



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“RECUPERACIÓN DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) BAJO
ESTRÉS POR DESBALANCE CATIONICO DE Ca, Mg y K CON EL USO DE
DIFERENTES FUENTES DE Mg y K. LA CONCORDIA.”**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO, OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.**

AUTORA:

DAYSY BEATRIZ GONZAGA ORTEGA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. FERNANDO VELOZ M. Sc.

GUARANDA - ECUADOR

2013

**RECUPERACIÓN DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) BAJO
ESTRÉS POR DESBALANCE CATIONICO DE Ca, Mg y K CON EL USO DE
DIFERENTES FUENTES DE Mg y K. LA CONCORDIA.**

REVISADO POR:

.....

Dr. FERNANDO VELOZ VALARDE M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

.....

ING. CARLOS MONAR BENAVIDEZ M.Sc.

BIOMETRISTA

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN
DE TESIS.**

.....

ING. NELSON MONAR GAVILANES M.Sc.

ÁREA TÉCNICA

.....

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Miguel Gonzaga y Aracely Ortega quienes me apoyaron en todo momento y constituyeron en mi la bondad, humildad, lucha y paciencia.

A mis hermanas y sobrinos: Andrea, Michael, Jeimy, Daniel y Erick que me motivaron a culminar esta meta.

Al amor de mi vida Jorge por brindarme su amor y confianza.

A mis amigos con quienes compartí mis triunfos.

Daysi Gonzaga

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios por darme la oportunidad, fortaleza, valor y paciencia de seguir adelante a pesar de tropiezos e inconvenientes.

A la Universidad Estatal de Bolívar, institución que me abrió sus puertas, a mis maestros quienes con su dedicación transmitieron sus conocimientos.

Mi gratitud a la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA) y al Centro de Investigaciones de Palma Aceitera (CIPAL) por darme la oportunidad de realizar este proyecto de tesis, en especial al Ing. Rommel Vargas, Dr. Gustavo Bernal, Ing. Rocío Morales, Dr. Marcelo Calvache e Ing. Julio Sánchez quienes supieron guiarme en este proceso con sus conocimientos. Además mi agradecimiento infinito al personal de campo, Don Panta, Don José, Carlitos, Ramiro, Danny, etc. por darme su valioso trabajo para realizar las labores de campo en distintas etapas del proyecto.

A los Miembros del Tribunal de Tesis y Directivos de la Facultad por su aporte en la aprobación y agilización de este trabajo. De manera especial al Ing. Carlos Monar B. Biometrista, Dr. Fernando Veloz Director de tesis, Ing. Sonia Fierro e Ing. Nelson Monar G. quienes entregaron su conocimiento en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A mis amigos José Sosa, Mauricio Espinosa, Marco García, Fernando Quirola, Cristian Torres, Diego Palaguaray, Daniela Herrera, Martha Guerra, Andrés Suarez y Edwin Chica, gracias por haberme brindado su amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. HISTORIA ORIGEN	4
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	5
2.3. DESCRIPCION BOTÁNICA	5
2.3.1. Raíces	5
2.3.2. Estípites	6
2.3.3. Hojas	6
2.3.4. Flor	7
2.3.5. Fruto	7
2.3.6. Principales características del híbrido tenera de palma africana ASD	7
2.4. CONDICIONES AMBIENTALES DEL CULTIVO	8
2.4.1. Características climáticas	8
2.4.2. Suelo	9
2.5. MANEJO DEL CULTIVO	9
2.5.1. Diseño y manejo de un vivero	9
2.5.2. Diseño de plantación	10
2.5.3. Preparación del terreno	10
2.5.4. Cultivo de cobertura	11
2.5.5. Siembra	11
2.5.6. Mantenimiento de interlíneas	12
2.5.7. Combate de malezas en la corona	12
2.5.8. Podas	12
2.6. ENFERMEDADES	13
2.6.1. Germen pardo	13

2.6.2. Pudrición común de la flecha	13
2.6.3. Pestalotopsis	14
2.7. PLAGAS	14
2.7.1. Escama roja de raíces	14
2.7.2. Sagalassa	15
2.7.3. Gusano cogollero	15
2.7.4. Picudo o gualpa	15
2.8. USO DE LA PALMA Y SUS DERIVADOS	15
2.9. NUTRICIÓN	16
2.9.1. Elementos esenciales para las plantas	17
2.9.2. El nitrógeno	17
2.9.3. El fósforo	17
2.9.4. El potasio	18
2.9.5. El boro	20
2.9.6. El zinc	21
2.9.7. El calcio	21
2.9.8. El magnesio	23
2.9.9. Dosis de fertilización	24
2.10. INTERCAMBIO CATIONICO	25
2.10.1. Intercambio de bases	26
2.10.2. Relaciones	26
2.11. DEFICIENCIA DE NUTRIENTES	28
2.11.1. Deficiencia de potasio	28
2.11.2. Deficiencia de magnesio	29
2.11.3. Deficiencia de calcio	30
2.12. ANTAGONISMO Y SINERGISMO DE LOS NUTRIENTES	30
2.13. MATERIA ORGÁNICA	31
2.14. RELACIÓN CARBONO – NITRÓGENO	32
2.15. FERTILIZACIÓN	32
2.15.1. Fertilización foliar	32

2.15.2. Fertilización edáfica	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Materiales	34
3.1.1. Ubicación del experimento	34
3.1.2. Situación geográfica y clima	34
3.1.3. Zona de vida	34
3.1.4. Condiciones físico-químicas del suelo	35
3.1.5. Material experimental	35
3.2. FACTORES EN ESTUDIO	36
3.2.1. Tratamientos	36
3.2.2. Análisis estadístico	37
3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS	38
3.3.1. Variables y métodos de evaluación	38
3.4. MANEJO DEL ENSAYO	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. INCREMENTO EN EL DIÁMETRO DE LA BASE DEL ESTÍPETE (DBE)	47
4.2. INCREMENTO DE LA ALTURA DE PLANTA (AP)	49
4.3. EMISIÓN FOLIAR (EF)	50
4.4. INCREMENTO EN EL DIÁMETRO DE LA CORONA FOLIAR (DCF)	52
4.5. ÁREA FOLIAR (AF)	54
4.6. RELACIÓN SEXO (RS)	55
4.7. RENDIMIENTO (R)	57
4.8. ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO	59
4.9. ANÁLISIS DE Ca, Mg Y K EN LOS MUESTREOS	63
4.10. MUESTREO FOLIAR	69
4.11. COSTOS DE MANTENIMIENTO E INGRESOS	74
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. CONCLUSIONES	76

5.2. RECOMENDACIONES	78
VI. RESUMEN Y SUMMARY	79
6.1. RESUMEN	79
6.2. SUMMARY	81
VII. BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.
1	Requerimientos de la palma aceitera según tablas del INIAP	24
2	Requerimientos de la palma aceitera según la Extracción de Nutrientes tablas del INIAP	25
3	Fuentes químicas comerciales de Mg y K, utilizadas para la recuperación de plantas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq). 1er año de ejecución	35
4	Factores en estudio para la recuperación de plantas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) 1er año de ejecución.	36
5	Tratamientos fuentes y aplicación química comercial de Mg y K, utilizadas para la recuperación de plantas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq). 1er año de ejecución.	36
6	Análisis de Varianza para el estudio de la recuperación de plantas de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) 1er año	37
7	Tabla de fertilización de los tratamientos del ensayo	43
8	Tabla de fertilización de los elementos complementarios al ensayo	44
9	ADEVA para el incremento del diámetro de la base del estípite y altura de planta para el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.	47
10	Promedios y pruebas de significación para el incremento del diámetro de la base del estípite y altura de planta.	48
11	ADEVA para la emisión foliar para el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.	50
12	Promedios y pruebas de significación para emisión foliar	51

13	ADEVA para el incremento promedio del diámetro de la corona foliar y área foliar en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera	53
14	Promedios para el incremento del diámetro de la corona foliar y área foliar.	53
15	ADEVA para la relación sexo en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.	56
16	Promedios para la relación sexo en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.	56
17	ADEVA para rendimiento en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera	57
18	Promedios para rendimiento en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera	58
19	Promedios del análisis químico de los tratamientos, al inicio y final del primer año de investigación.	62
20	Relaciones alcanzadas con el tratamiento dos en los dos muestreos de suelo.	68
21	Promedios del análisis foliares de los tratamientos, al inicio y final del primer año de investigación.	71
22	ADEVA para nutrientes de muestras foliares en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.	72
23	Promedios para nutrientes de muestras foliares	73
24	Costo de mantenimiento por tratamiento en el ensayo Recuperación de Palmas.	74
25	Costo de operación por planta en el ensayo Recuperación de Palmas.	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nº		Pág.
1	Promedios para el incremento del diámetro de la base del estúpite	49
2	Promedios para el incremento de la altura de planta.	50
3	Promedios para emisión foliar.	51
4	Promedios para el incremento del diámetro de la corona foliar	54
5	Promedios para el incremento del área foliar.	55
6	Promedios para la relación sexo en dos épocas.	57
7	Promedios para el rendimiento	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS

- 1 Mapa físico de ubicación del ensayo
- 2 Análisis químico del suelo
- 3 Análisis de capacidad de intercambio catiónico
- 4 Análisis foliar
- 5 Tabla de interpretación de análisis de suelos para cultivo de palma aceitera
- 6 Tabla de interpretación de análisis foliares
- 7 Datos de campo (Base de Datos)
- 8 Resultados de análisis foliares
- 9 Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo
- 10 Glosario de términos técnicos

I. INTRODUCCIÓN

La palma aceitera es originaria de África, de la región del Golfo de Guinea, extendiéndose aproximadamente hasta los 15 grados de latitud norte y sur. Desde tiempos remotos la planta crece de forma silvestre, siendo su fruto utilizado para la extracción del aceite para consumo humano. Durante el siglo XX se transforma en cultivo comercial, estableciéndose en varios países africanos para luego ser introducida en América difundiéndose y adaptándose rápidamente por todo el continente. (www.acupalma.org.ve/index.asp?categoryid=7554)

Los países Asiáticos principalmente Malasia y más recientemente Indonesia, en conjunto suman 4,4 millones de hectáreas, de tal manera que estos países participan con el 80% de la producción mundial. Colombia en el contexto mundial ocupa el cuarto lugar con el 2.5 %, Malasia representa el 51%, Indonesia el 29%, Nigeria el 3.5 % y el resto de países productores el 14%. (www.monografias.com/trabajos34/palma-aceitera.....shtml)

La producción mundial de aceite de palma se proyecta para el ciclo 2007/08 en 41.73 millones de toneladas, registrando una suba del 11.6% con respecto al ciclo anterior. En la actualidad, este aceite ocupa el primer lugar tanto por el volumen producido como por la cantidad comercializada en el mundo. A partir de la campaña 2004/05 el aceite de palma tiene el liderazgo en la producción de aceites y grasas desplazando al segundo lugar al aceite de soya. Para el actual ciclo 07/08, el aceite de palma participa con el 35% de la producción mundial de aceites vegetales, considerando tanto el total de aceite de palma como el de pepita de palma. (www.acampo.com.ar/espanol/gest_tec/Perfil%20Mercado.....htm)

La palma fue introducida en el Ecuador en el año 1952 y su expansión comercial se inició a partir de 1965, en la provincia de Pichincha, hoy Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas. En 1994 se extiende a 97.850.4 has y en la actualidad llega a las 207.285 has distribuidas en la Costa y Oriente Ecuatoriano. Este rápido desarrollo de la oleaginosa ha generado un fuerte impacto socio-económico en el

país, al crear 60.000 plazas de trabajo directas a la actividad agrícola. La palma produce racimos con frutos que pueden alcanzar más de cuatro toneladas durante todo el período productivo. Esto significa 600 toneladas acumuladas por hectárea. (ANCUPA, MAGAP y SESA, 2008)

La palma africana es un cultivo perenne que requiere de un adecuado plan de fertilización en virtud de los altos requerimientos por unidad de superficie comparada con otras oleaginosas. Debido al alto costo actual de los fertilizantes convencionales y considerando las nuevas técnicas en nutrición de la palma, que no permiten optimizar las aplicaciones de fertilizantes es posible minimizar los efectos causados debido a las pérdidas por fijación, lixiviación y escorrentía entre los principales. (Romero, G. 1980)

Un balance adecuado de K es esencial para mantener las relaciones hídricas (resistencia a la sequía), el transporte de asimilados de la fotosíntesis y para mantener en funcionamiento los mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de patógenos y el estrés en general. En algunas áreas con alta incidencia de PC (pudrición del cogollo), el contenido de K en el suelo es muy bajo. En otras situaciones, el problema parece ser más complicado sobre todo cuando el K se encuentra en desbalance con el Mg o el Ca, o bien deprimido por el uso de un exceso de fertilizante nitrogenado. La solución a estos problemas normalmente está en ofrecer a la planta una fertilización adecuada. (Chinchilla, C. 2004)

En un estudio realizado en Santo Domingo en 1980, sobre la determinación de la relación Mg y K en suelos cultivados con palma africana se manifiesta que los problemas nutricionales han aumentado considerablemente por una fertilización inadecuada, especialmente en lo relacionado con el magnesio y potasio; de allí la necesidad de estudiar la relación magnesio-potasio de los suelos cultivados con palma africana, ya que los altos contenidos de potasio en los suelos, posiblemente disminuyen la asimilación de magnesio por la planta, causando varios problemas de orden nutricional en áreas dedicadas a este cultivo; buscando establecer una fertilización balanceada en la aplicación de los dos elementos. (Romero, G.1980)

La mayoría de las reacciones de los cationes Ca, Mg y K en los suelos depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentren en el complejo de cambio del suelo. Por esta razón es indispensable, cuando se tienen los resultados analíticos, calcular algunas relaciones entre ellos que indican la manera como se comportan con respecto a la nutrición de las plantas. (CENIPALMA 1998)

Para el desarrollo de esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Demostrar que las plantas de palma con estrés por desbalance catiónico son recuperables mediante un adecuado manejo de la relación Ca, Mg y K, en la zona de agroecológica de La Concordia.
- Evaluar cuatro fuentes de Mg y K, en la recuperación de plantas de palma aceitera sometidas a estrés por desbalance catiónico.
- Evaluar la eficiencia de la fertilización edáfica frente a la foliar, en la recuperación de plantas de palma aceitera sometidas a estrés por desbalance catiónico.
- Realizar el Análisis Económico de presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA Y ORIGEN

La palma de aceite es una planta tropical. Su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África occidental. De ahí su nombre científico, *Elaeis guineensis* Jacq. Su introducción a América Tropical se atribuye a los colonizadores y comerciantes esclavos portugueses, que la usaban como parte de su dieta alimentaria de los esclavos en el Brasil en 1932, Florentino Claes fue quien introdujo la palma africana de aceite en Colombia y fueron sembradas con fines ornamentales en la Estación Agrícola de Palmira (Valle del Cauca). Pero el cultivo comercial sólo comenzó en 1945 cuando la United Fruit Company estableció una plantación en la zona bananera del departamento del Magdalena. (www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2215.doc+cultivo+de+la+palma+....)

