se mide una cantidad determinada del material y se pasa por una secuencia de mallas o cribas de diferente tamaño, donde se obtiene la cantidad de material retenido en ellas.

Los materiales que son retenidos en el tamiz de 8 son inefectivos. Los que pasan este tamiz pero se retienen en tamiz 20 son 20% efectivos pero reaccionan muy poco. Los que pasan el tamiz 20 pero se retienen en el tamiz 60, son 60% efectivos y pueden reaccionar en un período de 10-18 meses, y todos los que pasan este último tamiz tienen 100% de efectividad y reaccionan entre 3 y 6 meses (Ávila, 2015).

2.3.3.3 Poder relativo de neutralización total

Representa un índice de eficiencia del material de encalado ya que considera la pureza química y la fineza. Se obtiene multiplicando la Eficiencia Granulométrica por el Equivalente Químico:

$$\text{PRNT} = \frac{\% \text{ EG} \times \% \text{ EQ}}{100}$$

Recomienda para café que la cal empleada tenga al menos un PRNT de 75%. Al conocer este índice es posible ajustar la dosis de enmienda a emplear de acuerdo con su grado de calidad. Un material con 50% de PRNT será la mitad de efectivo que otro con 100% de PRNT. (Malavolta, 2003).

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.3.3.4 Forma química

Con base en las diferentes formas químicas existentes, se presentan también diferentes capacidades de neutralización y reactividad, **(Malavolta, 2003)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.3.4 Época y método de aplicación

El método óptimo de aplicación es incorporar la cal en los primeros 15-20 cm del suelo utilizando un método de incorporación como el arado o la rastra. Sin embargo esto no puede lograrse siempre, debido a los altos costos que representa o que el cultivo ya este establecido como los perennes, por lo cual la cal se aplica entonces en la superficie del plato del árbol, **(Malavolta, 2003)**.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.3.5 Efecto residual de las enmiendas

El efecto residual de la cal depende de la velocidad de reacción de la cal en el suelo. Entre los factores que intervienen en este proceso se pueden citar los siguientes:

La condición de acidez del suelo es el principal factor que hace que la cal reaccione en el suelo. Mientras existan iones H^+ en la solución del suelo, las reacciones del ion CO_3^{2-} continúan hasta neutralizar el H^+ o precipitar el Al^{+3} . **(Velarde, 2006)**.

2.3.6 Calculo de requerimientos de enmienda

Como necesidad de encalado se entiende la cantidad de material de enmienda que se debe aplicar al suelo para producir una elevación a un determinado valor de pH.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Cuando las especies iónicas de aluminio están presentes en la solución del suelo y el pH es <5.5 , éstas quedan disponibles para ser absorbidas por las raíces. Si la cantidad absorbida es muy alta, el aluminio interfiere en la división

celular y, por ende, reducirá su crecimiento y desarrollo vegetal. **(Osorio, 2012).**

2.3.6.1 Determinación de las dosis para neutralizar la acidez

La necesidad de cal depende tanto de las propiedades del suelo como las propiedades y los requerimientos del cultivo. Dosis muy bajas no reducen la acidez de forma cuantificable y su efecto residual es casi nulo.

Un análisis de suelo es la mejor herramienta para calcular una dosis adecuada. Con el encalado no solo se corregirá la acidez sino también se aumentarán la disponibilidad de algunos elementos. La cantidad de cal a aplicar dependerá del pH de suelo, del tipo de suelo, del tipo de cultivo, del aluminio intercambiable del suelo y la concentración crítica de nutrientes como calcio y magnesio, **(Velarde, 2006).**

2.4. Silicio

La información referente al silicio es muy escasa, posiblemente porque se ha catalogado como un elemento 'no esencial', debido a que muchas plantas pueden crecer en soluciones nutritivas carentes de silicio en su formulación. Sin embargo, las plantas cultivadas sin presencia de silicio difieren de las plantas que cuentan con un buen suministro del elemento en características como: 1) composición química; 2) características estructurales; 3) resistencia mecánica; 4) varios aspectos de crecimiento, incluyendo rendimiento; 5) actividad enzimática; 6) características superficiales; 7) resistencia a enfermedades; 8) resistencia a plagas; 9) tolerancia a toxicidad por metales pesados; 10) tolerancia a la salinidad; 11) metabolismo del agua; 12) resistencia a heladas y posiblemente muchas características más, **(Epstein, 2003).**

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

2.4.1 Silicio en suelo y agua

El silicio constituye aproximadamente el 25% de la corteza terrestre, lo que le hace el elemento más abundante en la tierra después del oxígeno. Forma parte de los silicatos, arcillas cristalinas y materiales amorfos. A pesar del alto contenido total del silicio en el suelo, la cantidad del elemento disponible para las plantas puede ser insuficiente en muchos casos. Gran cantidad de suelos de Asia, África y América Latina son altamente meteorizados y desilicatados y por lo tanto, las plantas responden bien a la aplicación de este elemento, **(Duque, Contreras, y Alfonso, 2004)**

Según lo citado por Duque et al. (2004), la solubilidad de los minerales silicatados es variable e influenciada por la temperatura, pH, tamaño de la partícula, composición química y rupturas presentes en la roca. Además, se ve afectada por factores de suelo como el contenido de materia orgánica, la disponibilidad de agua, el potencial redox, entre otros.

Es posible diferenciar tres direcciones principales de la migración del silicio y la transformación en el suelo: lixiviación de compuestos solubles ricos en silicio sin ninguna transformación, absorción de ácido monosilícico por las raíces de las plantas con la consecuente formación a sílica amorfa y transformación de formas solubles de silicio en el suelo. La lixiviación de silicio depende de la precipitación y la velocidad de meteorización, **(Duque, Contreras, y Alfonso, 2004).**

Así, es claro que la evolución del suelo determina en buen parte el contenido y concentración de silicio en el suelo. Los suelos con baja meteorización (Mollisoles y Vertisoles) tienen un alto contenido de silicio en el suelo, sin embargo a partir de los procesos de meteorización y lixiviación los minerales silicatados van gradualmente perdiendo silicio (en forma de H_4SiO_4) y con ello se van formando diferentes minerales en el suelo. Por ejemplo, se espera que en un Mollisol haya una dominancia de feldespatos y micas. Con el paso del tiempo, estos minerales se disuelven y dada la remoción del H_4SiO_4

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

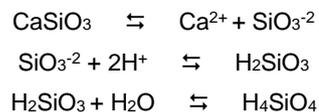
Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

(desilicación) por lixiviación, los nuevos compuestos formados contienen menos silicio. En las etapas iniciales de la evolución del suelo se forman esmectitas y vermiculitas (minerales del tipo 2:1) pero conforme avanza la meteorización y la lixiviación (desilicación) se forma caolinita (mineral de tipo 1:1). En suelos muy meteorizados (Ultisoles y Oxisoles), la remoción de silicio es tan intensa que los minerales dominantes son los sesquioxidos de Fe y Al (Fe_2O_3 , Al_2O_3). En estos suelos el contenido de silicio está representado por cuarzo residual que es altamente resistente a la meteorización, **(Duque, Contreras, y Alfonso, 2004)**.

2.4.2 Silicatos de calcio y magnesio

Algunos silicatos de calcio y magnesio reaccionan en el suelo, originando ácido monosilícico, que es la forma química que el silicio es absorbido por la planta, como se puede ver en las siguientes ecuaciones simplificadas (Korndorfer et al., 1997, citado Korndorfer and Lepesch, 2001).

Reacción en el suelo de silicatos de calcio y magnesio:



Los efectos del silicio en el suelo son muy variados. Entre otros se tienen los siguientes:

- Aumentan el pH, sustituyendo parcialmente la cal.
- Aumentan la disponibilidad de calcio y magnesio.
- Aumentan la disponibilidad de fósforo.
- Reducen el efecto tóxico de hierro, aluminio y manganeso.
- Poseen efecto residual.
- Aumentan la saturación de bases.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

- El ácido monosilícico se combina con metales pesados como plomo, cadmio y otros, formando complejos solubles y silicatos insolubles. **(Murillo, 2010).**

2.4.3 Cómo el suelo retiene los nutrientes y los libera

La descomposición del material rocoso forma los suelos y libera los nutrientes. El contenido mineral original del material rocoso y la naturaleza e intensidad del proceso de descomposición determinan la clase y cantidad de nutrientes que son liberados.

Las arcillas (minerales arcillosos) y la materia orgánica (en menor medida también los hidróxidos de hierro) retienen nutrientes en una forma disponible para la planta, es decir los nutrientes están ligados a estos componentes del suelo (complejo de adsorción). La capacidad del suelo para retener una cierta cantidad de nutrientes (almacenamiento o capacidad de adsorción) determina la fertilidad natural de un suelo. **(FAO, 2012).**

Los nutrientes tienen cargas positivas (+) (cationes) o cargas negativas (-) (aniones). De acuerdo a estas cargas los nutrientes son atraídos por los minerales arcillosos y la materia orgánica como bolitas de hierro atraídas por un imán. En la llamada solución del suelo, el agua del suelo contiene los nutrientes en una forma disponible para las plantas. La raíz de la planta puede absorber los nutrientes sólo en forma disuelta. **(FAO, 2012).**

De allí que dichos nutrientes deben ser liberados del complejo de adsorción en la solución del suelo para ser efectivamente disponibles para la planta.

En el suelo entonces existe un equilibrio (balance) entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo. Si este equilibrio es alterado, por ejemplo por la absorción de los nutrientes a través de las raíces de las plantas, los nutrientes son liberados del complejo de adsorción para establecer un nuevo equilibrio. En este proceso los cationes son reemplazados por Ca^{2+} , Mg^{2+} procedentes del material sólido

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

(nutrientes no disueltos) o por iones H^+ , mientras los aniones son reemplazados por OH^- ($H^+ + OH^- =$ agua). Los nutrientes liberados se mueven de la solución más concentrada en la proximidad del complejo de adsorción a la solución de más baja concentración en la vecindad de las raíces. Este proceso de transporte de nutrientes desde el complejo de adsorción a las raíces es llamado difusión, **(FAO, 2012)**.

2.5. Investigaciones relacionadas

Aduayi, citado por Carrillo (1987), ha demostrado que el fósforo, como nutrimento en las primeras etapas de desarrollo del cafeto, es el responsable de formar cafetos vigorosos y con buen sistema de raíces, y promotor de la floración y desarrollo del fruto en la etapa de producción.

En el almácigo, Salazar, citado por Carrillo (1987), encontró respuesta positiva al fósforo. El elevado grado de "intemperización" de nuestros suelos (tropicales) reduce el tenor de silicio disponible para las plantas, así como la disponibilidad de fósforo (P) en el suelo. La diferencia es que la reducción de la disponibilidad del silicio ocurre debido a las pérdidas por lixiviación, en tanto que la disponibilidad del fósforo disminuye por la fijación. La gran mayoría de nuestros suelos tienen gran poder de fijación del fósforo; lo que los hace grandes competidores con las plantas por el fósforo suministrado por el fertilizante.

De acuerdo con Korndörfer y Datnoff (2004), el silicio es un elemento que estimula el crecimiento de algunas plantas, por lo que es considerado como altamente benéfico, incluso esencial para un grupo de ellas.

Matichenkov (2004) considera que el silicio mejora el desarrollo de raíces de las plantas y puede aumentar su masa radicular en un 50 y un 200%.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

3.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el cantón Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, cuyas coordenadas geográficas son latitud Norte 0°, 5', 75"; longitud Oeste 79°, 18', 55", Altitud 390 (msnm); la investigación tuvo una duración de cuatro meses (120 días).

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

3.2 Condiciones meteorológicas

En el cuadro 1, se presenta las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas ~~del lugar~~ de la investigación, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

Con formato: Fuente: Color de fuente: Negro

| Parámetros | Promedios |
|---------------------------|----------------|
| Temperatura Media °C | 22.5 |
| Humedad relativa % | 85.0 |
| Heliofanía anual hora/luz | 903.0 |
| Precipitación mm/año | 2830 |
| Clima | Trópico húmedo |
| Zona ecológica | Bosque húmedo |

Fuente: Cipal, 2014.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

3.3 Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizó en la investigación se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Materiales y equipos utilizados en la investigación, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca

fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Insumos | Unidad | Cantidad |
|-------------------------|--------|----------|
| ENMIENDA 1 (T1) | kg | 120,00 |
| ENMIENDA 2 (T2) | kg | 120,00 |
| ENMIENDA 3 (T3) | kg | 120,00 |
| ENMIENDA 4 (T4) | kg | 120,00 |
| TESTIGO (T5) | kg | 120,00 |
| Palilla | u | 1,00 |
| Machete | u | 1,00 |
| Balde | u | 1,00 |
| Bolsas plásticas 7x18 | u | 1,00 |
| Letreros identificación | u | 20,00 |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Calibri, 11 pto

Con formato: No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo

3.4 Factores en estudio

Los factores en estudio son las enmiendas comerciales Magnesil (silicato de magnesio) y roca fosfórica, aplicados a un cultivo de palma africana establecido.