El origen de las plantaciones de palma aceitera en el Ecuador se remonta a 1953-1954 en Santo Domingo de los Colorados y en Quinindé, donde se establecen cultivos a pequeña escala. La expansión del cultivo se inicia en 1967 con un incremento de superficie sembrada de 1.020 hectáreas. (www.accioznecologica.org/descargas/alertas/bosques/.....)

La Palma Africana fue introducida a Sumatra y Malasia hacia 1900 y muchas de las más grandes plantaciones están en esa área. Malasia es el mayor productor con el 51% de la producción mundial. La destrucción de la selva en Malasia e Indonesia para plantar palma aceitera ha provocado crisis ambientales en la región, como la registrada en 1998 cuando una densa y extensa nube de humo cubrió importantes áreas de los dos países. La promoción de las actuales plantaciones a gran escala tiene por objetivo central la extracción del aceite de palma (a partir de la parte carnosa de su fruto) y del aceite de palmiste (obtenido de la semilla). También Tailandia, Nigeria, Bolivia, Ecuador y Colombia están incrementando las siembras. (www.wikipedia.org/wiki/Palma_aceitera)

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La palma aceitera tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	Monocotiledónea
Orden	Palmales
Familia	Palmaceae
Genero	Elaeis
Especie	Guineensis
N. científico	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq
Híbrido	Tenera GHANA-ASD (Deli x Ghana 648)

(Bernal, F. 2001)

2.2.1. Características del género

Como características de este género es que: son monoicas de troncos solitarios, hojas pinnadas con pecíolos ligeramente espinosos, foliolos insertados irregularmente dando un aspecto plumoso, las flores masculinas con 6 estambres y fruto ovoide. (www.wikipedia.org/wiki/Palma_aceitera)

2.3. DESCRIPCIÓN BOTANICA

2.3.1. Raíces

La morfología de la palma de aceite es la característica de las monocotiledóneas, de las raíces primarias salen progresivamente sistemas de raíces más finas que forman los sistemas secundarios. Las raíces se originan del bulbo radical de la base del tronco. En su mayor parte son horizontales. Se encuentran en los primeros 50 cm del suelo, sólo la mayoría de las raíces primarias descienden en el suelo con un ángulo muy ligero respecto a la base de la palma, algunas llegan hasta a 4.5 m la de superficie, el número es muy variado y continúan produciéndose a lo largo de la vida de la palma. El diámetro de las raíces en cada

sistema disminuye gradualmente del promedio de cerca de 1 cm, para las primarias, hasta de 0.5 mm en las cuaternarias. La distribución de raíces en el suelo depende grandemente de las condiciones de suelo. Las raíces se encuentran en las interlíneas, como a 3 o 4 m de la palma. (www.mag.go.cr/biblioteca_vir.....)

Por ser una planta monocotiledónea, el sistema radicular se expande a partir de un bulbo. Ahí se producen las raíces primarias que dan origen las secundarias, terciarias y cuaternarias con las cuales la palma se ancla y absorbe del suelo los nutrientes disueltos en agua. La absorción de los nutrientes se hace a través de las raíces cuaternarias y los ápices de las primarias secundarias y terciarias. (www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd35/texto/principales.htm)

2.3.2. Estípite (tronco)

Es de estructura cilíndrica que se comunica con las raíces con un penacho de hojas que lo coronan. Contiene en su interior los vasos o haces vasculares (floema y xilema). Además en la parte central alberga punto de crecimiento o meristemo apical que da origen a todas las hojas e inflorescencia de la planta. El crecimiento promedio anual es de 30 a 60 centímetros al año. (Bernal, F. 2001)

2.3.3. Hoja

En condiciones normales la palma adulta tiene de 30 a 49 hojas funcionales. Ella están compuestas de un pecíolo de 1.5 metros aproximadamente con espinas laterales luego del cual está el caquis que soporta 200 a 300 foliolos insertos en las caras laterales donde se alternan. Con un buen manejo y nutrición la palma aceitera puede alcanzar una área foliar de 250 y 350 metros cuadrados. La filotaxia o distribución de las hojas indica que ellas están dispuestas en 8 espirales respecto del eje vertical, esto es importante para la toma de muestras para análisis foliar como en conteo de algunas plagas. Las hojas que han emergido y no se han abierto se denominan flechas. (Bernal, F. 2001)

2.3.4. Flor (inflorescencias)

La palma de aceite es una planta monocotiledónea perenne, es monoica por tener sus flores masculinas por separado, aunque en la misma planta y alógama por su polinización cruzada. La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, (con estambres, por ser masculinas), que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís. La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, lleva al centro un raquis esférico en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico que es tricarpelar (con tres cavidades), conteniendo un óvulo cada una, dicho ovario esta coronado por un estigma trífido cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. (Zambrano, R. 2005)

2.3.5. Fruto

Los frutos de la palma son de forma ovoide, de 3 a 6 centímetros de largo y pesan de 5 a 12 gramos. Tiene la piel lisa y brillante (exocarpio), una pupa o tejido fibroso que contiene células con aceite (mesocarpio), una nuez o semilla compuesta de un cuesco (endocarpio) y una almendra aceitosa o palmaste (endospermo). (Bernal, F. 2001)

2.3.6. Principales características del híbrido tenera de palma africana ASD

Desde su época de introducción el desarrollo del cultivo se ha basado principalmente en la utilización de materiales mejorados que resultan del cruzamiento de progenitores de las variedades Dura por Pisífera, obteniendo los híbridos Tenera como el híbrido INIAP originario de nuestro país y los híbridos MURGAS de origen colombiano, GHANA y LA MÉ originarios de Costa Rica e

IRHO que es originario de Brasil, siendo éstos los únicos comercializados en el mercado nacional.

Todos los materiales cultivados, presentan gran adaptabilidad a las condiciones ambientales de las principales zonas productoras del Ecuador, pero pese a ello, la sequía estacional que por naturaleza afecta a nuestro país causa desordenes fisiológicos en los diversos cultivares de palma africana, los mismos que se manifiestan con la disminución del rendimiento general del cultivo, limitante que se vería solucionada con la dotación y distribución adecuada de agua mediante el riego, como ya lo han demostrado estudios realizados en varios países. (ASD Costa Rica. 2004)

Híbrido Tenera GHANA-ASD (Deli x Ghana 648)

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad, conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR) y fueron introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1.977. Las plantas de esta variedad presentan un crecimiento del tronco reducido aproximadamente menor a 0.62 metros por año, el racimo es mediano y alcanza un peso que varía entre los 10 y 12 Kg, su fruto es mediano con un peso que oscila entre los 9 y 11 gramos, y el contenido de aceite en el racimo es mayor al 28%. La tolerancia a la sequía de este tipo de material es moderada, puede tolerar moderadamente las bajas temperaturas y son altamente tolerantes a la baja luminosidad. (ASD Costa Rica, 2004)

2.4. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL CULTIVO´

2.4.1. Características climáticas

Las condiciones climáticas, principalmente de precipitación y heliofonia, limitan las áreas destinadas a la siembra de palma africana. Las condiciones adecuadas son:

Precipitación: de 1500 a 1800 mm/año, entre 120 a 150 mm/mes.

Brillo solar: aproximadamente de 1400 hora/año, 115 horas/mes.

Temperatura: media diaria anual entre 24 a 26 grados centígrados.

Humedad ambiental: promedio diario mensual 75 % de humedad relativa.

Altitud: no mayor de 500 msnm. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.4.2. Suelo

El grado de rusticidad de la palma africana, permite su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas con diversidad de suelos, dentro del marco ambiental del trópico húmedo. Tolera suelos moderadamente ácidos (5,5-6,5), aunque éstos en general presentan deficiencias de elementos nutritivos tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen la aplicación de enmiendas. Cuando hay una alta acidez en el subsuelo se limita la profundización de las raíces y ocasiona susceptibilidad en las plantas a períodos prolongados de déficit hídrico. Los suelos óptimos son los de textura franco-arcillosa. En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo que su consistencia es insuficiente para el soporte de la planta. Los suelos pesados, de textura arcillosa, presentan limitaciones para su manejo, por la dificultad para drenarlos y por la facilidad con la que se compactan. (www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceiter....htm)

2.5. MANEJO DEL CULTIVO

2.5.1. Diseño y manejo de un vivero

Selección del sitio

- Topografía plana
- Suelo con una capa superficial rica en materia orgánica, bien estructurado, preferentemente franco – arenoso, franco o franco arcilloso.
- Disponibilidad de agua durante todo el año.
- Ubicación estratégica respecto a la zona de siembra. (Chinchilla, C. 2004)

Diseño.- Se recomienda dar una forma cuadrada o rectangular, que facilite la delimitación de caminos y la distribución del sistema de riego. El tamaño dependerá del área a plantar en el sitio definitivo. En una hectárea se puede establecer alrededor de 14.000 plántulas, distanciadas entre ellas a 80 cm.

Elección del suelo para el llenado de fundas.- El suelo para el llenado de fundas debe ser preferentemente de montaña virgen y/o cacaotal, porque dispone de un alto porcentaje de humus y materia orgánica en descomposición; además la porosidad y textura permiten un buen drenaje, constituyendo condiciones adecuadas para el desarrollo de las raíces de las plantas. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

Tipo de fundas y llenado.- Lo recomendable es utilizar funda (bolsa) polietileno de color negro, con dimensiones de 40 cm de ancho y 45 cm de largo, con 0.4 mm de espesor; cada bolsa debe ser perforada desde la base hasta la parte media para permitir un buen drenaje y aireación. (Chávez, F. 2009)

2.5.2. Diseño de plantación

Para el desarrollo del diseño de una plantación debe tenerse en consideración si se trata de una plantación industrial o de pequeñas y medianas propiedades; en este manual se presenta el desarrollo de las segundas. Como ilustración se incluye el diseño de un bloque modelo de 100 has con cuatro parcelas de 25 Ha. sembradas al “tresbolillo” a un distanciamiento de 9.0 m entre plantas que corresponde a una plantación industrial. (Zambrano, R. 2005)

2.5.3. Preparación del terreno para la siembra

La preparación del terreno debe iniciarse de tres a seis meses antes de la siembra. El procedimiento en la preparación del área para la siembra dependerá de la vegetación existente, topografía y área a plantar o replantar. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.5.4. Cultivo de cobertura

En toda plantación debe sembrarse un cultivo de cobertura, que ofrece las siguientes ventajas:

1. Controla la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes por lixiviación.
2. Mejora el nivel nutricional del suelo por la incorporación de nitrógeno.
3. Estabiliza el contenido de la humedad del suelo.
4. Mejora la estructura y la aeración del suelo.
5. Previene el crecimiento de malezas.
6. Incorpora materia orgánica al suelo. (Zambrano, R. 2005)

2.5.5. Siembra

Existen un conjunto de labores previas a la siembra que son determinantes para garantizar el éxito de la misma y cuyos resultados influyen posteriormente en la obtención de las producciones esperadas. Algunas de estas labores son el acondicionamiento de los suelos, trazado y construcción de drenajes y vialidad interna, trazado de plantación o demarcación de parcelas y establecimiento de cultivos de cobertura. La época de siembra adecuada para garantizar el cultivo es a inicios del período de lluvias, cuando se disponga en el suelo de suficiente humedad, para garantizar un buen desarrollo del sistema radical. Por otra parte, los distanciamientos de siembra más usados son de 9 x 9 m entre plantas, al tresbolillo y 7,8 m entre hileras, proporcionándonos una densidad de siembra de 143 plantas ha⁻¹, o bien distanciamientos de 8,5 x 8,5 m entre plantas en el mismo sistema y 7,36 m entre hileras, con el que se obtienen 160 plantas ha⁻¹. La orientación de las hileras de palmas debe ser Norte-Sur. (www.infoagro.com/herbáceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera....htm)

2.5.6. Mantenimiento de interlíneas (camino de cosecha)

Las interlíneas en una plantación están sembradas con un cultivo de cobertura, por lo general una leguminosa, a la que se le quiere procurar un rápido y vigoroso establecimiento. En una segunda etapa, esta labor se vuelve más selectiva en cuanto a la eliminación de malezas con machete pues se trata de propiciar un medio ambiente adecuado para la proliferación de insectos benéficos, auxiliares en el control de plagas. (Zambrano, R. 2005)