Enmienda 1. Magnesil (Silicato de magnesio)

Magnesil es una fuente de silicio y magnesio, es un producto elaborado a partir de una materia prima natural, la cual es sometida a ciertos tratamientos que no alteran su composición química y que dan como resultado un producto capaz de suministrar cantidades significativas de silicio soluble.

El Magnesil, al interactuar con las condiciones del suelo y del medio ambiente, como humedad, temperatura, CO₂, microorganismos, materia orgánica, raíces, compuestos minerales del suelo y otros, genera ácido ortosilícico (H₄SiO₄), que

es la forma soluble que actúa en el suelo y la única como la planta puede tomarlo.

Adicionalmente, suministra magnesio, que puede reaccionar con el complejo del suelo o ser absorbido por la planta como nutriente.

Enmienda 2. Roca fosfórica (Bayovar)

Es un fertilizante natural de aplicación directa en suelos de carácter ácido, propios de zonas lluviosas, debido a su alta solubilidad. Cuando se mezcla con materia orgánica (estiércol y/o hierbas) produce un excelente fertilizante para cualquier tipo de suelo. De esta manera se tiene un alto rendimiento en suelos no ácidos.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

3.5 Tratamientos

De la combinación de los factores se tienen los siguientes tratamientos:

Cuadro 3. Nomenclatura, descripción y dosis de los tratamientos en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamientos | Relación enmienda Magnesil : Roca fosfórica | Fórmula (%) | Dosis kg ha ⁻¹ |
|--------------|--|---|------------------------------|
| T1 | 1 : 1 | 9P ₂ O ₅ -15MgO -17CaO-17SiO ₂ | 284,00 |
| T2 | 2.5 : 1 | 4.5P ₂ O ₅ -22MgO-8CaO-26SiO ₂ | 284,00 |
| T3 | 3 : 1 | 3P ₂ O ₅ -25MgO-5CaO-29SiO ₂ | 284,00 |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

| | | | |
|----|-------|--|--------|
| T4 | 5 : 1 | 7P ₂ O ₅ -20MgO-11CaO-23SiO ₂ | 284,00 |
| T5 | 0:00 | (testigo) | - |

Relación de enmienda compleja - Magnesil - Roca fosfórica

3.6 Unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron parcelas de 15 plantas.

Cuadro 4. Esquema del experimento en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamientos | Repeticiones | Plantas/ Repetición | Plantas Tratamiento |
|-------------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| T1 Enmienda 1 | 4 | 15 | 60 |
| T2 Enmienda 2 | 4 | 15 | 60 |
| T3 Enmienda 3 | 4 | 15 | 60 |
| T4 Testigo enmienda | 4 | 15 | 60 |
| T5 Testigo absoluto | 4 | 15 | 60 |
| Total de plantas | | | 300 |

3.7 Diseño experimental

3.7.1 Tipo de diseño

La investigación se realizó con diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuentes de variación | | Grados de libertad |
|----------------------|------------------|--------------------|
| Tratamiento | (t-1) 5 – 1 | 4 |
| Repeticiones | (r-1) 4 – 1 | 3 |
| Error | (t-1) (r-1) | 12 |
| Total | (t x r)-1 | 19 |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

3.7.2 Características de las parcelas experimentales

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Cuadro 6. Características de las parcelas experimentales en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| | |
|--|-------|
| Número de tratamientos | 5 |
| Número de repeticiones | 4 |
| Número de parcelas experimentales | 20 |
| Distancia entre tratamientos. 1 hilera. (metros) | 15 |
| Distancia entre repeticiones. 6 hileras. (metros) | 54 |
| Número de hileras por parcela | 3 |
| Longitud de hileras (5 palmas) (metros) | 45 |
| Área de cada parcela (31m x 45m) m ² | 1395 |
| Área útil de cada parcela: 5 x (área/plato o corona 27,5 m ²) m ² | 137,5 |
| Área sembrada del ensayo m ² | 27900 |

3.8 Mediciones experimentales

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Se tomaron muestras de suelo de cero a cinco (0 a 5) centímetros de profundidad, en cada tratamiento y repetición, se enviaron al laboratorio Iniap Santa Catalina, de la ciudad de Quito para su análisis. Las muestras tomadas fueron a los 0, 60 y 120 días después de la aplicación.

3.8.1. pH en el suelo y acidez intercambiable

Se registraron los datos de pH, acidez intercambiable(AI+H), de cada una de los tratamientos y repeticiones.

3.8.2. Disponibilidad de nitrógeno

Se evaluó también el efecto sobre el comportamiento de nitrógeno.

3.8.3. Disponibilidad de fósforo

Se evaluó también el efecto sobre el comportamiento de fósforo.

3.8.4. Disponibilidad de calcio

Se evaluó también el efecto sobre el comportamiento de calcio.

3.8.5. Disponibilidad de magnesio

Se evaluó también el efecto sobre el comportamiento de magnesio.

3.8.6. Disponibilidad de potasio

Se evaluó también el efecto sobre el comportamiento de potasio.

3.8.7. Variación de CICE (capacidad de intercambio catiónica efectiva)

Con los resultados de los análisis de suelo también medimos el índice de fertilidad del suelo y su variación. Esto, es el resultado de la suma de las bases de intercambio (calcio, magnesio, potasio).

3.9. Manejo del Experimento

Se llevó a cabo en la hacienda Tarragona, propiedad de la empresa Chemarapal SA, empresa palmicultora ya desde 1978. La cual cuenta con una extractora para su fruto y también acopia fruta fresca de los alrededores.

El lote en el cual se desarrolló la presente tesis fue el 4G, con un cultivo de palma establecido de 14 años. El cual dentro del monitoreo de cada año ha presentado problemas de pH <5.5 y concentraciones de aluminio intercambiable en rangos entre (0.33-2.30), lo cual determina un aspecto visible de problemas de absorción de magnesio en las plantas. La producción se ha visto muy limitada también y pese a las aplicaciones de cada año de enmiendas a base de carbonato de calcio y magnesio este panorama no ha cambiado significativamente.

Tomando en cuenta lo anterior, se escogió para llevar a cabo la aplicación de las enmiendas complejas (mezcla de dos o varios compuestos correctivos de acidez) propuestas en el presente trabajo.

El tipo de suelo donde está establecido el experimento es de orden inceptisoles, ya que estos suelos se caracterizan por tener pH ácido, acumulan arcillas amorfas, presentan alto contenido de materia orgánica y fertilidad variable.

Los componentes principales fueron: la enmienda Magnesil procedente de la empresa Mejisulfatos SA, Colombia, y Roca Fosfórica Bayovar, procedente de Perú.

Se hicieron varias relaciones de mezclas Magnesil : Roca fosfórica, 1:1, 2.5:1, 3:1, 5:1 (testigo enmienda), dando cada relación diferentes concentraciones de sus componentes.

Cada una de las mezclas se realizó manual y cuidadosamente en base a la relación correspondiente, y se calculó lo necesario para el experimento. La dosis se estandarizó a 284 kg por hectárea. Tomando en cuenta que una hectárea de palma establecida en campo tiene 142 plantas.

3.9.1. Aplicación de las enmiendas en campo:

a.- Limpieza de plato o corona

Previo a la aplicación al suelo de cada enmienda experimento, se realizó una corona manual de 2.5 metros, de corte muy bajo. Esto con el fin de asegurar que la enmienda llegue directo al suelo, así mismo verificar la distribución de esta en el área de 27,5 metros cuadrados.

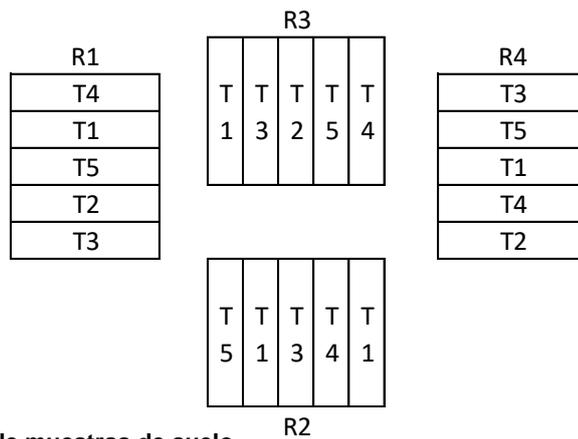
b.- Distribución e identificación de tratamientos y repeticiones

En campo se dividió las parcelas, las cuales constaron de 15 plantas, distribuidas en 3 hileras de 5 plantas cada una. En cada parcela se aplicaría un tratamiento, al azar.

Las repeticiones se establecieron acorde al terreno, tomando en cuenta la homogeneidad en topografía del mismo. Se determinaron 4 repeticiones con 5 parcelas cada una.

La distancia entre parcelas tratamiento fue de 1 hilera, es decir 15 metros, mientras que la distancia entre repeticiones fue de 7 hileras, 54 metros.

Ya teniendo distribuidas las 4 repeticiones y 20 parcelas necesarias, por sorteo se repartió e identifico los tratamientos con rótulos de 20 x 30 cm.



c.- Toma de muestras de suelo

Se tomó muestras de suelo a los cero días, es decir antes de la aplicación de los tratamientos, y luego a los 60 y 120 días.

Con ayuda de una pala, un flexómetro y un balde, se procedió a tomar las muestras de suelo correspondiente a cada tratamiento dentro de cada repetición. La profundidad de toma de muestra fue tan solo lo que está contenido de 0 a 5 centímetros desde la superficie del suelo, siempre haciendo a un lado la materia orgánica superficial.

Estas muestras de suelo se tomaron aleatoriamente en la corona de las 3 palmas del centro de cada parcela tratamiento. Explicándolo mejor: cada parcela tiene 15 palmas, compuesta de 3 hileras de 5 palmas, de la hilera 2 de la parcela se tomaron muestras de las 3 palmas del centro, descartando las palmas de los lados y una de cada esquina en la hilera 2.

Se obtuvieron un total de 20 muestras de suelo en cada medición que se realizó.

d.- Envío de muestras al laboratorio

En el periodo correspondiente a cada toma de muestras, se etiquetaron y enviaron a la ciudad de Quito, laboratorio Santa Catalina. El laboratorio emitió los resultados después de 20 días laborables.

e.- Aplicación de enmiendas

Se aplicó al voleo, sin incorporación y distribuido alrededor de la planta y directo a la corona dos kilogramos de la enmienda correspondiente a cada tratamiento.

La aplicación de las dosis de enmiendas se realizó a las 15 plantas involucradas en cada tratamiento.

Se realizó una sola aplicación de la dosis antes descrita a cada planta, esto fue la dosis total del experimento.

f.- Evaluación

La evaluación cero, se realizó antes de la aplicación de las enmiendas de cada tratamiento, a mediados del mes de enero de 2014. Las siguientes evaluaciones se realizaron a los 60 y 120 días después de la aplicación de la enmienda. Esto fue a mediados de los meses de marzo y julio.

3.10. Análisis Económico

El análisis económico que se realizó en esta investigación es la comparación de los costos de aplicación de las enmiendas, para lo que se utilizó la fórmula:

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

CT = Costos totales, CF = Costos fijos, CV = Costos variables

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. pH en el suelo

Una vez realizada el ADEVA de la variable pH del suelo a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,1085; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,9666. (Anexo 2)

Existe una diferencia no significativa en la variable pH del suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,2611; y una diferencia estadística significativa para las repeticiones de 0,0873 de probabilidad (Anexo 3)

Al analizar la variable pH del suelo a los 120 días, esta presento diferencia altamente significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,0152**; para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,0329. (Anexo 4)

En la comparación de la media de la variable pH del suelo a los 0 días por Tukey (0,05) entre tratamientos Cuadro N° 8 indica una sola categoría para todos los tratamientos con valores que fluctúan desde 4,66 hasta 5,36 pH a los 0 días de investigación.

El pH ideal de un suelo será diferente según su naturaleza, el cultivo en cuestión y el elemento fertilizante considerado.

Comparando medias de la variable pH del suelo a los 60 días por Tukey (0,05) por tratamiento presenta una única categoría con valores que fluctúan de 5,43 hasta 5,76 pH del suelo a los 60 días.

En tierras bien constituidas no resultan excesivos los valores de pH, no obstante el objetivo deseable cuando se trata de corregir el pH debe ser muy inferior procurando siempre evitar el sobre encalado, ya que tiene

consecuencias muy perjudiciales para la asimilación de los muchos de los elementos nutrientes.