2.5.7. Combate de malezas en corona

En cultivos jóvenes (1- 4 años) el combate de malezas en lo posible, debe realizarse manualmente (machete) cada 30 a 45 días, dependiendo de las malezas y época del año. En plantaciones de más de cinco años, se puede alternar el combate manual con el químico. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.5.8. Podas

Consiste en el corte de hojas bajas envejecidas o que por alguna causa hayan perdido más del 50% del área foliar, por lo tanto no son útiles para la planta. Se lo realiza una vez al año en los meses de menor precipitación. Es importante mantener el número de hojas, se recomienda entre 35 a 40, no podar aquellas que sostienen el racimo ya que al hacerlo provoca retraso en el desarrollo y/o reducción de su peso. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.5.9. Cosecha y transporte de racimos

Indudablemente es una de las labores más importantes de toda la gestión de la plantación. La cosecha y el transporte de los racimos son la culminación de todos los esfuerzos y el resultado de la aplicación escrupulosa de un conjunto de técnicas de manejo del cultivo. El objeto de estas labores complementarias es:

- Cosechar toda la fruta en su madurez óptima con el máximo contenido y calidad de aceite y palmiste.
- Recolectar toda la fruta suelta.
- Se debe respetar el criterio de cosecha establecido (a partir de 03 frutos sueltos caídos espontáneamente).
- Todas las hojas cortadas, como resultado de la cosecha, deberán ser apiladas ordenadamente en la interlínea.
- Todos los racimos maduros deberán ser cortados y trasladados al borde de la parcela (con sus frutos sueltos), se les cortarán los pedúnculos al ras en la base del racimo y serán acomodados en línea para pasar el control de calidad.
- La primera cosecha se realiza entre los 32 – 34 meses de edad de sembrada la palma aceitera. (Zambrano, R. 2005)

2.6. ENFERMEDADES

2.6.1. Germen Pardo (*Aspergillus*; *Penicillium* y *Fusarium*)

Se presenta en el periodo de la germinación cuando el embrión emerge, sobre la radícula se observa una mancha hundida de color marrón o pardo oscuro que avanza a la parte de las raíces jóvenes. Se puede prevenir antes de la germinación, se debe aplicar en las semillas productos químicos, mediante la inmersión de las mismas por tres minutos en Vitavax – Tiran g/l de agua, Benlate 2g/l de agua. Además, se sugiere durante la germinación mantener la humedad de las semillas por debajo del 19% en el proceso del calentamiento. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.6.2. Pudrición común de la Flecha (*Fusarium roseum* u *oxysporum*)

Uno de los primeros síntomas consiste en el desarrollo de lesiones oscuras de apariencia acuosa en los folíolos aún plegados en el raquis en las flechas. Debido a su posición estas lesiones pueden pasar desapercibidas y la primera evidencia de la enfermedad es la aparición de una flecha quebrada o fuertemente curvada cerca

de su base o más comúnmente cerca de la parte media del raquis. El tejido necrótico de los foliolos se seca y se desprende, de manera que luego de algunos días la hoja doblada solo presenta algunas fibras de los foliolos. Los síntomas aparecen en plantas jóvenes. (1-3 años). (Chinchilla, C. 2004)

2.6.3. Pestalotopsis (*Pesralotia sp.*)

Las lesiones en la palma africana aparecen generalmente en las hojas bajas pero en ataques severos sólo las hojas más jóvenes aparecen libres de manchas. Inicialmente las lesiones son de apariencia grasosa color café claro y luego blanco grisáceo o cenizo y frecuentemente se rodean de una zona color amarillo anaranjado. Al crecer, la lesión toma un aspecto sonado y se juntan unas con otras secando amplias zonas de tejido. Las partes más viejas de la lesión se cubren de unos puntitos negros. Aunque no se conocen por completo los factores reguladores de la población de los vectores, es obvio que se debe de ser muy cauteloso en su manejo para no crear desequilibrios que favorezcan un aumento de la población del insecto. El buen manejo de la plantación que favorezca el desarrollo vigoroso de las plantas es la principal arma contra el ataque de patógenos oportunistas. Cuando el ataque del hongo es importante se hace necesario el uso de un insecticida para reducir la población del vector, ya que las aplicaciones fungicidas han resultado inefectivas. (www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera...htm)

2.7. PLAGAS

2.7.1. Escama roja de las raíces (*Neolecanium siverai* Empell, Homóptera; Lecaniidae)

Son conchuelas cubiertas de un caparazón ovoide, las adultas llegan a alcanzar 4 mm de diámetro, se fijan permanentemente a la zonas lignificadoras de las raíces las cuales que extraen las sustancias líquidas de las raíces. Cuando las infecciones son elevadas destruye considerablemente el sistema radical lo que provoca una

marcada clorosis del follaje y una condición de debilitamiento en las plantas. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

2.7.2. Sagalassa (*Sagalassa valida* Walter, Lepidoptera: Glyphiprerrigidae)

El daño es causado por la larva que esta denominado como el barrenador del sistema radicular en la palma aceitera. En sus primeros instares causa daño a las raíces cuaternarias y terciarias y a medida que pasa su desarrollo para a las raíces secundarias y primarias en las cuales es evidente el daño. Las barrenaduras en una raíz principal alcanzan 30 cm de longitud. (Fedepalma y Cenipalma. 2000)

2.7.3. Gusano cogollero (*Alurnus humeralis* Rosemberg, Coleópterahy somelidae)

Los adultos son de colores muy vistosos, cabeza, patas, antena de color negro. Provocados por los hábitos alimenticios de las larvas y adultos, notando mayor defoliación en los meses de septiembre y octubre. La defoliación se produce en las hojas cerradas de la flecha y se visualiza cuando la hoja se ha desplegado totalmente. (Chávez, F. y Rivadeneira, R.2003)

2.7.4. Picudo o Gualpa (*Rhynchophorus palmarum*, Coleoptera)

El daño directo lo causa las larvas que taladran y destruyen los tejidos internos en el tallo y en el cogollo. Cualquier herida en el cogollo o en el tallo atrae a los adultos que depositan allí sus huevos. El ataque de las larvas puede matar una planta debido al daño del meristemo principal bien al desarrollo de las pudriciones causada por los microorganismos. (Chinchilla, C. 2004)

2.8. USOS DE LA PALMA Y SUS DERIVADOS

La palma de aceite es importante por la gran variedad de productos que genera, los cuales se utilizan en la alimentación y la industria. Tanto el aceite de pulpa

como el de almendra se emplean para producir margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina y también jabones. El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta, velas, etc. Se usa también en la industria textil y de cuero, en la laminación de acero y aluminio, en la traficación de metales y en la producción de ácidos grasos y vitamina A. (www.elchao.com/palma.htm)

2.9. NUTRICIÓN

El manejo nutricional de las palmas es determinante para lograr su desarrollo adecuado, una producción precoz y abundante, y para que crezca en estado sanitario satisfactorio. La demanda de los nutrientes de un cultivo depende fundamentalmente de la edad de las palmas, del tipo de material sembrado, del suelo, del cultivo de cobertura, de los factores ambientales y de los niveles de agotamiento por producción de racimos. (Bernal, F. 2001)

Los programas de fertilización deben ser llevados a cabo no sólo para prevenir o corregir deficiencias, sino también para mantener las cantidades necesarias de nutrimentos esenciales para lograr un adecuado crecimiento y producción óptima y económica. Para mantener una buena condición nutricional en las plantaciones de palma, es necesario contar con:

- Resultados de experimentos de fertilización, estudios fisiológicos del cultivo, análisis del suelo, medidas de crecimiento vegetativo (área transversal del pecíolo y área foliar), análisis foliares, nutrientes perdidos por lixiviación, deficiencias que se observan a simple vista, densidad de la plantación, drenaje del suelo, textura, consistencia del suelo, pendiente del terreno, profundidad del suelo, materia orgánica en el suelo, lluvia anual, distribución y energía solar.
- Análisis foliares es una buena guía solamente para estimar el requerimiento de fertilizantes cuando los factores ambientales arriba mencionados pueden ser cuantificados para una región. (www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf+palma+.....)

2.9.1. Elementos esenciales para las plantas

De todos los elementos que existen en la naturaleza, solamente 17 son considerados esenciales para las plantas superiores. Estos elementos son el Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Oxígeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Cloro, Molibdeno, Hierro, Zinc, Cobre y Manganese. (Muñoz, R.1981)

2.9.2. El Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno empieza primero por las hojas más viejas, las inferiores (en el caso del Hierro, empieza por las más jóvenes, que son los brotes). Se ven hojas más claras de color verde pálido, que va tornándose en amarillo, incluyendo las nerviaciones. Aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas. Si la deficiencia continúa las hojas inferiores caen. No crece, el follaje es escaso, aunque puede florecer con cierta abundancia. En definitiva la planta tiene un aspecto raquítico y amarillento. Estos mismos síntomas también pueden producirlo Nematodos, asfixia radicular, daños en raíces, otras carencias, etc. por lo que hay riesgo de confusión. (www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=62915)

Este nutrimento es absorbido por las plantas principalmente como nitritos (NO^{-2}) o nitratos (NO^{-3}) y formas reducidas amoniacales y de moléculas compuestas como la urea. El nitrógeno en el suelo puede provenir de una descomposición de residuos orgánicos vegetales o de animales. (Muñoz, R.1981)

2.9.3. El Fósforo

Es absorbido por las plantas superiores principalmente en forma de ión mono fosfato H_2PO_4 y di fosfato HPO_4^{2-} . El fósforo está presente en la materia orgánica vegetal o animal. Este nutrimento, es componente de todas las enzimas involucradas en el transporte de energía (ATP, DPN, TPN) y se encuentra

presente en los azúcares fosfatados, en los ácidos nucleicos (ADN, ARN). Entre las principales funciones están las de participar como transmisor de energía, fotosíntesis y descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas. (Muñoz, R. 1981)

Los síntomas de la deficiencia del fósforo incluyen retrasos en el crecimiento de la planta, coloración púrpura oscura de las hojas más viejas, retraso en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. En la mayoría de las plantas estos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2%. El exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, con la absorción de otros elementos, tales como el hierro, el manganeso y el zinc. La fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes de fósforo, especialmente cuando se utilizan fertilizantes compuestos de NPK o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico. (www.smart-fertilizer.com/articulos/fosforo)

2.9.4. El Potasio

Se sabe que el K interacciona con casi todos los nutrientes esenciales. El K es importante para la activación de enzimas, el uso eficiente del agua, la fotosíntesis, el transporte de azúcares, el movimiento de agua y de nutrientes, la síntesis de almidón y la calidad del cultivo. Las plantas requieren más K que ningún otro nutriente, con excepción del N. los cultivos agronómicos contienen cantidades similares de K y N, aunque el contenido de K de muchos cultivos de alto rendimiento es aún mayor que el nitrógeno. A diferencia de otros nutrientes el K no forma compuestos en la planta sino que permanece libre para regular a muchos procesos esenciales, incluyendo en la activación de enzimas, la fotosíntesis de almidón y la síntesis de proteína. (FERSAN, 2000)

Potasio en las plantas

- **Activación de enzimas:** Las enzimas son los compuestos que catalizan reacciones químicas. El K⁺ activa más de 80 enzimas que participan en el crecimiento de las plantas.
- **Su presencia en las células determina:** Cuantas enzimas se pueden activar. La tasa de las reacciones químicas.
- **Fotosíntesis:** Enzimas activadas por K participan en la producción de ATP (adenosin tri fosfato, fuente de energía de la planta).
- **Cuando existe deficiencia de K:** Se reduce la tasa de fotosíntesis y la producción de ATP. Todos los procesos que necesitan ATP se reducen. Se incrementa la respiración de la planta, lo que significa crecimiento más lento.
- **Transporte de agua y nutrientes:** El K juega un papel muy importante en el transporte a través del xilema. Cuando existe deficiencia de K se deprime el transporte de fosfatos, nitratos, Ca y Mg. ([www.ppi-ppic.org/ppiweb/pltamn....](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/pltamn...))

El potasio (K) es el nutriente más absorbido por el cultivo de palma, exportándose en una cosecha de 25 t de fruta la cantidad de 94 kg de K. El K participa en el desarrollo de los tejidos meristemáticos y juega un papel importante en el control del agua en la planta y en los procesos de evapotranspiración. La principal función bioquímica del K es la activación de varios sistemas enzimáticos Experimentos realizados con técnicas convencionales han reportado efectos positivos de la fertilización potásica. Sin embargo, estas respuestas se reflejan a largo plazo y no se puede distinguir en forma clara si el efecto se debe a la absorción del K proveniente del fertilizante o al K nativo del suelo. ([www.ipni.net/ppiweb....](http://www.ipni.net/ppiweb...))

- **Actividad de los estomas y uso del agua:** El K regula la apertura y cerrado de los estomas. La deficiencia de K no permite que los estomas se cierren rápidamente y la planta pierde agua. El K en las raíces produce una gradiente de presión osmótica que lleva el agua dentro de la planta. La deficiencia hace que las plantas tengan menos habilidad para absorber agua.

- **Calidad de los cultivos:** La adecuada nutrición con K mejora la calidad de los cultivos. Mejora la calidad física. Incrementa la resistencia a enfermedades. Duración en post-cosecha de frutas y hortalizas. Incremento de proteína en los cultivos. Llenado y peso del grano o fruto. El K prolonga el período de llenado de grano o fruta. Promueve la pronta floración. Retarda la senescencia plantas.
- **Crecimiento de las raíces:** La deficiencia de K restringe el crecimiento de las raíces, particularmente las laterales. El cultivo tiene menos habilidad de encontrar nutrientes y agua. Resistencia de las plantas al estrés por falta de agua.
- **Resistencia a enfermedades:** El exceso de N, la deficiencia de K, o las dos, reducen la resistencia de los cultivos a las enfermedades. La adecuada nutrición con K incrementa la resistencia a muchas y variadas enfermedades. Esta condición se ha documentado ampliamente en todo el mundo. ([www.ppi-ppic.org/ppiweb/pltamn....](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/pltamn...))

2.9.5. El Boro

El boro es absorbido por la planta en forma iónica como: B_4O_7 , H_2BO^{-3} , HBO^{-3} . Este nutriente interviene en la división celular, floración, fructificación, metabolismos de carbohidratos y los ácidos nucleídos. (ADN, ARN). (Muñoz, R.1981)

El boro, es el micronutriente de mayor importancia en la nutrición de la palma aceitera y tiene varias funciones en sus procesos fisiológicos, siendo estos: Es esencial para la elongación radical, la formación de carbohidratos y de la pared celular; Creación de proteínas y regulación de la síntesis de ácidos nucleicos; Producción de sacarosa y su transporte hacia otros órganos de la planta; Actúa en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos; Germinación del tubo polínico y en el proceso de fertilización de flores para lograr un alto rendimiento de semillas y contenido de aceite del grano;

El boro no se trasloca con facilidad de los tejidos viejos a los meristemáticos. (www.revistaelagro.com/2012/11/14/importancia...)

2.9.6. El Zinc

Es absorbido por las plantas en forma de sulfato y debe ser reducido antes de poder ser incorporado en componentes orgánicos. Su función más importante es la participación en la estructura de las proteínas formando parte de los aminoácidos azufrados. cisteína, cistina y metionina. También forma parte el azufre de compuestos como tiamina, biotina y coenzima A, metabolitos esenciales en el metabolismo de las plantas, ya que actúan como cofactores o coenzimas de varios sistemas enzimáticos. Otra función del azufre se encuentra en los grupos sulfhídrico presentes en muchas enzimas y que en muchos casos son necesarios para su actividad. (Muñoz, R.1981)

Los síntomas se inician siempre en las hojas más jóvenes (baja movilidad), que presentan zonas jaspeadas cloróticas intervenales que terminan necrosándose y afectando a todo el parénquima foliar y a los nervios; Crecimiento reducido (crecimiento en roseta), hojas reducidas (microfilia); Acortamiento en la longitud de los entrenudos; Reducción de floración y fructificación. Un hecho a tener en cuenta es que todas las plantas con deficiencias en Zn presentan hojas con elevados contenidos de Fe, Mn, nitratos y fosfatos, mientras que los contenidos en almidón son bajos. (www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/...htm)

2.9.7. El Calcio

Ca y la pared celular: combinado con la pectina, forma el péctato de calcio “pegamento” que mantiene las células juntas y mantiene las paredes de las células rígidas y firmes. El Ca reduce el ablandamiento de frutos y su deterioro: un nivel adecuado de calcio en los tejidos inhibe la acción de enzimas (poligalacturonasas) que causan el “leakage” de la membrana y senescencia de los tejidos. El Calcio se mueve principalmente con el flujo de la transpiración. El movimiento Calcio se

mueve principalmente a las hojas más maduras. (www.fertilizando.com/articulos/CursoFertirrigacion2003...)

- **El calcio en las plantas**

Se puede absorber como catión o como quelato cálcico, que es la forma en la que lo proporciona Viaplant-Ca. La absorción de calcio es pasiva, sin consumo de energía. Algunos autores indican que ocurre mediante un intercambio sólido-sólido, entre la raíz y los minerales de las arcillas. Los parámetros más relacionados con la absorción de calcio, son los antagonismos catiónico con sodio, potasio, amonio y magnesio y los mecanismos de absorción, dependientes de la fisiología de la raíz. El calcio se transporta a través del xilema, condicionado por las tasas de transpiración de la planta y por tanto, dependiendo de la humedad del medio ambiente. Al disminuir la humedad, aumenta la transpiración y con ello el transporte de calcio hacia las hojas jóvenes, por flujo de masa. (www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1179)

Dada la escasa movilidad del calcio en la planta, los síntomas de la deficiencia de calcio, aparecen primero en las hojas jóvenes y en los ápices de crecimiento, que en poco tiempo toman color pardo, produciéndose la necrosis.

El calcio está relacionado con las siguientes funciones bioquímicas de la planta:

- Elongación y división celular.
- Permeabilidad e integridad de las membranas celulares.
- Fenómenos de senescencia.
- Germinación de semillas.
- Crecimiento del polen.
- Maduración de los frutos.
- Actividades enzimáticas.
- Actividades hormonales.

Se ha podido comprobar que cuando las raíces de las plantas no reciben suficiente calcio, dejan de crecer tomando un color pardo y finalmente mueren. No se conoce exactamente el mecanismo de actuación. Viets observó que existe un límite a partir del cual, si disminuye la concentración de Ca^{2+} en el interior de la célula, también lo hace la concentración de K^+ . El Ca^{2+} impide que el K^+ y otros iones y moléculas, salgan del interior de las células. (www.viagro.es/calcio_en_las_plantas.htm)

- **Asimilación de nutrientes**

La presencia de calcio en el suelo es indispensable para lograr que los otros elementos, especialmente los cationes, se pongan disponibles para la planta. Es conocido que el calcio debe cubrir el 60-70% de la saturación de los cationes del suelo. En suelos con bajo pH (ácidos), los problemas con la disponibilidad de calcio son bastante serios. Por una parte, los excesos de aluminio y hierro pueden convertirse en un problema de fitotoxicidad para las plantas, especialmente a nivel de su sistema radicular; y por otra, se presenta poca disponibilidad de los cationes (Mg, K, Ca), lo que afecta tremendamente la calidad de las cosechas. La única manera de corregir un suelo ácido es aplicando calcio en forma de enmiendas cálcicas, cuya dosis depende de los rangos de pH específicos de cada suelo. (www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1179)

2.9.8. El Magnesio

El magnesio activa más sistemas enzimáticos que cualquier otro nutriente. La mayor parte de Mg se halla presente en la savia. El Mg cumple funciones en el metabolismo del fosfato, en la respiración de las plantas y en la activación de sistemas enzimáticos. Las plantas necesitan Mg para capturar la energía solar para su crecimiento y producción. (Muñoz, R.1981)

- **El magnesio en las plantas:** El Mg de la clorofila constituye entre el 15 y el 20% del total de una planta sana. Interviene en la síntesis de otros pigmentos,

como carotenos y xantofilas. El Mg está envuelto en todos los procesos de fosforilación de la planta, promoviendo la transferencia y conversión de la energía. Esto es, en la fotosíntesis, síntesis de carbohidratos, proteínas, ruptura de los carbohidratos en ácido pirúvico (respiración). En dónde haya necesidad de ATP, es imprescindible la presencia de Mg. El Mg influencia el balance de fitohormonas y reducción de nitratos y promueve la germinación del polen. Es fundamental para la acumulación de almidón en papas o azúcar en caña de azúcar, así como de aceites en oleaginosas. (www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1179)

- **Magnesio en la planta y en el suelo:** Clorofila es el único componente estable en las plantas que contiene un átomo de magnesio como constituyente fijo. La mitad o más de magnesio de la hoja puede estar en cloroplastos; la plástida, evidentemente contiene mucho magnesio en adición a aquel que es parte de la clorofila. También Magnesio, además de su papel de clorofila, es un activador de enzimas más comunes concernientes al metabolismo de la energía. Generalmente cuando las plantas causan una deficiencia de magnesio la proporción de proteína N decrece, y esa no-proteína N aumenta. De esto se puede concluir que la deficiencia de magnesio inhibe la síntesis de proteína. (Slobbe. 1988)

2.9.9. Dosis de fertilización

La dosis de fertilizantes utilizada anualmente depende de la edad del cultivo; y su relación al análisis de suelo y foliar. (Rivadeneira, J.1985)

Cuadro N° 1. Requerimientos de la palma aceitera según tablas del INIAP 2005

FERTILIZACIÓN PALMAS DE 4-6 AÑOS					
NIVEL	ELEMENTO (g/pl)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	BO ₃
DEFICIENTE		200		240	
BAJO	690	185	850	220	25
MEDIO	575	160	700	200	20
ALTO	460	145	600	180	15

Cuadro N° 2. Requerimientos de la palma aceitera según la Extracción de Nutrientes tablas del INIAP 2005

ELEMENTO	EXTRACCIÓN	EFICIENCIA FERTILIZACIÓN	
	kg/ha/año	%	
N	110	50	0,5
P	20	20	0,2
K	170	50	0,5
Mg	30	40	0,4

2.10. INTERCAMBIO CATIONICO

Se refiere al intercambio de los cationes retenidos en la superficie de las arcillas del suelo y las partículas de materia orgánica por otros factores existentes en la solución del suelo, es una relación muy importante en la fertilidad de los suelos en la corrección de la acidez o alcalinidad, en la modificación de las características físicas y para influenciar la purificación y percolación del agua además de otros efectos. (Revelo, M. 2002)

La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la suma de cationes intercambiables (con carga +) que el suelo puede absorber por unidad de peso o volumen en meq/100g.

- Una CIC alta: suelo con alta capacidad de retener nutrientes entre periodos de fertilización.
- Una CIC alta: retención de nutrientes que previene la lixiviación durante el riego y provee de un poder buffer (fluctuaciones bruscas de pH).
- Los cationes se adsorben a los sitios negativos en las partículas del suelo, por intercambio catiónico pasan a la solución del suelo y son absorbidos por las raíces. La CIC Máximo se da entre pH 5.5-7.0. (www.fertilizando.com/pdh/?storyid=1179...)

2.10.1. Intercambio de bases

Este término identifica a cualquier catión básico (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , NH^{+4}) absorbido en un coloide del suelo, el cual puede ser remplazado por el catión Hidrógeno (H^+) o catión. (Revelo, M. 2002)

En el suelo hay dos tipos de cationes: unos que generan acidez y otros que generan basicidad. Un ejemplo típico de un catión que genera acidez es el A^{3+} . Los cationes generadores de basicidad son: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ , y por ello son llamados también cationes básicos o simplemente “bases”. (CENIPALMA, 1998)

2.10.2. Relaciones

Relación del Calcio y el Magnesio en los suelos

Las fuerzas que presenten los cationes para ocupar sitios de intercambio dentro de los coloides cargados negativamente, no es igual para todos ellos. Según la fuerza de intercambio, los cationes se ordenan en una serie llamada “Fuerza de intercambio o Serie de habilidad reemplazante. La reemplazabilidad de los cationes está controlada por un gran número de factores, entre los cuales tenemos:

- Efecto de concentración.- En general, mayor concentración de un catión en una solución, mayor será el grado en el que este reemplaza a otros cationes.
- Efectos de los iones que ocupan las posiciones de intercambio.- La facilidad de reemplazamiento de un ión depende no solamente de la naturaleza del ión mismo, sino también de la naturaleza del resto de los iones que ocupan las posiciones intercambiables. El K^+ es más fácil reemplazado por el H^+ cuando el ión complementario es Mg^{++} .
- Naturaleza del anión en la solución reemplazante.- Por ejemplo la reemplazabilidad del Na^+ por el Ca^{++} es diferente cuando se usa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que cuando se usa CaSO_4 .

- Naturaleza del ion: Si esta es mayor es más difícil reemplazarlo. El tamaño del ión.- el ión de la misma valencia de un tamaño más pequeño es más débil.
- Efecto de la temperatura.- Aumentos moderados de temperatura no solamente reducen la CIC sino también la reemplazabilidad relativa de los cationes.
- Naturaleza en la arcilla.

Relación K/Mg: Tiene gran importancia en la absorción de Mg por parte de las plantas, ya que si alcanzan valores más altos de los recomendables para el cultivo, el Mg puede tener problemas para su asimilación. En un estudio realizado por McLean e col. (1983), sobre la relación de cationes (Ca/Mg y K/Mg), concluyen que en la práctica debe centrarse la atención del abonado en niveles de suficiencia en el suelo en lugar de mantener unas relaciones óptimas. (www.geocities.com/Yosemite/8300/ANEJOS5.htm....)