En el cuadro 7, se observa que la comparación de medias de la variable pH en el suelo y acidez intercambiable, por Tukey (0,05) entre tratamientos, demuestra una primera categoría con un valor de 5,76 pH para el tratamiento T2 (4.5P₂O₅-22MgO-8CaO-26SiO₂), una segunda categoría intermedia para los tratamientos T3 Enmienda 3 (3P₂O₅-25MgO-5CaO-29SiO₂) con un valor de 5,67 y T1 Enmienda 1 (9P₂O₅ -15MgO -17CaO-17SiO₂) con un valor de 5,67 y una tercera y última categoría para los tratamientos T4 Testigo enmienda (7P₂O₅-20MgO-11CaO-23SiO₂) con un valor de 5,51 y T5 Testigo con un pH de 5,37; estos resultados se pueden confirmar con **Bernal (2008)**, quien manifiesta que se puede requerir menos cantidad de enmiendas para alcanzar el efecto que se lograría solamente con la aplicación de cal.

Cuadro 7. Potencial hidrogeno (pH) en el suelo a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamientos | pH a los 0 días | pH a los 60 días | pH a los 120 días |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| T5 Testigo | 5,36 a | 5,36 a | 5,37 b |
| T3 Enmienda 3 | 5,25 a | 5,59 a | 5,67 ab |
| T1 Enmienda 1 | 5,10 a | 5,61 a | 5,67 ab |
| T2 Enmienda 2 | 5,00 a | 5,60 a | 5,76 a |
| T4 Testigo enmienda | 4,66 a | 5,43 a | 5,51 b |
| Coefficiente de variación | | | |
| % | 6,84 | 3,37 | 2,67 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

La enmienda del tratamiento T4 es la mejor modificando el pH en los suelos del cultivo de palma, modificando el pH de 4.66 a 5.51 a los 120 días después

de la aplicación. Con estos resultados se acepta la hipótesis que al aplicar al voleo y sin incorporación las enmiendas complejas: silicato magnésicas más roca fosfórica, se tendrá cambios de pH para la condición del cultivo de palma de aceite.

4.1.2. Disponibilidad de NH₄.

El análisis de la variable disponibilidad de NH₄⁺ a los 0 días presenta diferencia altamente significativa para los tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,0069** de igual manera presento diferencia estadística para las repeticiones alcanzando una probabilidad de 0,0329 (Anexo 5)

Posteriormente se analiza la variable de disponibilidad de NH₄ a los 60 días el cual no presenta diferencia estadística para los tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,5306, como también para las repeticiones con una probabilidad de 0,9030 (Anexo 6)

Al analizar la variable de disponibilidad de NH₄ a los 120 días, esta no presenta diferencia estadística para los tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,2710 como también para las repeticiones sin diferencia estadística tan solo numérica alcanzando una probabilidad para las repeticiones de 0,1909 (Anexo 7)

En comparación de medias de la variable 0 días de disponibilidad por Tukey (0,05) entre tratamientos cuadro 8, indica una primera categoría para el tratamiento T5 (testigo) con un valor de 54,50 , una segunda categoría intermedia para los tratamientos T1 Enmienda 1 (9P₂O₅ -15MgO -17CaO-17SiO₂) con un valor de 43,00 y T3 Enmienda 3 (3P₂O₅-25MgO-5CaO-29SiO₂) con 42,50. Posteriormente tenemos una tercera y última categoría para el tratamiento T4 Enmienda 4 (7P₂O₅-20MgO-11CaO-23SiO₂) con un valor de 30,50 y el tratamiento T2, Enmienda 2 (4.5P₂O₅-22MgO-8CaO-26SiO₂) con un valor de 28,50 de disponibilidad de amonio.

En la comparación de medias de la variable, disponibilidad de NH₄ por Tukey (0,05) entre tratamientos a los 60 días, no hay diferencia estadística entre tratamientos, tan solo numérica con valores que fluctúan desde 4,65 hasta 6,19 de disponibilidad de amonio en el suelo.

De igual manera se realizó un análisis de comparación de media de la variable NH₄ de disponibilidad en el suelo a los 120 días, por Tukey (0,05) entre tratamientos en el cual no presenta diferencia estadística tan solo numérico con una sola categoría con valores que fluctúan desde 6,40 hasta 8,00 de disponibilidad de NH₄ en el suelo. Estos resultados se deben a que es un elemento poco móvil en el suelo y es retenido fácilmente por las arcillas en forma de amoniaco y además Las pérdidas se producen por volatilización cuando el amonio (NH₄⁺) se transforma en amoniaco (NH₃).

Navarro G, (2014) manifiesta que los fertilizantes nitrogenados que contienen o forman amonio (NH₄⁺) incrementan la acidez del suelo a menos que la planta absorba NH₄⁺ directamente. Esta forma de nitrógeno (N) se convierte en nitrato (NO₃⁻) a través de oxidación biológica

Cuadro 8. Disponibilidad de NH₄ a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamiento | Nitrógeno (NH ₄ ⁺) | | |
|------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 54,50 a | 6,19 a | 7,09 a |
| T3 Enmienda 3 | 43,00 ab | 4,97 a | 6,40 a |
| T1 Enmienda 1 | 42,50 ab | 5,57 a | 7,62 a |
| T2 Enmienda 2 | 30,50 b | 5,51 a | 6,70 a |
| T4 Testigo enmienda | 28,50 b | 4,65 a | 8,00 a |
| Coefficiente de variación % | 21,73 | 24,31 | 15,02 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

4.1.3. Disponibilidad de potasio

Una vez realizada el ADEVA de la variable de disponibilidad de potasio (K) a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,4557; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,1098 (Anexo 8)

Existe una diferencia no significativa en la variable de disponibilidad de potasio (K) suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,4944; y una diferencia estadística no significativa para las repeticiones de 0,0024 de probabilidad (Anexo 9)

Al analizar la variable de disponibilidad de potasio (K) suelo a los 120 días, esta no presento diferencia significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,0848 para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,1041 (Anexo 10)

En la comparación de la media de la variable disponibilidad de potasio (k) en el suelo a los 0 días por TUKEY (0,05) entre tratamientos Cuadro N° 10 indica una sola categoría para todos los tratamientos con valores que fluctúan desde 1,36 hasta 1,63 de potasio a los 0 días de investigación.

En comparación de medias de la variable, disponibilidad de Potasio(K) por Tukey (0,05) entre tratamientos a los 60 días, no hay diferencia estadística entre tratamientos, tan solo numérica obteniendo valores que fluctúan desde 1,06 hasta 1,18 de disponibilidad de potasio (K) en el suelo.

De igual manera se realizó un análisis de comparación de media de la variable disponibilidad de potasio (K) en el suelo a los 120 días, por Tukey (0,05) entre tratamientos en el cual no presenta diferencia estadística tan solo numérico con una sola categoría con valores que fluctúan desde 0,91 hasta 1,39 de disponibilidad de potasio (K) en el suelo .Por lo que se concuerda con **fertilizer (2015)** el potasio disuelto en la solución del suelo está inmediatamente

disponible para las plantas. Sin embargo, las cantidades presentes en la solución del suelo son muy pequeñas. Cuando la planta extrae el potasio de la solución del suelo, su concentración se repone inmediatamente por el potasio en la forma intercambiable.

Al disminuir la concentración de potasio intercambiable, éste se moverá desde zonas más distantes del sistema radicular hasta restablecer nuevamente el equilibrio.

Por lo tanto, medir el potasio en la solución del suelo no representa la cantidad total de potasio disponible para las plantas.

Cuadro 9. Disponibilidad de potasio a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamiento | Potasio (K) | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 1,63 a | 1,18 a | 0,91 a |
| T3 Enmienda 3 | 1,58 a | 1,24 a | 1,11 a |
| T1 Enmienda 1 | 1,56 a | 1,11 a | 0,96 a |
| T2 Enmienda 2 | 1,41 a | 1,22 a | 1,39 a |
| T4 Testigo enmienda | 1,36 a | 1,06 a | 0,92 a |
| Coefficiente de variación % | 15,02 | 14,39 | 20,95 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

4.1.4. Disponibilidad de calcio

Una vez realizada el ADEVA de la variable Disponibilidad de calcio en el suelo a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,9480; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,7058. (Anexo 11)

Existe una diferencia no significativa para los tratamientos en la variable Disponibilidad de calcio en el suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,2306; y una diferencia estadística no significativa para las repeticiones de 0,0764 de probabilidad (Anexo 12)

Al analizar la variable disponibilidad de Calcio (Ca) en el suelo a los 120 días, esta presentó diferencia no significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,2431 para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,2133. (Anexo 13).

En la separación de medias de la variable Disponibilidad de Calcio en el suelo a los 0 días, por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 11); presenta una sola categoría con valores que oscilan desde 2,81 hasta 3,04 de disponibilidad de calcio.

Estos resultados demuestran que la acción específica del calcio es neutralizar la acidez de los suelos, pero tiene además otros efectos beneficiosos como mejorar la estructura de los suelos arcillosos, al hacer que se agrupen sus partículas diminutas en granos más gruesos, por lo que se concuerda con lo citado por **Bernal, (2008)**, quien expresa que la aplicación conjunta de yeso y cal ayuda a reducir los problemas de acidez en el subsuelo, en un periodo de tiempo menor al que se logra con la aplicación exclusiva de cal. Esto permite la aplicación de los dos correctivos en una sola operación.

Comparando medias de la variable Disponibilidad de Calcio a los 60 días, igualmente presenta una única categoría con valores que fluctúan desde 4,80 hasta 6,98 de disponibilidad de Calcio (Ca) en el suelo.

Al analizar la comparación de medias de la variable Disponibilidad de Calcio (Ca) a los 120 días (Cuadro 11), presenta una sola y única categoría con valores que se fluctúan desde 5,30 hasta 8,03 de disponibilidad de Calcio en el suelo. Sin embargo, su exceso es tan dañino como su carencia, ya que puede producir deficiencia en otros elementos, concretamente de fósforo, manganeso,

zinc y boro o bloquear la absorción de determinados nutrientes por parte de las plantas.

Cuadro 10. Disponibilidad de calcio a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014

| Tratamiento | Calcio (Ca) | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 3,04 a | 5,85 a | 6,70 a |
| T3 Enmienda 3 | 3,01 a | 6,20 a | 7,38 a |
| T1 Enmienda 1 | 2,90 a | 5,48 a | 6,93 a |
| T2 Enmienda 2 | 2,89 a | 4,80 a | 5,30 a |
| T4 Testigo enmienda | 2,81 a | 6,98 a | 8,03 a |
| Coefficiente de variación % | 15,38 | 21,93 | 23,44 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

4.1.5. Disponibilidad de magnesio

Una vez realizada el ADEVA de la variable de disponibilidad de Magnesio (Mg) a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,9143; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,6880 (Anexo 14).

Existe una diferencia no significativa para los tratamientos en la variable Disponibilidad de Magnesio (Mg) en el suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,5649; y una diferencia estadística no significativa de igual manera para las repeticiones de 0,1023 de probabilidad (Anexo 15).

Al analizar la variable disponibilidad de Magnesio (Mg) en el suelo a los 120 días, esta presento diferencia no significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,8826, y para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,9830. (Anexo 16).

En la separación de medias de la variable Disponibilidad de Magnesio (Mg) en el suelo a los 0 días, por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 12); presenta una sola categoría con valores que oscilan desde 2,81 hasta 3,04 de disponibilidad de Mg. De igual manera los 60 y 120 días de disponibilidad de Magnesio se presenta una sola categoría en los dos procesos investigativos con valores que fluctúan en a los 60 días desde 1,90 hasta 2,65 y a los 120 días con 1,70 hasta 2,03 de disponibilidad de Magnesio en el suelo del cantón Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Estos resultados analizados de una forma cualitativa se debe a que el magnesio está considerado como un elemento secundario, cuyo contenido debe expresarse en oxido de magnesio total. Sin embargo lo que cuenta para el agricultor es el magnesio asimilable que debe ser de 2 a 10% de existencia total, valor determinado por los laboratorios y cuya interpretación depende, en gran medida de la naturaleza de los suelos, de su acidez, de la abundancia de otros cationes, cuya excesiva abundancia en el complejo absorbente puede ser perjudicial.

Cuadro 11. Disponibilidad de Magnesio a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamiento | Magnesio (Mg) | | |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 1,95 a | 2,18 a | 1,70 a |
| T3 Enmienda 3 | 1,90 a | 2,40 a | 1,75 a |
| T1 Enmienda 1 | 1,86 a | 2,58 a | 1,75 a |
| T2 Enmienda 2 | 1,85 a | 2,65 a | 1,90 a |
| T4 Testigo enmienda | 1,83 a | 1,90 a | 2,03 a |
| Coefficiente de variación % | 10,86 | 29,85 | 27,88 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

- Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Los análisis de suelo complementaran el examen visual que ha permitido descubrir una carencia. El aporte de estiércol y enmiendas calizo magnésicas bastara, en la mayoría de los casos, para mantener una riqueza de Mg cambiante suficiente en los suelos, estos aportes se harán preferentemente a los cultivos más sensibles.