▪ **Relación Ca-Mg-K intercambiables en el suelo**

El Ca, el Mg y el K compiten por sitios de absorción en las raíces. La deficiencia de uno de estos nutrientes puede ser acentuada por la abundancia de los otros. (INPOFOS 1997)

En el caso de los cationes Potasio, Calcio y Magnesio, no se puede decir que el problema nutricional del cultivo de palma radica principalmente en su deficiencia, sino más bien en un elevado desbalance entre estos tres cationes. Se aprecia un exceso de Calcio con relación al Magnesio y, en muchos casos, un exceso de Magnesio con relación del Potasio, lo que se ha agudizado en muchas áreas por no manejar su fertilización en base de un análisis de suelos y/o foliar. (Padilla 1991)

La mayoría de las relaciones de cationes Ca, Mg y K en los suelos depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentren en el complejo de cambio de suelo. Por esta razón es indispensable, cuando se tiene los resultados analíticos, calcular algunas relaciones entre ellos que indican la manera como se comportan con respecto a la nutrición de las plantas. Estas relaciones son:

- Relación Ca:Mg:K
Esta ideal debe ser 2:1:0.3, pero se pueden aceptar desviaciones no muy altas.
- Relación Ca/Mg
Esta relación idealmente debe ser igual 2.0, pero se aceptan que el nivel crítico es 1.0. Si la relación es menor a 1.0. Se considera que le suelo presenta problemas físicos y nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca. Si esta relación es mayor 7.0, puede que las plantas sufran deficiencia de Mg, aunque el análisis del Mg intercambiable lo indique.
- Relación Mg/K
Si es menor a 1.0. Probablemente el K impedirá la toma de Mg por las plantas, pero si es mayor a 70.0 es muy posible que el exceso de Mg con relación al K impida la captación de este último a pesar de que se hagan aplicaciones aparentemente adecuadas.
- Relación Ca+Mg/K
Esta es una relación normal si es menor a 7.0 pero cuando esta 70.0 y 120 ya es condicionada. Si pasa de 120 se considera alta y en este caso el Ca y el Mg en exceso puede impedir la toma de K por las plantas.
- Suma de bases (Ca+Mg+K)
En el caso de la palma de aceite se considera que la suma de los cationes es baja cuando es menor 10.0, media 10.0 a 20.0 y alta si es mayor 20.0. (Romero, G. 1980)

2.11. DEFICIENCIA DE NUTRIENTES

2.11.1. Deficiencia de Potasio

Uno de los síntomas de deficiencia de K más común es la quemadura a lo largo de los márgenes de las hojas, que aparecen en las hojas viejas. Las plantas crecen lentamente y desarrollan un sistema radicular pequeño. Las semillas y las frutas son pequeñas y atrofiadas; el cultivo tiene baja resistencia a enfermedades y estrés por humedad. (FERSAN. 2000)

El primer síntoma de amarillamiento de la mitad de la corola se caracteriza por el desarrollo de una clorosis de color caqui opaco a amarillo parduzco en una hoja joven situada en la parte superior de la corola. La decoloración de la hoja y su posición de la corola permite diagnosticar el problema. Se desarrollan manchas cloróticas pequeñas que rodean un punto inicial y que luego crecen hasta cubrir toda la hoja. Luego se desarrolla una banda claramente definidas alrededor del folíolo amarillo. El tamaño de la hoja se reduce y pueden aparecer puntos negros en las hojas viejas ya afectadas probablemente debido a la invasión de microorganismos que no han podido invadir tejido sano. La deficiencia K ha sido asociada con la presencia de enfermedades como: marchitamiento vascular, cercóspora, y pudrición basal del tallo y con desordenes fisiológicos que causan las pérdidas de racimos y plantas. (Fairhurst, T. 1997)

- **Causas**

Entre las causas de deficiencia de K se encuentra la concentración de potasio incalculable en el suelo. Sin embargo, la inadecuada aplicación de fertilizantes potásicos para reponer K removido en altas cantidades de ramos cosechados en un periodo de varios años puede ser también un factor importante. (Yamada, T. y Roberts, T. 2005)

2.11.2. Deficiencia de Magnesio

El síntoma de la hoja anaranjada se presenta comúnmente en los folíolos de las hojas bajas debido a que el Mg se trasloca de los tejidos viejos a los jóvenes. Al principio aparecen manchas de color verde olivo a ocre en la punta de los folíolos viejos, a medida que se va incrementando la severidad la deficiencia de las hojas toman color ocrea a amarillo claro y finalmente se secan. (Fairhurst, T. 1997)

En plantas deficientes en Mg, los niveles de P son más altos de los normales. En cereales permite aumentar el peso de mil granos, debido a una menor formación de fitina, por menor absorción y traslación del P. La fertilización con Mg

mejora la absorción y translocación del P y el tenor de P de los tejidos. Aplicaciones de K pueden aumentar los contenidos de Mg en granos, semillas y órganos de almacenamiento. (www.agroestrategias.com/Fisiologia_y_Deficiencia_de_Mg.htm+....)

- **Prevención.-** El análisis foliar es necesario para identificar concentraciones bajas de Mg en la hoja (menor 0.8%) y desbalances de Mg y K. Se han reportado también desbalances entre Ca y Mg en palmas que están creciendo en suelos con altos contenidos de Ca (suelos volcánicos). (Fairhurst, T. 1997)

2.11.3. Deficiencia de Calcio

Para la mayoría de las plantas la disponibilidad de Ca es adecuada pero se presentan las siguientes deficiencias. Crecimiento radicular es lento las raíces comúnmente se desarrollan de color oscuro y en caso extremo la zona de crecimiento puede morir. El crecimiento de las hojas nuevas se hace lento, las puntas de las hojas se hacen gelatinizan. Recuerde que el Ca no se trasloca dentro de la planta y por lo tanto los síntomas de deficiencia se ven en los brotes nuevos. El manejo adecuado de Ca y del agua ayuda a mejorar la resistencia de enfermedades. La deficiencia de Ca es más probable en suelos ácidos y arenosos en las cuales el Ca ha sido lixiviado por lluvia o irrigación y en zonas tropicales, ácidos con un bajo contenido de Ca. (FERSAN. 2000)

2.12. ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS DE LOS NUTRIENTES

En algunas ocasiones se producen interacciones entre dos iones que facilitan o dificultan la absorción de uno de ellos. Se llama *antagonismo* cuando uno de los iones tiende a inhibir la absorción del otro. El caso que más afecta al agricultor es el antagonismo potasio-magnesio.

El *sinergismo* se produce cuando uno de los iones provoca una acción excitante sobre la absorción del otro, como ocurre con el nitrógeno y el potasio. (www.proferfol.com/pdf/Suelo.pdf)

Contenidos adecuados de fósforo, provocan una absorción mayor de boro y zinc y una disminución de la absorción de manganeso, hierro y cobre. (Muñoz, 2002)

El Magnesio interactúa con el Potasio, de tal forma que altas aplicaciones de Potasio limitan la absorción del Magnesio y viceversa. (Bernal, 2002)

Se puede presentar antagonismo del potasio con el calcio y el magnesio, o sea una deficiencia de potasio se refleja en un exceso de calcio o magnesio y un exceso de potasio en una deficiencia de calcio o magnesio. El contenido de fósforo influye positivamente sobre el contenido de nitrógeno y viceversa, o sea a mayor concentración de fósforo habrá mayor concentración de nitrógeno. (Owen, 1993)

Los altos contenidos de Calcio inhiben la asimilación de Boro. (Padilla 1990)

2.13. MATERIA ORGANICA

La materia orgánica produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos organominerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo. Estos coloides existentes en el suelo presentan además carga negativa, hecho que les permite absorber cationes H^+ y cationes metálicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbente. (www.uclm.es/users/higueras/mga....htm)

La materia orgánica mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros. Es una fuente importante de nutrientes, a través

de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente. Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO₃, NH₄), fósforo (P₀₄) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros. Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso. (www.peruecologico.com. pe/lib_c18_t04.htm)

2.14. RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO (C/N)

La relación carbono-nitrógeno determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él. Cuanto menor sea el valor de la relación mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior.

De esta manera:

C/N	Calidad edáfica
<8	Muy buena
8-12	Buena
12-15	Mediana
15-20	Deficiente
20-30	Mala
>30	Muy mala

(www.vitoria-gasteiz.org/w24/docs/ceac/siam/....)

2.15. FERTILIZACIÓN

2.15.1. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea, que aporta elementos esenciales a los cultivos, solucionando la deficiencia de nutrientes mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las

hojas. Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, por favorecer, además, el buen desarrollo de los cultivos y mejorar el rendimiento y la calidad del producto. (www.quiminet.com/ar9/ar_AAAssbcBuaasd-fertilizacion-foliar....htm)

Las principales ventajas de la fertilización foliar, son:

- Nutrir al cultivo en momentos críticos.
- Soluciona deficiencias de micronutrientes.
- Aporta nutrientes a los cultivos en condiciones de inmovilización temporal en el suelo.
- Se independiza de las condiciones ambientales de la disolución y transformación de los fertilizantes en el suelo.
- Alta eficiencia de absorción de nutrientes.
- No hay pérdidas por lixiviación y/o volatilización. ([www.fertilizando.com/.../Efecto %20Fertilizacion....](http://www.fertilizando.com/.../Efecto%20Fertilizacion....))

2.15.2. Fertilización edáfica

En los suelos que realmente necesitan una rápida solución de su problema, por circunstancias que ponen en peligro la cosecha que se encuentre en el mismo, se utilizará la técnica de aplicación de fertilizantes inorgánicos, los cuales poseen funciones mucho más rápidas, ya que se tratan de compuestos que contienen las cantidades y nutrientes específicos que cada tipo de suelo necesita. Por otro lado, cuando nos encontramos con suelos cuya necesidad de nutrientes no es tan urgente, se pueden utilizar las técnicas de aplicación de fertilizantes orgánicos, los cuales son mucho mejores porque no son propensos a contaminación como los son los fertilizantes inorgánicos, gracias a que son de lenta asimilación. (www.jardinyplantas.com/suelos-y-fertilizantes/técnicas....HTML)

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se ubicó en el Lote 2 “Balance”, en el Centro de Investigaciones de Palma Aceitera (CIPAL), perteneciente a la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), ubicado en el km. 37.5 de la vía Santo Domingo-Quindé.

3.1.2. Situación geográfica y climática

Latitud:	00°06'00'' S
Longitud:	78°29'00'' O
Altura:	264 msnm
Temperatura promedio anual:	24.2°C
Temperatura máxima promedio anual:	32 °C
Temperatura mínima promedio anual:	18 °C
Heliofonia promedio anual:	690.9 h/luz/año
Humedad relativa promedio anual:	87.76 %
Precipitación promedio anual:	3097.8 mm

Fuente: Instituto Geográfico Militar, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI. 2007)

3.1.3. Zona de vida

La Concordia está ubicada en la zona correspondiente al Bosque Húmedo Tropical (bh-T). (www.monografias.com)

3.1.4. Condiciones físico-químicas del suelo

Orden:	Inceptisoles
Origen:	Cenizas volcánicas
Capacidad de drenaje:	Buena
Topografía:	Ligeramente ondulado
Contenido de M.O.:	Menor del 2%
pH:	5.6 (ácido)
Textura:	Franco arenoso

Fuente: Laboratorio INIAP Santa Catalina. 2007

3.1.5. Material Experimental

- Híbrido tenera GHANA-ASD (DELI X GHANA 648) de 4 años de edad.
- Fertilizantes:

Como fuentes de Magnesio y Potasio, se evaluarón los fertilizantes que se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro N° 3. Fuentes químicas comerciales de Mg y K, utilizadas para la recuperación de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) 1er año de ejecución.

Fuentes	Fórmula	Aplicación
Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio	MgO + KCl	Edáfica
Kieserita + Muriato de Potasio	MgSO ₄ .H ₂ O + KCl	Edáfica
Sulpomag + Óxido de Magnesio	K ₂ SO ₄ + 2MgSO ₄	Edáfica
Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio	MgSO ₄ + K ₂ SO ₄	Foliar

Fuente: Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. 1997

- **Materiales de campo**

Bomba de mochila, lanza, machete, pintura, flexómetro, balanza, taras, fundas plásticas, fundas de papel, canecas, piola, estacas, calibrador, libreta de campo, cámara fotográfica, rótulos de aluminio.

- **Materiales de oficina**

Computadora, marcadores, esferos, CD's, hojas, regla, flash memory.

3.2. FACTORES EN ESTUDIO

Comprendieron cuatro diferentes fuentes (F) de Magnesio y Potasio, mismos que se detallan en el cuadro 4 y 5 los tratamientos aplicados en el cultivo.

Cuadro N° 4. Factores en estudio para la recuperación de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). 1er año de ejecución.

Codificación	Significado	Fórmula Química
F ₁	Óxido de Magnesio y Muriato de Potasio	MgO + KCl
F ₂	Kieserita y Muriato de Potasio	MgSO ₄ .H ₂ O + KCl
F ₃	Sulpomag y Óxido de Magnesio	K ₂ SO ₄ + 2MgSO ₄
F ₄	Sulfato de Magnesio y Sulfato de Potasio	MgSO ₄ + K ₂ SO ₄

3.2.1. Tratamientos

Cuadro N° 5. Tratamientos fuentes y aplicación química comercial de Mg y K, utilizadas para la recuperación de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) 1er año de ejecución.

Trata. N°	Fuentes	Fórmula	K ₂ O	Mg	S	Aplicación
			%			
T ₁	Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio	MgO + KCl	60	55		Edáfica
T ₂	Kieserita + Muriato de Potasio	MgSO ₄ .H ₂ O + KCl	60	18.3	18	Edáfica
T ₃	Sulpomag + Óxido de Magnesio	K ₂ SO ₄ + 2MgSO ₄	22	11 y 55	22	Edáfica
T ₄	Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio	MgSO ₄ + K ₂ SO ₄	50	20	18	Foliar

3.2.2. Análisis estadístico

- **Diseño experimental.-** En la presente investigación se utilizó el Diseño de Bloques completos al Azar (DBCA).
- **Unidad experimental.-** Se conformó de 12 plantas por cada relación, mientras que la parcela neta constó de 6 plantas.
- **Número de repeticiones.-** La investigación se implementó con tres repeticiones.
- **Área experimental.-**

Área total de la subparcela:	842. 4 m ² (27 x 31.2) m
Área total de la parcela:	3369.6 m ²
Área total del experimento:	10108.8 m ²
Forma de la parcela:	Rectangular

- **Esquema del ADEVA**

Cuadro N° 6. Análisis de Varianza para el estudio de la recuperación de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). 1er año de ejecución.

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad	CME*
Repeticiones	2	$\Gamma e^2 + 4 \Gamma^2$ bloques
Fuentes (F) Γ	3	$\Gamma e^2 + 3\theta^2 t$
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	
f ₂ vs. f ₁	1	
Error Exp.	6	Γe^2
Total	11	

*CME: Cuadrados medios Esperados. Modelo fijo. Tratamiento seleccionada por el investigador.

- **Análisis funcional**

Cuando la prueba de Fisher fue significativa se utilizó la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos y las comparaciones ortogonales.

3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

3.3.1. Variables y métodos de evaluación

En todas las variables, como parte del análisis estadístico, se consideró la información reportada por la última evaluación del tratamiento cuatro (T₄: 90-7-3), del segundo año del ensayo de diferentes relaciones de Ca, Mg y K.

- **Contenidos nutricionales del suelo.**

Con la finalidad de poder manejar la fertilidad dentro del lote, y evidenciar la influencia de los diferentes tratamientos aplicados, se tomó una muestra de suelo, por unidad experimental, según metodología recomendada por INIAP. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de INIAP Sta. Catalina, Este análisis se hizo al inicio y 14 meses después de iniciada la investigación.

- **Contenidos nutricionales de la hoja.**

Con la finalidad de poder manejar la fertilidad dentro del lote, y evidenciar la influencia de los diferentes tratamientos a aplicados, se tomó una muestra del tejido de la palma según la metodología indicada por INIAP en cada tratamiento. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de INIAP Sta. Catalina, este análisis se lo hizo al inicio y a los 14 meses, después de iniciada la investigación.

- **Diámetro a la base del estípite**

Se evaluó usando un calibrador metálico, el cual se colocó a nivel del suelo y se procedió a leer la medida. La recopilación de ésta información se realizó a los seis y doce meses del ensayo en cada una de las 6 plantas de las diferentes parcelas y se registró en centímetros.

- **Altura del estípite**

Se tomó la medida con uso del flexómetro, que fue colocado desde el nivel del suelo hasta la altura en la que las hojas N° 2 y N° 3 forman un ángulo. La evaluación fue en cada una de las 6 plantas; a los seis y doce meses del ensayo, y se evaluó en centímetros.

- **Emisión foliar**

Se identificó y pintó, en la base peciolar, la hoja N° 1 que es la más cercana a la flecha y que tiene más del 75% de los folíolos abiertos. La evaluación se realizó en todas las plantas de cada parcela neta a los seis meses hasta la finalización del experimento. La variable se registró en hojas/mes.

- **Área foliar**

El área foliar se la midió en metros cuadrados, para lo cual, se empleó la metodología diseñada por Corley (Chinchilla. 2004), la misma que consiste en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Área foliar (m}^2\text{)} = K \times n \text{ (l x a)}$$

Dónde:

K = Constante variable entre 0.55 y 0.57 (0.55 la más común).

n = Número de folíolos por hoja (hoja 9 en plantas menores de 4 años y hoja 17 en plantas mayores de 5 años).

l = Promedio de la longitud de 6 folíolos centrales (hoja 9 en plantas menores de 4 años y hoja 17 en plantas mayores de 5 años).

a = Promedio de ancho de 6 folíolos centrales (hoja 9 en plantas menores de 4 años y hoja 17 en plantas mayores de 5 años).

Luego de aplicar la fórmula anteriormente indicada, el resultado se multiplicó por el número total de hojas (se registró el número de hojas en todas las plantas y se consideró el menor número que tenga una de ellas). Se evaluó a los seis meses del ensayo hasta la finalización del experimento.

- **Diámetro de la corona foliar**

El diámetro de la corona foliar se tomó entre los extremos de las dos hojas más sobresalientes de la planta y ubicadas en lugares opuestos, pasando por la parte central (flecha) de la planta. Se evaluó en metros y fue registrado a los seis y doce meses en cada una de las 6 plantas.

- **Relación sexo**

Las evaluaciones se realizaron contabilizando el número total de inflorescencias; tanto femeninas como masculinas, luego se realizó una división entre el número de inflorescencias femeninas para el total de inflorescencias. Esta variable fue evaluada al inicio, a los seis y doce meses, en cada una de las 6 plantas seleccionadas.

- **Rendimiento**

Se evaluó desde el mes de octubre y cada 15 días hasta finalizar el ensayo, basándose en el número, peso total y peso promedio de racimos por planta y por tratamiento, y se registró en kilogramos por tratamiento, para posteriormente transformarlos a toneladas por hectárea. En todos los casos, el número de plantas evaluadas por tratamiento, fueron de 6 plantas.

- **Análisis económico**

Se realizó un análisis económico de presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos del ensayo durante el primer año de evaluación, con el fin de conocer el costo de recuperación de las plantas sometidas a estrés.

3.4. MANEJO DEL ENSAYO

El desarrollo de la investigación se realizó en una plantación sembrada en el mes de enero del año 2005, asociada con una cobertura de *Purearía* (*Purearía phaseoloides*).

- **Obtención de muestras**

Previo a la investigación se efectuaron los análisis de suelo y foliar para determinar las cantidades de los principales elementos químicos existentes en el suelo y la planta, y al finalizar el ensayo se efectuó el análisis.

- **Análisis de Suelos**

Se procedió usando un barreno metálico, el cual se colocó a nivel del suelo y se introdujo hasta 30 cm, se sacó el suelo y se eliminó 5 cm de la parte superior. Se depositó en una funda identificada, se tomaron tres submuestras por planta seleccionada de cada parcela. Después se realizó la respectiva preparación de la muestra, desmenuzándolo y poniéndolo a secar, se tamizó para luego ser puestos en fundas previamente etiquetadas para su envío al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para su análisis físico y químico.

Se evaluó los resultados según los análisis de suelo obtenidos. Este análisis se lo hizo al inicio y a los 14 meses de instalado el ensayo.

- **Análisis foliar**

Este análisis se hizo al inicio y final del ensayo.

Se identificó y pintó, en la base peciolar, la hoja N° 1 que es la más cercana a la flecha y que tiene más del 75% de los folíolos abiertos, a partir de esta, se señaló la hoja N°9 para plantas menores de cuatro años y 17 para mayores de cuatro. La evaluación se realizó en todas las plantas de cada parcela útil y se procedió a recoger 6 folíolos del centro de la hoja. Después se preparó la muestra: limpieza del folíolo. Corte de bordes y nervadura, secado en fundas de papel, a 75 °C por 24 horas. Debidamente etiquetadas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del INIAP Sta. Catalina para el respectivo análisis.

- **Fertilización**

Para la fertilización se realizó con los cálculos correspondientes según los análisis de suelo para el caso del ensayo y llegar a la relación 60% Ca – 30% Mg – 10% K (Cuadro N° 7).

Para la aplicación se realizó con anterioridad un cateo radicular para verificar la ubicación de las raíces terciarias y cuaternarias, encontrándolas desde los 40 cm a 140 cm, con la ubicación se realizó la aplicación de estimulante radicular para fortalecer las raíces seaweed extract a razón de 10 cc por planta diluidos en 2 litros de agua cada 15 días por un mes y para la aplicación de fertilizantes complementarios según el requerimiento de las plantas de cuatro años difundidas por el INIAP.

Cuadro N° 7. Tabla de fertilización de los tratamientos del ensayo.

**FERTILIZANTES REQUERIDOS PARA LA
APLICACIÓN POR PLANTA**

TRATAM	FUENTE	REP	Kg	Fracc.	Aplic.
T1	Óxido de Magnesio	R1	9,55	4,78	Ene/abr
		R2	4,88	2,44	Ene/abr
		R3	6,99	3,49	Ene/abr
	Muriato de Potasio	R1	10,42	5,21	Ene/abr
		R2	5,42	2,71	Ene/abr
		R3	7,48	3,74	Ene/abr
T2	Kieserita	R1	35,03	8,76	Ene/mar/abr/may
		R2	28,71	9,57	Ene/abr/may
		R3	17,43	8,71	Ene/abr
	Muriato de Potasio	R1	10,42	5,21	Ene/abr
		R2	5,42	2,71	Ene/abr
		R3	7,48	3,74	Ene/abr
T3	Sulpomag	R1	18,76	9,38	Ene/abr
		R2	34,88	8,72	Ene/mar/abr/may
		R3	20,41	6,80	Ene/abr/may
	Óxido de Magnesio	R1	3,75	1,88	Ene/abr
		R2	6,98	3,49	Ene/abr
		R3	4,08	2,04	Ene/abr
T4	Sulfato de Magnesio	R1	11,16	5,58	Ene/abr
		R2	9,15	4,58	Ene/abr
		R3	10,87	5,44	Ene/abr
	Sulfato de Potasio	R1	12,38	6,19	Ene/abr
		R2	9,76	4,88	Ene/abr
		R3	5,35	2,67	Ene/abr

FOLIAR

TRATAM.	FUENTE	REP	Kg	Fracc.	Aplic.
T4	Sulfato de Magnesio	R1	4,81	0,80	enero a julio
		R2	3,95	0,66	enero a julio
		R3	4,69	0,78	enero a julio
	Sulfato de Potasio	R1	3,97	0,66	enero a julio
		R2	3,13	0,52	enero a julio
		R3	1,71	0,29	enero a julio

Después de tener los cálculos se fraccionó en dos partes y se aprovechó la época invernal, la primera aplicación se realizó en enero y la segunda en abril, para los elementos con cantidades grandes se fraccionó en tres y cuatro partes.

Para el resto de nutrientes se aplicó las dosis en base al manejo del CIPAL que se presenta en el cuadro 8.

Cuadro N° 8. Tabla de fertilización de los elementos complementarios al ensayo.

FERTILIZACION DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS										
FUENTE COMERCIAL	N° PLANTAS	g/plta/año	FRACCIONADO		FRACCIONADO PARA EL TOTAL PLANTAS					
			ENERO	ABRIL	ENERO		ABRIL		TOTAL	
			g/planta		kg	sacos	kg	sacos	kg/año	qq
Nitrato de Amonio	144	303,03	303,03	0,00	43,64	0,87	0,00	0,00	43,64	0,87
DAP	144	2000,00	1000,00	1000,00	144,00	2,88	144,00	2,88	288,00	5,76
Bórax	144	177,00	177,00	0,00	25,49	1,02	0,00	0,00	25,49	1,02

- **Presencia de plagas y enfermedades**

Se evaluaron al inicio y en el transcurso del ensayo. Además se hicieron revisiones fitosanitarias mensuales.

Para plagas de las raíces se realizaron cateos de raíces al 10% de la plantación a 60 cm de la planta y se contaron las raíces afectadas con la presencia de escama roja (*Neolecanium silverai*), sagalasa (*Sagalassa valida*) y cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*), para el control de estas plagas se utilizó furadan (Carbofurán 4f) líquido a razón de 90 cc por bomba para 10 plantas, se aplicó en el mes de noviembre.

En el caso de plagas del follaje como gusano de la bolsa (*Brassolis astyra*), alornos (*Alurnos humeralis*), gualpa (*Rhyconchophorus palmarum*) etc. y enfermedades como moteado del cogollo, pudrición del cogollo se realizaron revisiones sanitarias mensuales al 10% de la plantación y para su control se usó 80cc/bomba de THIONATE® 35 CE (Endosulfán) y 10cc/bomba de fijador para 80 plantas y 80cc de Vitavax.

En el algunos casos en que la enfermedad está muy avanzada como es el caso del pudrición del cogollo (PC) moteado se procedió a hacer cirugía.

La cirugía se hizo con la ayuda de una persona capacitada la cual corta la parte apical de la planta hasta antes del punto de crecimiento, para ello se necesitó una palilla bien afilada si el punto de crecimiento no está afectado se procede a desinfectar con Vitavax y THIONATE® 35 CE (Endosulfán) 10cc de cada uno por planta, cada cuatro días. (Cipal. 2008)

- **Otras Labores**

Se realizaron actividades propias del manejo del cultivo como: chapias, coronas, podas y mantenimiento de caminos.

Chapias.- Esta labor se la realizó para controlar malezas como: Avena Silvestre (*Avena fatua*), Cortadera (*Cyperus difusus*), Guardarocío (*Digitaria sanguinalis*), Liendrepuerco (*Echinochloa colonum*), Arroz rojo (*Oryza sativa*), Caminadora (*Rottboellia exaltata*), Bledos (*Amaranthus dubius*), Botoncillo (*Borrehia laevis*), Lechosa (*Euphorbia hirta*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Cabezonillo (*Cyperus ferax*), Cortadera (*Cyperus esculentus*), Pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*), Rascadera (*Caladium esculenta*), Batillas (*Impomoea spp*), Escoba (*Sida rhombifolia*), Helecho (*Pteridium auilinum*). (www.crystal-chemical.com/palma.htm#CONTROL...)

Se procedió a cortar la maleza con machete, esta labor se realizó cada dos meses para facilitar otras labores como cosechas.

Coronas.- Se limpió la corona de las plantas de la forma tradicional con machete, esta labor se realizó cada dos meses para facilitar las otras labores como cosecha, fertilización, etc.

Podas.- Se procedió a eliminar hojas no funcionales, secas y racimos secos, se dejaron de 30 a 40 hojas en la planta y por lo menos una hoja por debajo del racimo, esta labor se efectuó por lo menos una vez al año (febrero).

Mantenimiento de caminos.- Esta labor se realizó con moto guadaña y con Glifosato en dosis de 400 cc por bomba de 20 litros, cada dos meses en los camino de cosecha para obtener un mejor desarrollo en la labor de la cosecha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INCREMENTO EN EL DIÁMETRO DE LA BASE DEL ESTÍPETE (DBE)

En el ADEVA Cuadro 9, se observa no significancia estadística para todos los factores. El promedio general para el incremento de la base del diámetro del estípete fue de 7,54 cm El coeficiente de variación fue de 24,63%; lo que nos indica que existió un 24,63% de variabilidad de los resultados en relación a la media general.