En tal sentido se concuerda con **Velarde A, (2006)** quien deduce que un análisis de suelo es la mejor herramienta para calcular una dosis adecuada. Con el encalado no solo se corregirá la acidez sino también se aumentarán la disponibilidad de algunos elementos. La cantidad de cal a aplicar dependerá del pH de suelo, del tipo de suelo, del tipo de cultivo, del aluminio intercambiable del suelo y la concentración crítica de nutrientes como calcio y magnesio.

4.1.6. Disponibilidad de fósforo.

Una vez realizada el ADEVA de la variable de disponibilidad de Fosforo (P) a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,2226; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,4758 (Anexo 17).

Existe una diferencia no significativa para los tratamientos en la variable Disponibilidad de Fosforo (P) en el suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,7043; y una diferencia estadística no significativa de igual manera para las repeticiones de 0,2108 de probabilidad (Anexo 18).

Al analizar la variable disponibilidad de Fosforo (P) en el suelo a los 120 días, esta presento diferencia no significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,8896 y para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,3786. (Anexo 19).

En la separación de medias de la variable Disponibilidad de Fosforo (P) en el suelo a los 0 días, por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 13); presenta

una sola categoría con valores que oscilan desde 6,63 hasta 10,11 de disponibilidad de Fosforo en el suelo. De igual manera los 60 y 120 días de disponibilidad de Fosforo se presenta una sola categoría en los dos procesos investigativos con valores que fluctúan a los 60 días desde 7,59 hasta 9,20 y a los 120 días con 8,57 hasta 10,04 de disponibilidad de Fosforo (P) en efecto acondicionante de cuatro enmiendas silicato magnésicas y roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*elaeis guineensis jacq*), para corrección de pH en un suelo acidoácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Cuadro 12. Disponibilidad de fósforo a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamiento | Fosforo (P) | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 9,61 a | 9,20 a | 9,45 a |
| T3 Enmienda 3 | 6,63 a | 9,06 a | 9,50 a |
| T1 Enmienda 1 | 9,92 a | 8,14 a | 10,04 a |
| T2 Enmienda 2 | 10,11 a | 7,83 a | 9,30 a |
| T4 Testigo enmienda | 7,53 a | 7,59 a | 8,57 a |
| Coefficiente de variación % | 27,96 | 23,56 | 21,51 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

Por lo que se concuerda con **El Agro (2012)** quienes manifiestan que el fosforo en el suelo sirve para activar el desarrollo de las raíces, dar resistencia al ataque de plagas y enfermedades, aumenta precocidad, ayuda a las bacterias fijadoras del nitrógeno, en consecuencia mejora la calidad del producto cosechado, e igualmente la mismo autor manifiesta que el uso de la **roca fosfórica** se usa como fertilizante de aplicación directa e insumo para la producción de superfosfatos, ácido fosfórico y otros derivados. En suelos ácidos, propios de las zonas lluviosas, se usa como fertilizante de aplicación

directa con excelentes resultados, compitiendo en rendimiento con los súper fosfatos.

Con estos resultados se acepta la hipótesis, como efecto secundario se liberaran nutrientes asimilables como el fósforo fijado del suelo, cual quedará disponible dentro del periodo de reacción.

4.1.7. Variación de CICE

Una vez realizado el ADEVA de la variable variación de CICE a los 0 días registra diferencia no significativa para los tratamientos, alcanzando una probabilidad de 0,8791; de igual manera no presento diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,9404 (Anexo 20)

Existe una diferencia no significativa para los tratamientos en la variable variación del CICE en el suelo a los 60 días alcanzando una probabilidad de 0,3626; y una diferencia estadística no significativa de igual manera para las repeticiones de 0,1215 de probabilidad (Anexo 21)

Al analizar la variable variación del CICE en el suelo a los 120 días, esta presento diferencia no significativa entre tratamientos alcanzando una probabilidad de 0,9448 y para las repeticiones obtuvo una probabilidad significativa con un valor de 0,9973. (Anexo 22)

En la separación de medias de la variable variación del CICE en el suelo a los 0 días 60 días y 120 días por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 14); presentan una sola categoría todos los procesos investigativos con valores que fluctúan, a partir de los 0 días desde 8,10 hasta 9,80 de variación, a los 60 días desde 7,05 hasta 10,17 y por ultimo a los 120 días desde 3,46 hasta 3,70 de variación de capacidad de intercambio catiónica efectiva

Con los resultados de los análisis de suelo también mide el índice de fertilidad del suelo y su variación. Esto, es el resultado de la suma de las bases de intercambio (calcio, magnesio, potasio).

La capacidad de intercambio catiónico (CICE) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, merced a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su CICE, por lo que se concuerda con **FAO (2012)** quien manifiesta que, la capacidad del suelo para retener una cierta cantidad de nutrientes (almacenamiento o capacidad de adsorción) determina la fertilidad natural de un suelo.

Cuadro 13. Variación de CICE a los 0, 60 y 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Tratamiento | Capacidad de intercambio catiónico (CICE) | | |
|------------------------------------|---|--------------|--------------|
| | 0 días | 60 días | 120 días |
| T5 Testigo | 3,50 a | 9,14 a | 9,80 a |
| T3 Enmienda 3 | 3,50 a | 10,17 a | 9,69 a |
| T1 Enmienda 1 | 3,46 a | 8,26 a | 9,11 a |
| T2 Enmienda 2 | 3,71 a | 7,05 a | 8,49 a |
| T4 Testigo enmienda | 3,70 a | 10,17 a | 8,10 a |
| Coefficiente de variación % | 29,39 | 24,24 | 20,21 |

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

4.2 Análisis económico

El costo de aplicación de los tratamientos que se presenta en el cuadro 10, permite observar que el tratamiento de menor costo de aplicación /ha⁻¹ con un valor de USD 37,30 es el tratamiento T1 Enmienda 1 en el que se utiliza (9P₂O₅ -15MgO -17CaO -17SiO₂); mientras que el más costoso resulta ser el tratamiento T4 Testigo enmienda, en el que se utiliza (7P₂O₅ -20MgO -11CaO -23SiO₂) con un costo de \$ 40,44/ha⁻¹.

Los resultados del análisis de costos de aplicación de los tratamientos que se reportan en el cuadro 10, permite observar que el tratamiento T1 que es el más económico, resultó ser el más efectivo para dejar en disponibilidad el fósforo para en el cultivo de palma.

Cuadro 14. Costos de aplicación en dólares en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Concepto | Tratamientos | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Enmienda 1 | 25,30 | - | - | - | - |
| Enmienda 2 | - | 28,30 | - | - | - |
| Enmienda 3 | - | - | 27,96 | - | - |
| Testigo enmienda | - | - | - | 28,44 | - |
| Corona (jornales) | 9,00 | 9,00 | 9,00 | 9,00 | - |
| Aplicación (jornales) | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | - |
| Costo de aplicación USD/ha | 37,30 | 40,30 | 39,96 | 40,44 | - |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos y en las condiciones en que fueron realizados los ensayos, es posible concluir que:

El Tratamiento 4 (Testigo enmienda) es la mejor modificando el pH en los suelos del cultivo de palma, modificando el pH de 4.66 a 5.51, lo cual representa 0,85 puntos en la escala de pH a los 120 días después de la aplicación.

El tratamiento T4 presenta el valor más alto de disponibilidad de NH₄, Calcio, Magnesio en el suelo con 8.00, 8.03 y 2.03 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda.

El tratamiento T2 presenta el valor más alto de disponibilidad de potasio en el suelo con 1.39 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda.

El tratamiento T1 presenta el valor más alto de disponibilidad de fósforo en el suelo con 10.04 ppm de disponibilidad a los 120 días de aplicada la enmienda.

Los tratamientos T3 y T4 presentan el valor más alto de CICE 10.17 en el suelo a los 60 días de aplicada la enmienda.

El tratamiento de menor costo de aplicación /ha⁻¹ con un valor de USD 37,30 es el tratamiento T1 Enmienda 1 en el que se utiliza (9P₂O₅ -15MgO -17CaO - 17SiO₂).

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

5.2. Recomendaciones

- Para corregir los niveles de pH del suelo, se recomienda el Tratamiento 4 ($7P_2O_5-20MgO-11CaO-23SiO_2$).
- Como alternativa económica se recomienda la enmienda 1 ($9P_2O_5 - 15MgO - 17CaO-17SiO_2$).
- Realizar análisis de suelo periódicamente en los cultivos de palma de aceite en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, para de esta manera seguir su estado cálcico y magnésico del suelo para determinar si es o no necesario la aplicación de enmiendas.
- Utilizar enmiendas cálcicas y magnésicas ya que son las únicas que se consideran como enmiendas activa físicas, químicas y biológicas.

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA

← **Con formato:** Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

← **Con formato:** Interlineado: 1.5 líneas

6.1 Literatura citada

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Ávila H. 2015 Características Mineralógicas, Geológicas y su aplicación, Impreso en Mexico, Mograpsh Pp 24.

Bernal A. 2008. Manejo ecológico del suelo: la agricultura en regiones tropicales. 5 ed. Buenos Aires: Ataneo.

Berettino D. 2005. Acidificación del suelo y aguas: Problemas y soluciones. Eds- Instituto Geológico y Minero de España. Serie N°7 Pp 49

Cipal. 2014. Valores acumulados registrados en la Estación Meteorológica del Centro de Investigaciones de Palma Aceitera, CIPAL. La Concordia, Ecuador.

Chueiri, W. 2004. "El fósforo en los suelos tropicales". [En línea]. Revista El productor. Disponible en: www.revistaelproductor.com/setiembre2003/fertilización [citado: 10 de noviembre de 2005].

Domenech X. 2006 Química Ambiental y Síntesis Terrestre. Editorial Reverte, impreso en España Pp 90-91

Duque G.; Contreras, C. & Alfonso, D. 2004. "Abonos de Tipo Natural (Silicatos) Como Alternativa Para Mejorar los Sembrados de Arroz". [En línea]. VI FERIA DE LA QUÍMICA. Disponible en: <http://www.universidaddelosandes.com.co> [citado: 2 de febrero de 2015].

El Agro 2012. La roca fosfórica fertilizante natural. Consultado el 16 de Marzo del 2015. Disponible en: <http://www.revistaelagro.com/2012/11/01/la-roca-fosforica/>.

- Epstein, E. 2003. "Silicio (Si)". En: Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology. Vol. 50. pp. 641-64.
- FAO. 2012. Los fertilizantes y su uso. (en línea) Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf> , Consultado el 13 de Marzo del 2015.
- Espinosa J. 2003. Encalados de suelos tropicales. En: manejo integral de la fertilidad del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencias del suelo. Bogotá.
- Heredia L. 2011 en línea. Consultado el 16 de Marzo del 2015. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos95/yeso-como-enmienda-agricola-suelos-costa-peruana/yeso-como-enmienda-agric>
- Malavolta, E. 2003. Nutricao mineral e adubacao do cafeeiro. Colheitas economicas máximas. Sao Paulo, Brasil, Ed. Ceres. 210 p.
- Manahan S. 2007. Introducción a la Química Ambiental, Impreso en España por Liberduplex, S.L.U. Primera edición Pp 643.
- Navarro G. 2014. Fertilizantes Química y Acción. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. Pp 61.
- Korndörfer, G. & Pereira, H. 2004. "O papel do silicio na citricultura". [En línea]. Rev. Citricultura actual, 4(25): 16-18. Disponible en: [http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Arquitos%20Papers/Rev.Citric.Actua%202001%20%20Si%20nas%20plantas%204\(25\)16-18.pdf](http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Arquitos%20Papers/Rev.Citric.Actua%202001%20%20Si%20nas%20plantas%204(25)16-18.pdf) [citado: 4 de febrero de 2006].
- Osorio. W. 2012. Manejo de Nutrientes en Suelos del Trópico. ISBN: 978-958-44-9746-8. In print.

Rodríguez N. 2011. Mantenimiento y manejo de invernaderos. Primera Edición
INNOVA .Impreso en Málaga. Código past AGAHO108.

Velarde G. 2006 Manual Técnico de Jardinería. Ediciones Mundi-Prensa
Impreso en Madrid. Pp 45.

Villalaz C. 2004. Mecánica del suelo y sedimentaciones. Impreso en México,
Quinta Edición, Editorial Limusa. Pp 17.

CAPITULO VII
ANEXOS

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: Izquierda, Con relación a: Columna, Vertical: En línea, Con relación a: Margen, Horizontal: 0 cm, Ajuste automático

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas, Posición: Horizontal: 3.35 cm, Con relación a: Página, Vertical: 5.29 cm, Con relación a: Párrafo

Anexo 1. Resultados del análisis de variancia de pH a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 1,15 | 0,29 | | 0,1085 |
| Repeticiones | 3 | 0,03 | 0,01 | | 0,9666 |
| Error | 12 | 1,44 | 0,12 | | |
| Total | 19 | 2,63 | | | |

Coeficiente de variación 6,84 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 2. Resultados del análisis de variancia de pH a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,22 | 0,05 | | 0,2611 |
| Repeticiones | 3 | 0,30 | 0,10 | | 0,0873 |
| Error | 12 | 0,43 | 0,04 | | |
| Total | 19 | 0,94 | | | |

Coeficiente de variación 3,37 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 3. Resultados del análisis de variancia de pH a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,45 | 0,11 | 0,0152** | |
| Repeticiones | 3 | 0,37 | 0,12 | 0,0142 | |
| Error | 12 | 0,28 | 0,02 | | |
| Total | 19 | 1,10 | | | |

Coefficiente de variación 2,67 %

** = Altamente Significativa

- Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 4. Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH4) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 1791,20 | 447,80 | 0,0069** | |
| Repeticiones | 3 | 912,80 | 304,27 | 0,0329 | |
| Error | 12 | 897,20 | 74,77 | | |
| Total | 19 | 3601,20 | | | |

Coefficiente de variación 21,73 %

** = Altamente Significativo

- Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 5. Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH₄) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|
| | | | | 0,05 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 5,68 | 1,42 | 0,5306 |
| Repeticiones | 3 | 0,96 | 0,32 | 0,9030 |
| Error | 12 | 20,48 | 1,71 | |
| Total | 19 | 27,12 | | |

Coeficiente de variación 24,31 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 6. Resultados del análisis de variancia de Nitrógeno (NH₄) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|
| | | | | 0,05 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 6,82 | 1,70 | 0,2710 |
| Repeticiones | 3 | 6,44 | 2,15 | 0,1909 |
| Error | 12 | 13,89 | 1,16 | |
| Total | 19 | 27,14 | | |

Coeficiente de variación 15,02 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 7. Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,21 | 0,05 | 0,4257 | |
| Repeticiones | 3 | 0,38 | 0,13 | 0,1098 | |
| Error | 12 | 0,62 | 0,05 | | |
| Total | 19 | 1,21 | | | |
| Coeficiente de variación 15,02 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 8. Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,10 | 0,03 | 0,4944 | |
| Repeticiones | 3 | 0,73 | 0,24 | 0,0024 | |
| Error | 12 | 0,33 | 0,03 | | |
| Total | 19 | 1,16 | | | |
| Coeficiente de variación 14,39 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 9. Resultados del análisis de variancia de Potasio (K) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,65 | 0,16 | 0,0484 | |
| Repeticiones | 3 | 0,38 | 0,13 | 0,1041 | |
| Error | 12 | 0,59 | 0,05 | | |
| Total | 19 | 1,61 | | | |
| Coeficiente de variación 20,95 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 10. Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,14 | 0,04 | 0,9480 | |
| Repeticiones | 3 | 0,29 | 0,10 | 0,7058 | |
| Error | 12 | 2,43 | 0,20 | | |
| Total | 19 | 2,86 | | | |
| Coeficiente de variación 15,38 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 11. Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 10,74 | 2,68 | 0,2306 | |
| Repeticiones | 3 | 15,32 | 5,11 | 0,0674 | |
| Error | 12 | 19,78 | 1,65 | | |
| Total | 19 | 45,83 | | | |
| Coeficiente de variación 21,93 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 12. Resultados del análisis de variancia de Calcio (Ca) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 16,84 | 4,09 | 0,2431 | |
| Repeticiones | 3 | 13,43 | 4,48 | 0,2133 | |
| Error | 12 | 31,08 | 2,59 | | |
| Total | 19 | 60,85 | | | |
| Coeficiente de variación 2,44 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 13. Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,04 | 0,01 | | 0,9143 |
| Repeticiones | 3 | 0,07 | 0,02 | | 0,6680 |
| Error | 12 | 0,50 | 0,04 | | |
| Total | 19 | 0,60 | | | |

Coeficiente de variación 10,86 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 14. Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 1,50 | 0,38 | | 0,5649 |
| Repeticiones | 3 | 3,77 | 1,26 | | 0,1023 |
| Error | 12 | 5,85 | 0,49 | | |
| Total | 19 | 11,13 | | | |

Coeficiente de variación 29,85 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 15. Resultados del análisis de variancia de Magnesio (Mg) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 0,29 | 0,07 | | 0,8826 |
| Repeticiones | 3 | 0,04 | 0,01 | | 0,9830 |
| Error | 12 | 3,11 | 0,26 | | |
| Total | 19 | 3,44 | | | |

Coeficiente de variación 27,88 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 16. Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 39,91 | 9,98 | | 0,2226 |
| Repeticiones | 3 | 15,95 | 5,32 | | 0,4758 |
| Error | 12 | 71,98 | 6,00 | | |
| Total | 19 | 127,85 | | | |

Coeficiente de variación 27,96 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 17. Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 8,50 | 2,13 | 0,7043 | |
| Repeticiones | 3 | 20,33 | 6,78 | 0,2108 | |
| Error | 12 | 46,56 | 3,88 | | |
| Total | 19 | 75,39 | | | |
| Coeficiente de variación 23,56 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 18. Resultados del análisis de variancia de Fósforo (P) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 4,44 | 1.11 | 0,8896 | |
| Repeticiones | 3 | 13,68 | 4,56 | 0,3786 | |
| Error | 12 | 48,74 | 4,06 | | |
| Total | 19 | 66.86 | | | |
| Coeficiente de variación 21,51 % | | | | | |

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 19. Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicatos magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq)., para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 8,75 | 2,19 | | 0,8791 |
| Repeticiones | 3 | 2,94 | 0,98 | | 0,9404 |
| Error | 12 | 90,56 | 7,55 | | |
| Total | 19 | 102,25 | | | |

Coeficiente de variación 29,39 %

- Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 20. Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicatos magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq)., para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad | |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------|--------|
| | | | | 0,05 | 0,01 |
| Tratamientos | 4 | 21,20 | 5,30 | | 0,3626 |
| Repeticiones | 3 | 31,60 | 10,53 | | 0,1215 |
| Error | 12 | 53,26 | 4,44 | | |
| Total | 19 | 106,06 | | | |

Coeficiente de variación 24,24 %

- Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 21. Resultados del análisis de variancia de Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE) a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicatos magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Probabilidad 0,05 0,01 |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| Tratamientos | 4 | 0,37 | 0,09 | 0,9448 |
| Repeticiones | 3 | 0,02 | 0,01 | 0,9973 |
| Error | 12 | 6,17 | 0,51 | |
| Total | 19 | 6,56 | | |

Coefficiente de variación 20,21 %

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

Anexo 22. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Centrado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

| N° Muest. Laboral. | | Identificación del Lote | | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
|--------------------|-------|-------------------------|-------|-----------------|---------|--------|----------|--------|--------|------|----|------|----|---|
| | | pH | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 96595 | 81-T1 | 5,07 | Ac RC | 54,00 | A | 108,00 | A | 1,70 | A | 5,50 | M | 2,10 | A | |
| 96596 | 82-T2 | 5,23 | Ac RC | 21,80 | M | 34,00 | A | 0,42 | A | 3,80 | B | 1,50 | M | |
| 96597 | 83-T3 | 5,05 | Ac RC | 33,00 | M | 43,00 | A | 0,58 | A | 4,70 | M | 1,80 | M | |
| 96598 | 84-T4 | 4,82 | Ac RC | 32,00 | A | 85,00 | A | 0,28 | M | 5,20 | M | 2,10 | A | |
| | | 4,54 Ac RC | | 25,00 M | 46,00 A | | 0,28 M | 8,10 A | 2,20 A | | | | | |

| pH | | Elementos | |
|------|-------------------|-----------|-------------------|
| Ac | = Ácido | N | = Nitro |
| AlAr | = Liger. Ácido | Al | = Liger. Alkalino |
| PN | = Prec. Nitro | Al | = Alcalino |
| RC | = Resquebraj. Cal | T | = Toxico (Boro) |

| METODOLOGIA USADA | | | |
|-------------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| pH | = Sacto: agua (1:2,5) | P K Ca Mg | = Olen Modificado |
| S, B | = Fertiliz. de Calcio | Co Fe Mn Zn | = Olen Modificado |
| B | | B | = Curvatura |

| | |
|--|--|
|  RESPONSABLE LABORATORIO |  LABORATORISTA |
|--|--|

Anexo 23. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (2) 2014.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---|------------------------------|-------------------------|--------------|---|----------------------------------|-----------|----------------|---------------------|---------------------------|--------------|------------------|--------------------------|--|-----------------------|--|
|  | | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf.: 698-691/92/93 Fax: 690-693 | | | |  | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | | | | | | | | | |
| Nombre : | S/N | | Nombre : | TARRAGONA | | Cultivo Actual : | PALMA AFRICANA | | | | | | | | | | |
| Dirección : | SANTO DOMINGO | | Provincia : | TSÁCHILAS | | Fecha de Muestreo : | 28/01/2014 | | | | | | | | | | |
| Ciudad : | | | Cantón : | SANTO DOMINGO | | Fecha de Ingreso : | 31/01/2014 | | | | | | | | | | |
| Teléfono : | | | Parroquia : | | | Fecha de Salida : | 10/02/2014 | | | | | | | | | | |
| Fax : | | | Ubicación : | ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | | | | | | | | | | | | | |
| N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | | (%) | | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | Clase Textural | |
| Laborat. | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Σ Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | | | |
| 96595 | 0,78 M | | | 3,51 LS | | 2,62 | 1,24 | 4,47 | 10,08 | | | | | | | | |
| 96596 | 0,56 M | | | 1,45 NS | | 2,53 | 3,57 | 12,62 | 6,28 | | | | | | | | |
| 96597 | 0,98 M | | | 1,75 NS | | 3,13 | 2,68 | 11,07 | 7,74 | | | | | | | | |
| 96598 | 1,28 M | 0,38 M | | 3,99 LS | | 3,68 | 3,46 | 39,62 | 11,84 | | | | | | | | |
| INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al+H, Al y Na | | | C.E. | | | M.O. y Cl | | | | | | | | | | | |
| B | = Bajo | NS | = No Salino | S | = Salino | H | = Bajo | | | ABREVIATURAS | | | | METODOLOGIA USADA | | | |
| M | = Medio | LS | = Lig. Salino | MS | = Muy Salino | M | = Medio | | | C.E. | = Conductividad Eléctrica | C.E. | = Punto Saturado | | | | |
| T | = Tóxico | | | | | RAS | = Relación de Adsorción de Sodio | | | | | M.O. | = Método Opliano | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

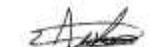

 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 24. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014.