Cuadro N° 9. ADEVA para el incremento del diámetro de la base del estípete y altura de planta para el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

F de V	GL	CUADRADOS	CUADRADOS
		MEDIOS	MEDIOS
		DBE	AP
TOTAL	11		
BLOQUES	2	0,97 ^{ns}	0,11 ^{ns}
FUENTES	3	0,43 ^{ns}	0,83 ^{ns}
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,15 ^{ns}	0,98 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,73 ^{ns}	0,44 ^{ns}
f ₂ vs. f ₁	1	0,53 ^{ns}	0,67 ^{ns}
ERROR EXP.	6	3,45	11,38
PROMEDIO (cm)		7,54	11,57
CV %		24,63	29,15

ns = No significativo

Tukey al 5% para los tratamientos Cuadro 10 y Gráfico 1, no se detecta rangos de significación.

Al realizar las comparaciones ortogonales, Cuadro 10 se observa que comparten el mismo rango de significación. Esto nos indica que la diferencia en el incremento

para el DBE entre las relaciones, no es significativa, y las diferencias numéricas fueron debidas al azar.

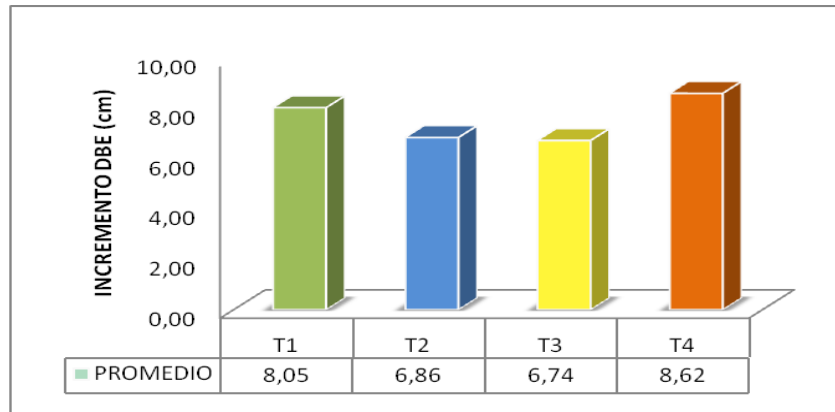
El mayor incremento numérico se obtuvo con la formulación f_4 con 8,62 cm en seis meses el cual no se encuentra en el rango promedio, los dos primeros años de crecimiento, el engrosamiento del estípite es preponderante (60 cm en la base y luego crecimiento estrecho (40 cm) crece alrededor de 35 – 37 cm al año. (Chávez 2009)

Es notable la influencia que provocó el desbalance catiónico que tenían las plantas como antecedente, esto se puede deber a que la palma toma diferentes elementos que al estar en balance serán más fáciles de asimilar y por ende ser usados en este caso para desarrollar el estípite. Será necesario varios años de investigación para encontrar diferencias marcadas.

Cuadro N° 10. Promedios y pruebas de Tukey para el incremento del diámetro de la base del estípite y altura de planta.

Relaciones	DIÁMETRO DE LA BASE DEL ESTIPITE			ALTURA DE PLANTA		
	Trat.	Prom.	Rang	Trat.	Prom.	Ran.
f_1 Óxido de Mg+ Muriato de K	f_3	6,74	a	f_3	10,28	a
f_2 Kieserita + Muriato de K	f_2	6,84	a	f_4	11,53	a
f_3 Sulpomag + Óxido de Mg	f_1	8,05	a	f_1	11,62	a
f_4 Sulfato de Mg+ Sulfato de K	f_4	8,62	a	f_2	12,86	a
Comparaciones Ortogonales						
	f_4 vs. f_1, f_2, f_3	8,62 vs. 7,22 ^{ns}		f_4 vs. f_1, f_2, f_3	11,53 vs. 11,59 ^{ns}	
	f_3 vs. f_1, f_2	6,74 vs. 7,45 ^{ns}		f_3 vs. f_1, f_2	10,28 vs. 12,24 ^{ns}	
	f_2 vs. f_1	6,86 vs. 8,05 ^{ns}		f_2 vs. f_1	12,86 vs. 11,62 ^{ns}	

Gráfico # 1. Promedios del incremento del diámetro de la base del estípite.



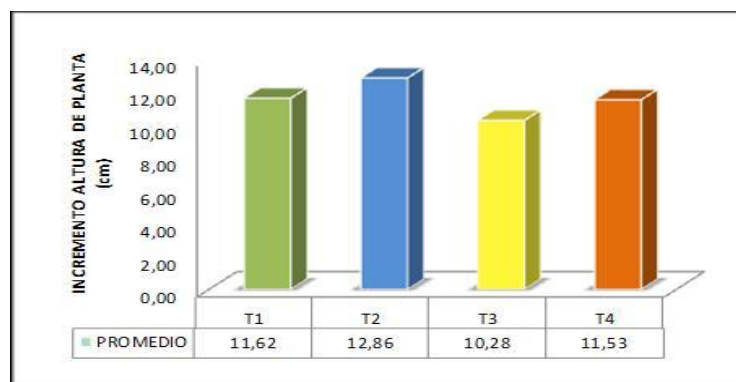
El diámetro de la base del estípite es un parámetro de utilidad reducida en labores rutinarias de producción de palma, tiene sólo importancia especial en trabajos de genética y para calcular el peso seco de estípite. (Revelo 2002)

4.2. INCREMENTO DE LA ALTURA DE PLANTA (AP)

En el ADEVA Cuadro 9, se observa no significancia estadística para todos los factores. El promedio general para el incremento de la altura de la planta fue de 11,57 cm. El coeficiente de variación fue de 29,15%, lo que nos indica un 29.15% variabilidad en los resultados, quizá debido a que el efecto de las fuentes de Mg y K, tienen una respuesta diferente y no está bajo el control de la investigación.

Para el factor relaciones Cuadro 10 y Gráfico 2, se detecta diferencia matemática ubicando así con el mayor incremento a la relación f_2 (Kieserita + Muriato de Potasio) con 12,86 cm, esta variable por tener factores externos que influyen en la toma de datos como; el nivel del suelo, la ubicación correcta de las hojas y la apreciación de la altura por el investigador, está en discusión ya que no sería confiable y para próximas investigaciones pueden ser descartada. La altura de planta es una variable que requiere de mucha precisión en el momento de ser medida pues existen varios criterios que pueden influir en los resultados, además esta variable es muy importante porque es utilizada como medida de estrés climático de varios años. (Umaña. 2004)

Gráfico # 2. Promedios del incremento de la altura de planta en seis meses.



4.3. EMISIÓN FOLIAR (EF)

En el ADEVA para emisión foliar Cuadro 11, se observa no significancia estadística para todos los factores. El promedio general para la emisión foliar fue de 2,16 hojas/mes. Se obtuvo un coeficiente de variación de 5,83%, es decir existió una baja variabilidad de los resultados en los tratamientos evaluados.

En todos los tratamientos las emisiones foliares mantuvieron resultados similares debido que todos los tratamientos tuvieron un manejo uniforme y los promedios son similares a los reportados por Chávez (2009); el meristemo produce de 20 – 25 hojas/año con un promedio de 1,66 - 2,08 hojas/mes.

Cuadro N° 11. ADEVA de la emisión foliar para el ensayo Recuperación.

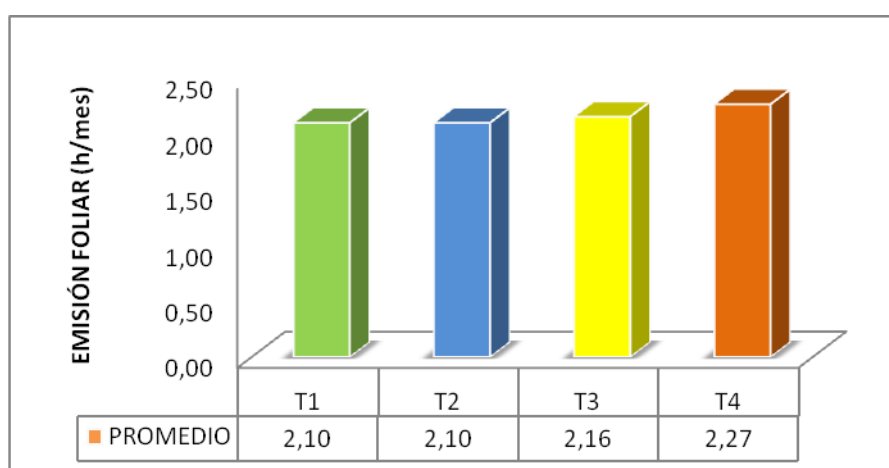
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios
		EF
TOTAL	11	
BLOQUES	2	0,34 ^{ns}
FUENTES	3	0,39 ^{ns}
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,13 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,55 ^{ns}
f ₂ vs. f ₁	1	1,00 ^{ns}
ERROR EXP.	6	0,016
PROMEDIO (hojas)		2,16
CV %		5,86

Cuadro N° 12. Promedios y pruebas de Tukey para emisión foliar.

EMISIÓN FOLIAR			
	Trat.	Prom.	Ran.
f ₁	Óxido de Mg+ Muriato de K	2,10	a
f ₂	Kieserita + Muriato de K	2,10	a
f ₃	Sulpomag + Óxido de Mg	2,16	a
f ₄	Sulfato de Mg+ Sulfato de K	2,27	a
Comparaciones Ortogonales			
	f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	2,27 vs. 2,12 ^{ns}	
	f ₃ vs. f ₁ , f ₂	2,16 vs. 2,10 ^{ns}	
	f ₂ vs. f ₁	2,10 vs. 2,10 ^{ns}	

Para el factor relaciones Cuadro 12 y Gráfico 3, se detecta diferencia matemática, encontrándose que la mejor respuesta se alcanzó con la relación f₄ (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) con 2.27 hojas/mes, presumiblemente a la aplicación foliar de la cuarta parte de fertilizante. La fertilización foliar, que es a través de las hojas, se utiliza como complemento a la fertilización del suelo. Bajo este sistema la nutrición de la hoja juega un papel muy importante en el aprovechamiento de los nutrientes. (Trinidad, A. y Aguilar, D. 2008)

Gráfico # 3. Promedios de la emisión foliar en seis meses.



4.4. INCREMENTO EN EL DIÁMETRO DE LA CORONA FOLIAR (DCF)

En el ADEVA Cuadro 13, se observa no significancia estadística para todos los factores en estudio. El promedio general del incremento del diámetro de la corona foliar fue de 0,52 m. Se obtuvo un coeficiente de variación de 18,03%, es decir se determinó un 18,03% de variabilidad en los resultados.

Para el factor relaciones Cuadro 14 y Gráfico 4, se detecta diferencia matemática, encontrándose que la mejor respuesta fue la relación f_4 (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) con un promedio de 0,59 m, debido presumiblemente a la aplicación foliar del Mg y K siendo aprovechados por la planta, mientras que la respuesta más baja se evaluó con la relación f_2 (Kieserita + Muriato de Potasio) con un valor de 0,49 m debido a que los fertilizantes se encontraron en el suelo y quizá por el estrés hídrico no pueden ser aprovechados adecuadamente por la planta.

Para esta variable pudo también influir la falta de horas luz ya que en la zona de La Concordia hay una heliofania promedio anual de 690,9 h/luz/año mientras que el requerimiento de luz para la palma es de 1400 h/luz/año ya que la actividad fotosintética se reduce lo que provoca una baja actividad fisiológica de la planta y no tendrá una respuesta positiva para el desarrollo de las hojas. (Revelo 2002)

Cuadro N° 13. ADEVA para el incremento promedio del diámetro de la corona foliar y área foliar en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

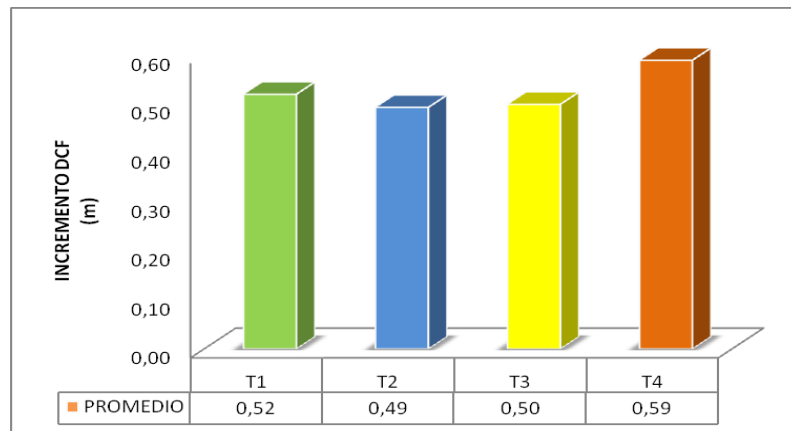
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
		DCF	AF
TOTAL	11		
BLOQUES	2	0,05 ^{ns}	0,57 ^{ns}
FUENTES	3	0,60 ^{ns}	0,92 ^{ns}
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,22 ^{ns}	0,54 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,92 ^{ns}	0,89 ^{ns}
f ₂ vs. f ₁	1	0,74 ^{ns}	0,90 ^{ns}
ERROR EXP.	6	0,01	79.015
PROMEDIO (m-m ²)		0,53	33,02
CV %		18,3	26,93

ns = No significativo

Cuadro N° 14. Pruebas de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos en las variables, diámetro de la corona foliar y área foliar.