Con formato: Título 2, Justificado, Interlineado: sencillo

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------------------------|----------------------------------|---|----------|------------|------------|----------|-------------------------|--------------------------------|----|---|--------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|---|---|-------------------|---------------|----------|----|---------------|----|----|---|-------------------|-------------------|------------|---------|---------|--|--|--------|--------|--|--|-----------|--|--|------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------------|--|--------|--------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|---------------|------------|---------|---------------|--|--------|--------|-------------------|-------------------|--|--|--|--|-------|-------|------------|---------|---------|--|--------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TABRAGONA Provincia : TSÁCHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : INO. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestra : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERPRETACION | METODOLOGIA USADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">pH</th> <th colspan="3">Elementos</th> </tr> <tr> <td>Ac = Acido</td> <td>N = Neutro</td> <td>B = Bajo</td> <td>pH = Suelo agua (1:2.5)</td> <td>F, K, Ca, Mg = Olen Modificado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LAc = Ligero Acido</td> <td>LAl = Ligero Alcalino</td> <td>M = Medio</td> <td>S, B = Fertiliz de Calcio</td> <td>Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN = Prec. Neutro</td> <td>Al = Alcalino</td> <td>A = Alto</td> <td></td> <td>B = Cincuenta</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rf = Requiere Cal</td> <td>T = Tóxico (Boro)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | pH | | | Elementos | | | Ac = Acido | N = Neutro | B = Bajo | pH = Suelo agua (1:2.5) | F, K, Ca, Mg = Olen Modificado | | | LAc = Ligero Acido | LAl = Ligero Alcalino | M = Medio | S, B = Fertiliz de Calcio | Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado | | | PN = Prec. Neutro | Al = Alcalino | A = Alto | | B = Cincuenta | | | | Rf = Requiere Cal | T = Tóxico (Boro) | | | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">pH</th> <th colspan="3">Elementos</th> </tr> <tr> <td>Ac = Acido</td> <td>N = Neutro</td> <td>B = Bajo</td> <td>pH = Suelo agua (1:2.5)</td> <td>F, K, Ca, Mg = Olen Modificado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LAc = Ligero Acido</td> <td>LAl = Ligero Alcalino</td> <td>M = Medio</td> <td>S, B = Fertiliz de Calcio</td> <td>Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN = Prec. Neutro</td> <td>Al = Alcalino</td> <td>A = Alto</td> <td></td> <td>B = Cincuenta</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rf = Requiere Cal</td> <td>T = Tóxico (Boro)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | pH | | | Elementos | | | Ac = Acido | N = Neutro | B = Bajo | pH = Suelo agua (1:2.5) | F, K, Ca, Mg = Olen Modificado | | | LAc = Ligero Acido | LAl = Ligero Alcalino | M = Medio | S, B = Fertiliz de Calcio | Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado | | | PN = Prec. Neutro | Al = Alcalino | A = Alto | | B = Cincuenta | | | | Rf = Requiere Cal | T = Tóxico (Boro) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | | | Elementos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ac = Acido | N = Neutro | B = Bajo | pH = Suelo agua (1:2.5) | F, K, Ca, Mg = Olen Modificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAc = Ligero Acido | LAl = Ligero Alcalino | M = Medio | S, B = Fertiliz de Calcio | Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PN = Prec. Neutro | Al = Alcalino | A = Alto | | B = Cincuenta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rf = Requiere Cal | T = Tóxico (Boro) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | | | Elementos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ac = Acido | N = Neutro | B = Bajo | pH = Suelo agua (1:2.5) | F, K, Ca, Mg = Olen Modificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAc = Ligero Acido | LAl = Ligero Alcalino | M = Medio | S, B = Fertiliz de Calcio | Cu, Fe, Mn, Zn = Olen Modificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PN = Prec. Neutro | Al = Alcalino | A = Alto | | B = Cincuenta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rf = Requiere Cal | T = Tóxico (Boro) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>N° Muestra Laborat.</th> <th>Identificación del Lote</th> <th>pH</th> <th colspan="3">ppm</th> <th colspan="3">mg/100ml</th> <th colspan="5">ppm</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <th>NH₄</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>K</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>B</th> </tr> <tr> <td>96599</td> <td>R1-02</td> <td>4,52 Ac RC</td> <td>42,00 A</td> <td>28,00 A</td> <td></td> <td>1,70 A</td> <td>5,10 M</td> <td>2,20 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96600</td> <td>R1-03</td> <td>5,58LAc RC</td> <td>51,00 A</td> <td>91,00 A</td> <td></td> <td>1,70 A</td> <td>5,50 M</td> <td>2,20 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96601</td> <td>R1-04</td> <td>4,69 Ac RC</td> <td>39,00 M</td> <td>23,00 A</td> <td></td> <td>1,30 A</td> <td>3,00 B</td> <td>1,40 M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96602</td> <td>R1-05</td> <td>5,47 Ac RC</td> <td>62,00 A</td> <td>72,00 A</td> <td></td> <td>1,40 A</td> <td>5,90 M</td> <td>2,10 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | N° Muestra Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | | | | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B | 96599 | R1-02 | 4,52 Ac RC | 42,00 A | 28,00 A | | 1,70 A | 5,10 M | 2,20 A | | | | | | 96600 | R1-03 | 5,58LAc RC | 51,00 A | 91,00 A | | 1,70 A | 5,50 M | 2,20 A | | | | | | 96601 | R1-04 | 4,69 Ac RC | 39,00 M | 23,00 A | | 1,30 A | 3,00 B | 1,40 M | | | | | | 96602 | R1-05 | 5,47 Ac RC | 62,00 A | 72,00 A | | 1,40 A | 5,90 M | 2,10 A | | | | | | RESPONSABLE LABORATORIO  LABORATORISTA  | |
| N° Muestra Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96599 | R1-02 | 4,52 Ac RC | 42,00 A | 28,00 A | | 1,70 A | 5,10 M | 2,20 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96600 | R1-03 | 5,58LAc RC | 51,00 A | 91,00 A | | 1,70 A | 5,50 M | 2,20 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96601 | R1-04 | 4,69 Ac RC | 39,00 M | 23,00 A | | 1,30 A | 3,00 B | 1,40 M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96602 | R1-05 | 5,47 Ac RC | 62,00 A | 72,00 A | | 1,40 A | 5,90 M | 2,10 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 25. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (4) 2014.

Con formato: Título 2, Justificado, Interlineado: sencillo

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|------------|-----------|-----------|--------------|-----------------|-------------|------------|---|-----------------------|
|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-81-340 Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693 |  | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSACHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/03/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | |
| N° Muest. | mg/100ml | (S/m) | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | Clase Textural |
| Laborat. | Al+H Al Na | C.E. M.O. | | Mg | K | K | S. Bases | NTot | Cl | Arena Limo Arcilla | |
| 96599 | 1,57 T 0,62 M | 5,98 S | | 2,32 | 1,29 | 4,29 | 10,57 | | | | |
| 96600 | 0,42 B | 1,93 NS | | 2,50 | 1,29 | 4,53 | 9,82 | | | | |
| 96601 | 1,09 M 0,64 M | 3,66 LS | | 2,14 | 1,08 | 3,38 | 8,79 | | | | |
| 96602 | 0,43 B | 2,03 LS | | 2,81 | 1,50 | 5,71 | 9,83 | | | | |

| | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------|
| INTERPRETACION | | | |
| Al+H, Al y Na | C.E. | M.O. y Cl | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | B = Bajo |
| M = Medio | LS = Lq. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | | | A = Alto |

| | |
|--|--|
| ABREVIATURAS C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica BAS = Relación de Absorción de Sodio | METODOLOGIA USADA C.E. = Punto Standard M.O. = Método de Prüssler Al+H = Titulación NaOH |
|--|--|

| | |
|--|--|
|  RESPONSABLE LABORATORIO |  LABORATORISTA |
|--|--|

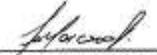
Anexo 26. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (5) 2014.

Con formato: Título 2, Justificado, Interlineado: sencillo

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------|----------|----------|-----------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-540 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693 |  | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSÁCHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestra : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | |
| N° Muestr. Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
| | | | NH₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 98604 | R2-T3 | 5,13 Ac. RC | 56,00 A | 50,00 A | | 1,30 A | 4,20 M | 1,40 M | | | | | |
| 98605 | R2-T3 | 4,87 Ac. RC | 58,00 A | 226,00 A | | 1,30 A | 11,00 A | 2,80 A | | | | | |
| 98606 | R2-T4 | 5,02 Ac. RC | 33,00 M | 104,00 A | | 0,50 A | 6,50 M | 2,30 A | | | | | |
| 98607 | R2-T5 | 5,05 Ac. RC | 44,00 A | 103,00 A | | 0,74 A | 7,60 M | 2,80 A | | | | | |

| INTERPRETACION | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| pH | N | B |
| Ac = Acido | N = Nastro | B = Bajo |
| LAc = Liger. Acido | LAl = Liger. Alcalino | M = Medio |
| PN = Pasa. Neutro | Al = Alcalino | A = Alto |
| RC = Resquebraj. Cal | | T = Tronco (Barr) |

| METODOLOGIA USADA | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--|--|
| pH = Suelto agua (1:2,5) | P K Ca Mg = Olan Modificado | | |
| S, B = Fosfata de Calcio | Cu Fe Mn Zn = Olan Modificado | | |
| | B = Curatona | | |


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

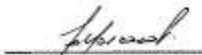
Anexo 27. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (6) 2014.

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---------|----|------|-------|----------|-------|-----|------------------------|----------------|--|
|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericano Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf: 090-691.92/93 Fax: 090-693 |  | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSACHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | |
| N° Muestr. | mg/100ml | dS/m | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | |
| Laborat. | Al+H Al Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Σ Bases | NTot | Cl | Arena Limo Arcilla | Clase Textural | |
| 96604 | 0,92 M | | 2,48 LS | | 3,00 | 1,08 | 4,31 | 7,82 | | | | |
| 96605 | 0,56 M | | 3,14 LS | | 3,93 | 2,15 | 10,62 | 15,66 | | | | |
| 96606 | 0,70 M | | 1,74 NS | | 2,83 | 4,69 | 17,69 | 10,00 | | | | |
| 96607 | 0,70 M | | 1,97 NS | | 2,71 | 3,78 | 14,05 | 11,84 | | | | |

| | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|
| INTERPRETACION | | | |
| Al+H, Al y Na | C.E. | M.O. y Cl | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | B = Bajo |
| M = Medio | LS = L.g. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | | A = Alto | |

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| ABREVIATURAS | |
| C.E. | = Conductividad Eléctrica |
| M.O. | = Materia Orgánica |
| RAS | = Reacción de Adsorción de Sodio |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| METODOLOGIA USADA | |
| C.E. | = Poteo Separado |
| M.O. | = Tránsito de Potasio |
| Al+H | = Extracción NaOH |


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo 28. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (7) 2014.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------|----------|---|-----------------|---------|--------|------------|----|----|----|---|
|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf: 690-60192/93 Fax: 690-603 |  | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSÁCHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | |
| N° Muestr. Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
| | | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 96609 | R3-T1 | 5,45 Ac BC | 30,00 M | 149,00 A | | 0,60 A | 10,30 A | 2,70 A | | | | | |
| 96610 | R3-T2 | 4,87 Ac BC | 25,00 M | 51,00 A | | 1,05 A | 5,60 M | 1,90 M | | | | | |
| 96611 | R3-T4 | 4,29 Ac BC | 25,00 M | 40,00 A | | 1,20 A | 5,90 M | 1,30 M | | | | | |
| 96612 | R3-T2 | 5,57LAc | 61,00 A | 93,00 A | | 1,40 A | 4,50 M | 1,80 M | | | | | |

| INTERPRETACION | | |
|--------------------|-----------------------|-----------|
| pH | Elemento | |
| Ac = Acido | N = Nitró | B = Bajo |
| LAc = Liger. Acido | LAl = Liger. Alcalino | M = Medio |
| PN = Pos. Nitró | Al = Alcalino | A = Alto |
| BC = Requiere Cal | T = Trazo (Boro) | |

| METODOLOGIA USADA | | |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| pH = Suelo agua (1:2,5) | P K Ca Mg = Otros Modificado | |
| S, B = Fosfato de Calcio | Cu Fe Mn Zn = Otros Modificado | |
| | B = Carbazina | |


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 29. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (8) 2014.

|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 090-6919293 Fax: 090-693 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------|------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------|----|----------------|----------|----|---|---|----------|------|----|-------|------|---------|-------|------|---|--|--|------|----|------|------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|-------|------|---|--|--|------|----|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|-------|------|---|------|---|------|---|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|--|-------|------|---|--|--|------|----|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td>Nombre : S/N</td> <td>Nombre : TARRAGONA</td> <td>Cultivo Actual : PALMA AFRICANA</td> </tr> <tr> <td>Dirección : SANTO DOMINGO</td> <td>Provincia : TSÁCHILAS</td> <td>Fecha de Muestreo : 28/01/2014</td> </tr> <tr> <td>Ciudad :</td> <td>Cantón : SANTO DOMINGO</td> <td>Fecha de Ingreso : 31/01/2014</td> </tr> <tr> <td>Teléfono :</td> <td>Parroquia :</td> <td>Fecha de Salida : 07/02/2014</td> </tr> <tr> <td>Fax :</td> <td>Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO</td> <td></td> </tr> </table> | | | DATOS DEL PROPIETARIO | DATOS DE LA PROPIEDAD | PARA USO DEL LABORATORIO | Nombre : S/N | Nombre : TARRAGONA | Cultivo Actual : PALMA AFRICANA | Dirección : SANTO DOMINGO | Provincia : TSÁCHILAS | Fecha de Muestreo : 28/01/2014 | Ciudad : | Cantón : SANTO DOMINGO | Fecha de Ingreso : 31/01/2014 | Teléfono : | Parroquia : | Fecha de Salida : 07/02/2014 | Fax : | Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO | DATOS DE LA PROPIEDAD | PARA USO DEL LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre : S/N | Nombre : TARRAGONA | Cultivo Actual : PALMA AFRICANA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección : SANTO DOMINGO | Provincia : TSÁCHILAS | Fecha de Muestreo : 28/01/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad : | Cantón : SANTO DOMINGO | Fecha de Ingreso : 31/01/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono : | Parroquia : | Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fax : | Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° Muest.</th> <th colspan="3">mg/100ml</th> <th colspan="2">dS/m</th> <th rowspan="2">Ca</th> <th rowspan="2">Mg</th> <th rowspan="2">Ca+Mg</th> <th rowspan="2">mg/100ml</th> <th rowspan="2">%</th> <th rowspan="2">ppm</th> <th colspan="3">Textura (%)</th> <th rowspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Al+H</th> <th>Al</th> <th>Na</th> <th>C.E.</th> <th>M.O.</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Z. Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>96699</td> <td>0,39</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td>1,10</td> <td>NS</td> <td>3,81</td> <td>4,50</td> <td>21,67</td> <td>13,99</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96630</td> <td>0,95</td> <td>M</td> <td></td> <td></td> <td>3,56</td> <td>LS</td> <td>2,95</td> <td>1,81</td> <td>7,14</td> <td>9,50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96611</td> <td>2,32</td> <td>T</td> <td>1,01</td> <td>T</td> <td>5,20</td> <td>S</td> <td>4,54</td> <td>1,08</td> <td>6,00</td> <td>10,72</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96612</td> <td>0,33</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td>1,48</td> <td>NS</td> <td>2,50</td> <td>1,29</td> <td>4,50</td> <td>8,03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Z. Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 96699 | 0,39 | B | | | 1,10 | NS | 3,81 | 4,50 | 21,67 | 13,99 | | | | | | | 96630 | 0,95 | M | | | 3,56 | LS | 2,95 | 1,81 | 7,14 | 9,50 | | | | | | | 96611 | 2,32 | T | 1,01 | T | 5,20 | S | 4,54 | 1,08 | 6,00 | 10,72 | | | | | | | 96612 | 0,33 | B | | | 1,48 | NS | 2,50 | 1,29 | 4,50 | 8,03 | | | | | | |
| N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | | Ca | Mg | Ca+Mg | | | | | | | mg/100ml | % | ppm | | Textura (%) | | | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | | | | Mg | K | K | Z. Bases | NTot | Cl | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96699 | 0,39 | B | | | 1,10 | NS | 3,81 | 4,50 | 21,67 | 13,99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96630 | 0,95 | M | | | 3,56 | LS | 2,95 | 1,81 | 7,14 | 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96611 | 2,32 | T | 1,01 | T | 5,20 | S | 4,54 | 1,08 | 6,00 | 10,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96612 | 0,33 | B | | | 1,48 | NS | 2,50 | 1,29 | 4,50 | 8,03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">INTERPRETACION</th> </tr> <tr> <td>Al+H+Na</td> <td>C.E.</td> <td>M.O. y Cl</td> </tr> <tr> <td>B = Bajo</td> <td>NS = No Salino</td> <td>S = Salino</td> </tr> <tr> <td>M = Medio</td> <td>LS = Lq. Salino</td> <td>MS = Muy Salino</td> </tr> <tr> <td>T = Trazo</td> <td></td> <td>B = Bajo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>M = Medio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A = Alto</td> </tr> </table> | | | INTERPRETACION | | | Al+H+Na | C.E. | M.O. y Cl | B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | M = Medio | LS = Lq. Salino | MS = Muy Salino | T = Trazo | | B = Bajo | | | M = Medio | | | A = Alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al+H+Na | C.E. | M.O. y Cl | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M = Medio | LS = Lq. Salino | MS = Muy Salino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T = Trazo | | B = Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | M = Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A = Alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>ABREVIATURAS</th> </tr> <tr> <td>C.E. = Conductividad Eléctrica</td> </tr> <tr> <td>M.O. = Materia Orgánica</td> </tr> <tr> <td>KAS = Relación de Adsorción de Sodio</td> </tr> </table> | | | ABREVIATURAS | C.E. = Conductividad Eléctrica | M.O. = Materia Orgánica | KAS = Relación de Adsorción de Sodio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABREVIATURAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C.E. = Conductividad Eléctrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M.O. = Materia Orgánica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KAS = Relación de Adsorción de Sodio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>METODOLOGIA USADA</th> </tr> <tr> <td>C.E. = Punto Saturado</td> </tr> <tr> <td>M.O. = Elutriado de Potasio</td> </tr> <tr> <td>Al+H = Titulación NACH</td> </tr> </table> | | | METODOLOGIA USADA | C.E. = Punto Saturado | M.O. = Elutriado de Potasio | Al+H = Titulación NACH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METODOLOGIA USADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C.E. = Punto Saturado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M.O. = Elutriado de Potasio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al+H = Titulación NACH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  RESPONSABLE LABORATORIO |  LABORATORISTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 30. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (9) 2014.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------|----------|----------|-----------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|  INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL ALTERNATIVO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small> | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-6919293 Fax: 690-693 |  | | | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSÁCHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | |
| N° Muestr. Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
| | | | NH₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 96614 | 84-11 | 4,76 Ae HC | 32,00 M | 46,00 A | | 1,70 A | 5,90 M | 1,80 M | | | | | |
| 96615 | 84-12 | 5,39 Ae HC | 26,00 M | 39,00 A | | 0,44 A | 7,00 M | 1,70 M | | | | | |
| 96616 | 84-13 | 5,59L Ae | 28,00 M | 43,00 A | | 1,10 A | 5,20 M | 1,10 M | | | | | |
| 96617 | 84-13 | 5,33 Ae HC | 31,00 A | 103,00 A | | 1,20 A | 5,20 M | 1,80 M | | | | | |

| INTERPRETACION | | |
|---------------------|------------------------|-----------------|
| pH | | Elementos |
| Ae = Acido | N = Nitrato | B = Bajo |
| L Ae = Ligero Acido | L AI = Ligero Alcalino | M = Medio |
| PW = Proc. Nitrato | AI = Alcalino | A = Alto |
| | HC = Requiere Cal | Y = Yodo (Boro) |

| METODOLOGIA USADA | | |
|--------------------------|------------------|--------------------|
| pH = Suelo: agua (1:2,5) | P, K, Ca, Mg = | Clorim. Modificado |
| S, B = Fósforo de Calcio | Cu, Fe, Mn, Zn = | Clorim. Modificado |
| | B = | Curatima |


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

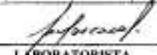
Anexo 31. Resultados de análisis de suelos a los 0 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (10) 2014.

|  | ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Agda. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf.: 090-6919293 Fax: 090-693 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|-----------|------------------|-----------------|-------------|-------|----------|----------------|------|-----------|-------------|---------|----------|----------------|---|---|----------|------|----|-------|------|---------|-------|--------|--------|--|--------|--|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|--|--|-------|--------|--|--|---------|--|------|------|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|-------|--------|--|--|---------|--|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|-------|--------|--|--|---------|--|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : S/N Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TARRAGONA Provincia : TSÁCHILAS Cantón : SANTO DOMINGO Parroquia : Ubicación : ING. ALEJANDRO ZAMBRANO | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/01/2014 Fecha de Ingreso : 31/01/2014 Fecha de Salida : 07/02/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° Muest.</th> <th colspan="3">mg/100ml</th> <th rowspan="2">dS/m</th> <th rowspan="2">(%)</th> <th rowspan="2">Ca</th> <th rowspan="2">Mg</th> <th rowspan="2">Ca+Mg</th> <th rowspan="2">mg/100ml</th> <th rowspan="2">%</th> <th rowspan="2">ppm</th> <th colspan="3">Textura (%)</th> <th rowspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Al+H</th> <th>Al</th> <th>Na</th> <th>C.E.</th> <th>M.O.</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Z. Busca</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95614</td> <td>1,05 M</td> <td>0,44 M</td> <td></td> <td>4,67 S</td> <td></td> <td>3,28</td> <td>1,00</td> <td>4,53</td> <td>10,45</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95615</td> <td>0,56 M</td> <td></td> <td></td> <td>2,47 LS</td> <td></td> <td>4,12</td> <td>3,80</td> <td>19,77</td> <td>9,70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95616</td> <td>0,50 M</td> <td></td> <td></td> <td>1,03 NS</td> <td></td> <td>4,82</td> <td>1,00</td> <td>5,82</td> <td>4,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95617</td> <td>0,54 M</td> <td></td> <td></td> <td>1,74 NS</td> <td></td> <td>2,89</td> <td>1,50</td> <td>5,83</td> <td>8,74</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | (%) | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Z. Busca | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 95614 | 1,05 M | 0,44 M | | 4,67 S | | 3,28 | 1,00 | 4,53 | 10,45 | | | | | | | | 95615 | 0,56 M | | | 2,47 LS | | 4,12 | 3,80 | 19,77 | 9,70 | | | | | | | | 95616 | 0,50 M | | | 1,03 NS | | 4,82 | 1,00 | 5,82 | 4,00 | | | | | | | | 95617 | 0,54 M | | | 1,74 NS | | 2,89 | 1,50 | 5,83 | 8,74 | | | | | | | |
| N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | (%) | Ca | | | | | | | | | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | | % | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al+H | Al | Na | | | | C.E. | M.O. | Mg | K | K | Z. Busca | NTot | Cl | | | | Arena | | | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95614 | 1,05 M | 0,44 M | | 4,67 S | | 3,28 | 1,00 | 4,53 | 10,45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95615 | 0,56 M | | | 2,47 LS | | 4,12 | 3,80 | 19,77 | 9,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95616 | 0,50 M | | | 1,03 NS | | 4,82 | 1,00 | 5,82 | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95617 | 0,54 M | | | 1,74 NS | | 2,89 | 1,50 | 5,83 | 8,74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">INTERPRETACION</th> </tr> <tr> <th>Al+H, Al y Na</th> <th>C.E.</th> <th>M.O. y Cl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B = Bajo</td> <td>NS = No Salino</td> <td>S = Salino</td> </tr> <tr> <td>M = Medio</td> <td>LS = Lig. Salino</td> <td>MS = Muy Salino</td> </tr> <tr> <td>T = Toxic</td> <td></td> <td>B = Bajo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>M = Medio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A = Alto</td> </tr> </tbody> </table> | | | INTERPRETACION | | | Al+H, Al y Na | C.E. | M.O. y Cl | B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | T = Toxic | | B = Bajo | | | M = Medio | | | A = Alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al+H, Al y Na | C.E. | M.O. y Cl | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T = Toxic | | B = Bajo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | M = Medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A = Alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ABREVIATURAS</th> <th>METODOLOGIA USADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C.E. = Conductividad Eléctrica</td> <td>C.E. = Pasta Saturada</td> </tr> <tr> <td>M.O. = Materia Orgánica</td> <td>M.O. = Diámetro de Potasio</td> </tr> <tr> <td>RAS = Relación de Adsorción de Sodio</td> <td>Al+H = Titulación NaOH</td> </tr> </tbody> </table> | | | ABREVIATURAS | METODOLOGIA USADA | C.E. = Conductividad Eléctrica | C.E. = Pasta Saturada | M.O. = Materia Orgánica | M.O. = Diámetro de Potasio | RAS = Relación de Adsorción de Sodio | Al+H = Titulación NaOH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABREVIATURAS | METODOLOGIA USADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C.E. = Conductividad Eléctrica | C.E. = Pasta Saturada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M.O. = Materia Orgánica | M.O. = Diámetro de Potasio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RAS = Relación de Adsorción de Sodio | Al+H = Titulación NaOH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  RESPONSABLE LABORATORIO |  LABORATORISTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 32. Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014.

|  ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Patateña Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Tel: 690-6919293 Fax: 690-693 | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|-----------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | | | |
| Nombre : MEJISULFATOS S.A. | | | | Nombre : TESIS | | | | Cultivo Actual : PALMA AFRICANA | | | | | |
| Dirección : | | | | Provincia : | | | | Fecha de Muestreo : 14/05/2014 | | | | | |
| Ciudad : | | | | Cantón : | | | | Fecha de Ingreso : 14/05/2014 | | | | | |
| Teléfono : | | | | Parroquia : | | | | Fecha de Salida : 17/06/2014 | | | | | |
| Fax : | | | | Librería : | | | | | | | | | |

| N° Muest. Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | | |
|--------------------|-------------------------|------------|-----------------|----------|---|----------|--------|--------|-----|----|----|----|---|--|
| | | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B | |
| 97664 | R1-T1 | 5,96LAc | 38,00 M | 84,00 A | | 1,40 A | 5,80 M | 2,80 A | | | | | | |
| 97665 | R1-T2 | 5,53LAc | 12,00 B | 20,00 M | | 0,53 A | 4,40 M | 1,80 M | | | | | | |
| 97666 | R1-T3 | 5,83LAc | 23,00 M | 56,00 A | | 0,97 A | 5,10 M | 2,50 A | | | | | | |
| 97667 | R1-T4 | 5,82LAc | 25,00 M | 33,00 A | | 0,92 A | 5,30 M | 2,80 A | | | | | | |
| 97668 | R1-T5 | 5,86LAc | 47,00 A | 80,00 A | | 1,20 A | 5,60 M | 2,70 A | | | | | | |
| 97669 | R2-T1 | 5,40 Ac BC | 17,00 B | 71,00 A | | 0,15 B | 5,70 M | 2,00 M | | | | | | |
| 97670 | R3-T2 | 5,52LAc | 29,00 M | 146,00 A | | 0,85 A | 9,50 A | 3,80 A | | | | | | |
| 97671 | R3-T3 | 5,32 Ac BC | 36,00 M | 91,00 A | | 0,18 B | 7,40 M | 4,00 A | | | | | | |
| 97672 | R3-T4 | 5,50LAc BC | 23,00 M | 41,00 A | | 0,26 M | 4,60 M | 1,70 M | | | | | | |
| 97673 | R3-T5 | 5,92LAc | 12,00 B | 40,00 A | | 0,63 A | 5,80 M | 2,40 A | | | | | | |
| 97674 | R3-T1 | 5,64LAc | 17,00 B | 128,00 A | | 0,45 A | 9,20 A | 3,30 A | | | | | | |
| 97675 | R3-T2 | 5,73LAc | 16,00 B | 115,00 A | | 0,38 M | 8,20 A | 3,10 A | | | | | | |
| 97676 | R3-T3 | 5,64LAc | 24,00 M | 82,00 A | | 0,34 M | 5,90 M | 2,00 M | | | | | | |
| 97677 | R3-T4 | 5,10 Ac BC | 36,00 M | 79,00 A | | 0,14 B | 5,30 M | 1,80 M | | | | | | |
| 97678 | R3-T5 | 5,65LAc | 21,00 M | 55,00 A | | 0,34 M | 5,50 M | 2,00 M | | | | | | |
| 97679 | R4-T1 | 5,42 Ac BC | 12,00 B | 35,00 A | | 0,16 B | 4,10 M | 1,50 M | | | | | | |
| 97680 | R4-T2 | 5,60LAc | 14,00 B | 48,00 A | | 0,41 A | 5,80 M | 1,90 M | | | | | | |

| | |
|--|--|
|  RESPONSABLE LABORATORIO |  LABORATORISTA |
|--|--|

Anexo 34. Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014.

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | |
|-----------------------|------------------|--|-----------------------|-------|--|--------------------------|----------------|--|--|
| Nombre : | MEISULFATOS S.A. | | Nombre : | TESIS | | Cultivo Actual : | PALMA AFRICANA | | |
| Dirección : | | | Provincia : | | | Fecha de Muestreo : | 14/05/2014 | | |
| Ciudad : | | | Cantón : | | | Fecha de Ingreso : | 14/03/2014 | | |
| Teléfono : | | | Parroquia : | | | Fecha de Salida : | 17/06/2014 | | |
| Fax : | | | Ubicación : | | | | | | |

| N° Muestr. Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
|---------------------|-------------------------|------------|-----------------|---------|---|----------|--------|--------|-----|----|----|----|---|
| | | | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 97681 | 04-73 | 5,58 LAe | 21,00 M | 40,00 A | | 0,20 M | 5,00 M | 1,80 M | | | | | |
| 97682 | 04-74 | 5,29 Ac BC | 18,00 B | 34,00 A | | 0,16 B | 3,90 B | 1,30 M | | | | | |
| 97683 | 04-75 | 5,59 LAe | 6,20 B | 44,00 A | | 0,27 M | 5,00 M | 1,60 M | | | | | |

| INTERPRETACION | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|--|
| pH | | Elemento | |
| Ac = Acido | N = Nitrato | B = Bajo | |
| LAe = Liger Acido | LAl = Liger Alcalino | M = Medio | |
| PN = Fos. Nitrato | Al = Aluminio | A = Alto | |
| BC = Requiere Cal | T = Titulo (Base) | | |

| METODOLOGIA USADA | | | |
|---------------------------|------------------------------|--|--|
| pH = Suelo agua (1:2,5) | P K Ca Mg = Olen Mod/Soils | | |
| S, B = Fertiliz de Calcio | Cu Fe Mn Zn = Olen Mod/Soils | | |
| | B = Carbonio | | |


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo 35. Resultados de análisis de suelos a los 60 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (4) 2014.

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | |
|-----------------------|------------------|--|-----------------------|-------|--|--------------------------|----------------|--|
| Nombre : | MERSULFATOS S.A. | | Nombre : | TESIS | | Cultivo Actual : | PALMA AFRICANA | |
| Dirección : | | | Provincia : | | | Fecha de Muestreo : | 14/05/2014 | |
| Ciudad : | | | Cantón : | | | Fecha de Ingreso : | 14/05/2014 | |
| Teléfono : | | | Parroquia : | | | Fecha de Salida : | 17/06/2014 | |
| Fax : | | | Ubicación : | | | | | |

| N° Muest. Laborat. | mg/100ml | | | dS/m | | Ca | | Mg | | Ca+Mg | | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural |
|-----------------------|----------|----|----|---------|------|------|------|-------|---------|-------|----|----------|---|-----|-------------|------|---------|----------------|
| | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | K | 2 Bases | NTot | Cl | | | | Arena | Limo | Arcilla | |
| 97681 | | | | 0,35 NS | | 2,78 | 9,00 | 14,00 | 7,00 | | | | | | | | | |
| 97682 | | | | 0,33 NS | | 3,00 | 8,13 | 32,50 | 5,36 | | | | | | | | | |
| 97683 | | | | 0,33 NS | | 3,13 | 5,93 | 24,44 | 6,87 | | | | | | | | | |

| INTERPRETACION | | | |
|----------------|------------------|-----------------|-----------|
| Al+H, Al y Na | C.E. | | M.O. y Cl |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | H = Bajo |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Trazo | | | A = Alto |

| ABREVIATURAS | |
|--------------|----------------------------------|
| C.E. | = Conductividad Eléctrica |
| M.O. | = Materia Orgánica |
| RAS | = Relación de Adsorción de Sodio |

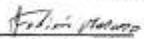
| METODOLOGIA USADA | |
|-------------------|-------------------------|
| C.E. | = Punto Saturado |
| M.O. | = Incremento de Potasio |
| Al+H | = Titulación NaOH |


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo 36. Resultados de análisis de suelos a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (1) 2014.

| N° Muestra Laborat. | | Identificación del Lote | pH | ppm | | | mg/100ml | | | ppm | | | | |
|---------------------|-------|-------------------------|-------|-----|--------|---|----------|----|-------|-----|------|----|----|---|
| | | | | NH4 | P | S | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 98204 | T1 R1 | 5,84LAc | 34,00 | M | 39,00 | A | 0,29 | M | 6,50 | M | 1,50 | M | | |
| 98205 | T1 R2 | 5,52LAc | 37,00 | M | 125,50 | A | 0,08 | B | 7,00 | M | 1,80 | M | | |
| 98206 | T1 R3 | 5,76LAc | 45,00 | A | 145,00 | A | 0,25 | M | 10,50 | A | 2,40 | A | | |
| 98207 | T1 R4 | 5,57LAc | 25,00 | M | 46,00 | A | 0,12 | B | 5,30 | M | 0,83 | B | | |
| 98208 | T2 R1 | 5,99LAc | 52,00 | A | 105,00 | A | 0,82 | A | 6,70 | M | 1,60 | M | | |
| 98209 | T2 R2 | 5,65LAc | 79,00 | A | 90,00 | A | 0,50 | A | 11,90 | A | 3,70 | A | | |
| 98210 | T2 R3 | 5,72LAc | 45,00 | A | 74,00 | A | 0,34 | M | 7,20 | M | 1,50 | M | | |
| 98211 | T2 R4 | 5,66LAc | 45,00 | A | 59,00 | A | 0,23 | M | 6,30 | M | 1,40 | M | | |
| 98212 | T3 R1 | 5,82LAc | 66,00 | A | 108,00 | A | 0,63 | A | 6,60 | M | 1,90 | M | | |
| 98213 | T3 R2 | 5,58LAc | 48,00 | A | 115,00 | A | 0,13 | B | 6,90 | M | 1,90 | M | | |
| 98214 | T3 R3 | 5,52LAc | 53,00 | A | 113,00 | A | 0,17 | B | 6,50 | M | 1,70 | M | | |
| 98215 | T3 R4 | 5,75LAc | 38,00 | M | 41,00 | A | 0,08 | B | 3,80 | M | 0,89 | B | | |
| 98216 | T4 R1 | 5,74LAc | 39,00 | M | 47,00 | A | 0,42 | A | 5,60 | M | 1,80 | M | | |
| 98217 | T4 R2 | 5,67LAc | 34,00 | M | 53,00 | A | 0,21 | M | 4,50 | M | 0,87 | B | | |
| 98218 | T4 R3 | 5,19 Ac BC | 57,00 | A | 101,00 | A | 0,06 | B | 6,20 | M | 1,10 | M | | |
| 98219 | T4 R4 | 5,44 Ac BC | 32,00 | M | 66,00 | A | 0,20 | A | 4,80 | M | 7,90 | A | | |
| 98220 | T5 R1 | 6,35LAc | 90,00 | A | 131,00 | A | 0,80 | A | 8,30 | A | 2,40 | A | | |
| 98221 | T5 R2 | 5,94LAc | 32,00 | M | 63,00 | A | 0,39 | M | 7,10 | M | 1,20 | M | | |
| 98222 | T5 R3 | 5,95LAc | 33,00 | M | 52,00 | A | 0,20 | M | 6,60 | M | 1,20 | M | | |
| 98223 | T5 R4 | 5,63LAc | 30,00 | M | 74,00 | A | 0,26 | M | 5,70 | M | 0,99 | B | | |


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 38. Resultados de análisis de suelos a los 120 días en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. (3) 2014.

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | PARA USO DEL LABORATORIO | | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------|--|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|--|--|--|
| Nombre : TECNIFERTIPAC S.A | | | | | | Nombre : | | | | | | Cultivo Actual : | | | | | |
| Dirección : SANTO DOMINGO | | | | | | Provincia : TSÁCHILAS | | | | | | Fecha de Muestreo : 24/06/2014 | | | | | |
| Ciudad : | | | | | | Cantón : | | | | | | Fecha de Ingreso : 03/07/2014 | | | | | |
| Teléfono : | | | | | | Parroquia : | | | | | | Fecha de Salida : 16/07/2014 | | | | | |
| Fax : | | | | | | Ubicación : | | | | | | | | | | | |

| N° Muest. | mg/100ml | | | dS/m | | C.E. | | Ca | Mg | Ca+Mg | mg/100ml | % | ppm | Textura (%) | | | Clase Textural |
|-----------|----------|----|----|------|------|------|---|------|------|-------|----------|---|-----|-------------|-------|------|----------------|
| | Al+H | Al | Na | C.E. | M.O. | Mg | K | | | | | | | Cl | arena | Limo | |
| 98222 | | | | 0,45 | NS | | | 5,08 | 6,50 | 39,20 | 8,10 | | | | | | |
| 98223 | | | | 0,38 | NS | | | 5,76 | 3,81 | 25,73 | 6,93 | | | | | | |

| INTERPRETACION | | | | | |
|----------------|----|----|---|--|--|
| Al+H, Al y Na | | | | | |
| C.E. | | | | | |
| M.O. y Cl | | | | | |
| B | NS | S | B | | |
| M | LS | MS | M | | |
| T | | | A | | |

| ABREVIATURAS | | |
|--------------|---------------------------------|--|
| C.E. | = Conductividad Eléctrica | |
| M.O. | = Materia Orgánica | |
| RAS | = Análisis de Sulfatos de Sodio | |

| METODOLOGIA USADA | | |
|-------------------|---------------------|--|
| C.E. | = Para Suelos | |
| M.O. | = Método de Potasio | |
| Al+H | = Titulación NaOH | |

Felipe Moreno
RESPONSABLE LABORATORIO

[Firma]
LABORATORISTA

Anexo 39. Fotografías de recolección de muestras de suelo en, efecto
acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca
fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para
corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas.
2014.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



Anexo 40. Fotografías de aplicación de enmiendas tratamiento en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

Con formato: Título 2, Justificado



Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



Anexo 41. Fotografías de identificación de tratamientos y muestras de suelo en, efecto acondicionante de tres enmiendas silicato magnésicas enriquecidas con roca fosfórica en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*), para corrección de pH en un suelo ácido, en Santo Domingo de los Tsáchilas. 2014.

Con formato: Título 2, Justificado



Con formato: Interlineado: 1.5 líneas



◀ **Con formato:** Interlineado: 1.5 líneas, Punto de tabulación: 8.59 cm, Izquierda

◀ **Con formato:** Interlineado: 1.5 líneas