DIÁMETRO DE LA CORONA FOLIAR			ÁREA FOLIAR		
Trat.	Prom.	Ran.	Trat.	Prom.	Ran.
f ₂	0,49	A	f ₂	31,26	a
f ₃	0,50	A	f ₁	32,25	a
f ₁	0,52	A	f ₃	32,66	a
f ₄	0,59	A	f ₄	35,92	a
Comparaciones Ortogonales					
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	0,59 vs. 0,50 ^{ns}		f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	35,92 vs 33,39 ^{ns}	
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	0,50 vs. 0,51 ^{ns}		f ₃ vs. f ₁ , f ₂	32,66 vs 31,76 ^{ns}	
f ₂ vs. f ₁	0,49 vs. 0,52 ^{ns}		f ₂ vs. f ₁	31,26 vs 32,25 ^{ns}	

Gráfico # 4. Promedios del incremento del diámetro de la corona foliar en seis meses.

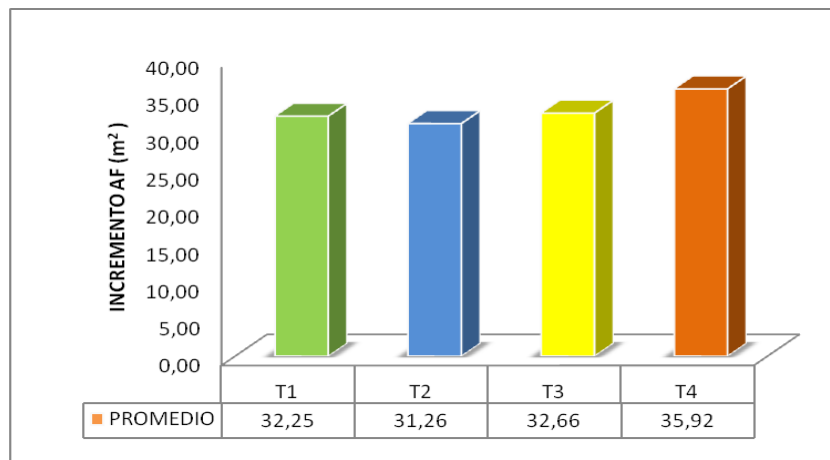


4.5. ÁREA FOLIAR (AF)

En el ADEVA Cuadro 13, se observa no significancia estadística para todos los factores en estudio. El promedio general del incremento del área foliar fue de $33,02 \text{ m}^2$. Se obtuvo un coeficiente de variación del 26,93%, de variabilidad de los resultados.

Para el factor relaciones Cuadro 14 y Gráfico 6, se detectó diferencia matemática, encontrándose que la mejor respuesta se alcanzó con la relación f_4 (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) con un promedio de $35,92 \text{ m}^2$, mientras que la respuesta más baja se evaluó con la relación f_2 (Kieserita + Muriato de Potasio) con un valor de $31,26 \text{ m}^2$. En el cuadro 18 de promedios de los análisis foliares se demuestran que el nitrógeno se encuentra en óptimas cantidades para la planta. Según Fairhurst. T, 2005 dice; “El nitrógeno incrementa el área foliar, mejora la producción de hojas y en consecuencia mejora la asimilación neta de la planta”. El nitrógeno es el motor de crecimiento.

Gráfico # 5. Promedios del incremento del área foliar en seis meses.



4.6. RELACIÓN SEXO

En el Cuadro 15, se observa que el promedio general para la época uno fue de 0,67 en la relación sexo, mientras que en la época dos el promedio general fue de 0,66 de relación sexo, lo que informa uniformidad de los resultados en las dos épocas para la variable relación sexo.

En el ADEVA Cuadro 16, se observa no significancia estadística para todos los factores en estudio tanto para la primera época como la segunda. El coeficiente de variación fue de 20,60% para la primera época y 27,48%, para la segunda, es decir se evidencio mejor variabilidad de los resultados en la segunda época.

Se observa en el Cuadro 15 que el promedio de relación sexo se mantiene para las 2 épocas, probablemente por la poca luz que tiene la zona de La Concordia que es de 690.9 h/luz/año y lo que requiere el cultivo de palma es de 1400 hora/año, 115 horas/mes, debemos recordar que la palma de aceite es heliófila y cuando hay sombra, es decir menos luz, el crecimiento vegetativo se reduce; en cambio, el estípites y las hojas se estiran y la producción de flores femeninas disminuye. (Bernal, 2000)

Cuadro N° 15. ADEVA para la relación sexo en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

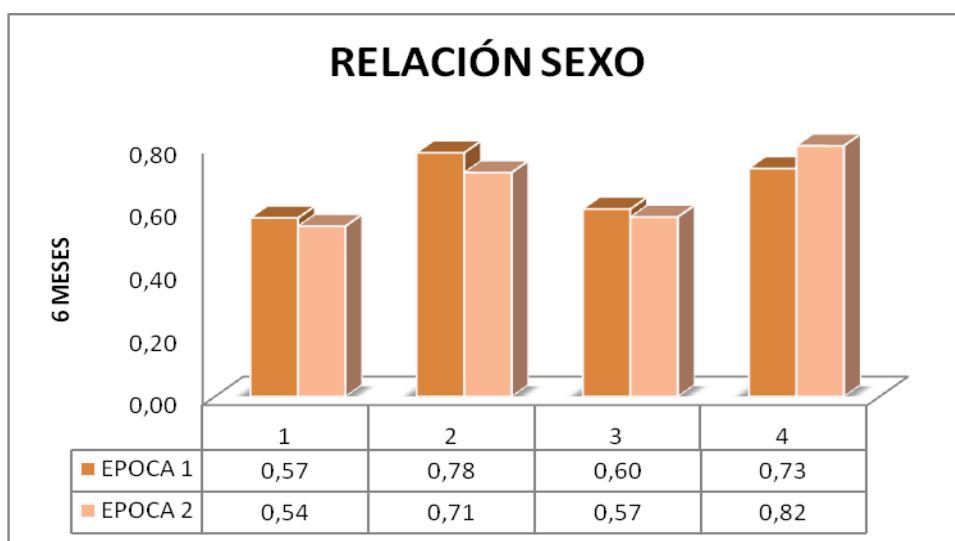
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
		RS1	RS2
TOTAL	11		
BLOQUES	2	0,73 ^{ns}	0,61 ^{ns}
FUENTES	3	0,28 ^{ns}	0,31 ^{ns}
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,41 ^{ns}	0,14 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,46 ^{ns}	0,67 ^{ns}
f ₂ vs. f ₁	1	0,11 ^{ns}	0,29 ^{ns}
ERROR EXP.	6	0,02	0,03
PROMEDIO (6 meses)		0,67	0,66
CV %		20,63	27,48

ns = No significativo

Cuadro N° 16. Promedios y pruebas de Tukey de la relación sexo en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

RELACIÓN SEXO 1			RELACIÓN SEXO 2		
Trat.	Prom.	Ran.	Trat.	Prom.	Ran.
f ₁	0,57	a	f ₁	0,54	a
f ₃	0,60	a	f ₃	0,57	a
f ₄	0,73	a	f ₂	0,71	a
f ₂	0,78	a	f ₄	0,82	a
Comparaciones Ortogonales					
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	0,73 vs 0,65 ^{ns}		f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	0,82 vs 0,61 ^{ns}	
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	0,60 vs .067 ^{ns}		f ₃ vs. f ₁ , f ₂	0,57 vs 0,63 ^{ns}	
f ₂ vs. f ₁	0,78 vs. 0,57 ^{ns}		f ₂ vs. f ₁	0,71 vs 0,54 ^{ns}	

Gráfico # 6. Promedios para la relación sexo en dos épocas en doce meses.



4.7. RENDIMIENTO (R)

En el ADEVA Cuadro 17, se observa no significancia estadística para todos los factores en estudio. El promedio general del rendimiento fue de 14.46 Tm / ha se obtuvo un coeficiente de variación de 18.3%, de variabilidad de los resultados.

Cuadro N° 17. ADEVA para rendimiento en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

Fuentes de Variación	Grados Libertad	Cuadrados Medios
		RE
TOTAL	11	
BLOQUES	2	0,12 ^{ns}
FUENTES	3	0,70 ^{ns}
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,45 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,39 ^{ns}
f ₂ vs. f ₁	1	0,96 ^{ns}
ERROR EXP.	6	7,01
PROMEDIO (Tm / ha)		14,46
CV %		18,3

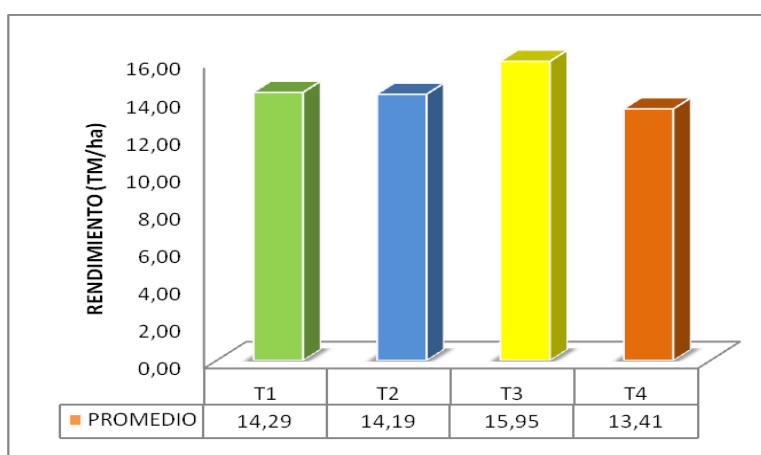
ns = No significativo

Conforme con el Cuadro 18, el mayor promedio de rendimiento alcanzó el f₃ (Sulpomag + Óxido de Magnesio) con 15.95 Tm/ha, debido presumiblemente al sulpomag que es una combinación especial de tres nutrientes: azufre, potasio y magnesio altamente disponibles para la planta, todos presentes en un sólo mineral, además son solubles en agua, estos tres nutrientes son esenciales para el crecimiento de la planta y son vitales para una producción rentable de los cultivos. (www.mosaicfertilizantes.com)

Cuadro N° 18. Promedios para rendimiento en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

RENDIMIENTO		
Trat	Promedios	Ran.
f ₄	13,41	a
f ₂	14,19	a
f ₁	14,30	a
f ₃	15,95	a
Comparaciones Ortogonales		
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	13,41 vs. 14.81 ^{ns}	
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	15,95 vs. 14.24 ^{ns}	
f ₂ vs. f ₁	14,19 vs. 14.29 ^{ns}	

Gráfico # 7. Promedios para el rendimiento.



Una planta de palma africana empieza a producir al tercer año. La producción es gradual, puede empezar con 4 o 6 toneladas por hectárea al año, y si la plantación tiene un buen cuidado y es bien tratada puede llegar a producir hasta las 20 toneladas por hectárea. (www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/20240...)

4.8. ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

Al principio y final del ensayo se realizó el análisis químico de los suelos, por tratamiento (Cuadro 18). Se comparó el análisis químico, para evidenciar el efecto de la aplicación de las distintas fuentes de magnesio y potasio.

Según el análisis de suelo del Cuadro 19 muestra la comparación de los resultados en el primer año de ejecución se observa un incremento en el azufre para f_2 (Kieserita + Muriato de Potasio), f_3 (Sulpomag + Óxido de Magnesio) y f_4 (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) ya que las fuentes empleadas para la fertilización contienen azufre. (Cuadro 3)

De igual forma para el Potasio y Magnesio hay un incremento considerable quedando como constancia que los elementos se encuentran en el suelo y solo necesita las condiciones para que sean aprovechadas por la planta y ser analizadas para el segundo año de evaluación.

La materia orgánica para todos los tratamientos fue alta lo que garantiza que los fertilizantes que se añaden, no se perderán fácilmente por efectos de lixiviación o lavado, durante la temporada lluviosa. La materia orgánica por su acción quelatante es una buena fuente de microelementos, lo que avala un mejor grado de fertilidad del suelo, este efecto se puede apreciar en los reportes de Análisis de Suelos, en los que sin haber añadido microelementos, sus contenidos son medios como el manganeso y altos como cobre y hierro. La materia orgánica del suelo también contiene otros elementos esenciales para la planta. Los residuos vegetales y animales contienen cantidades variables de elementos minerales tales como fósforo, magnesio, calcio y micronutrientes. (Ludeña, V. 2007)

En cambio para el P, hubo una disminución, debido a una mayor extracción de este elemento por parte de la planta, demostrado en los análisis foliares que se encuentran en rangos óptimos (Cuadro19), el fósforo es un elemento que por su poca movilidad, merece un tratamiento muy especial. Una deficiencia de fósforo trae consigo un crecimiento lento y débil de las plantas con la consiguiente falta de fecundación, lo que se refleja en una baja de producción. ([www.ipni.net/ppiwebiaecu.nsf/\\$webindex/7F45212F801D26B30....](http://www.ipni.net/ppiwebiaecu.nsf/$webindex/7F45212F801D26B30....))

- **pH**

Para los tratamientos F₁ (Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio), F₂ (Kieserita + Muriato de Potasio), F₃ (Sulpomag + Óxido de Magnesio) el pH se mantiene en un rango de ligeramente ácido, mientras que le F₄ (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) en el último análisis es ácido sin embargo todos los tratamientos se encuentran en el rango adecuado para el desarrollo del cultivo de palma aceitera que es de 5 a 6,5. (Chávez, F. y Rivadeneira, J. 2003)

- **Al +H**

En el último análisis los tratamientos F₁ (Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio) y F₄ (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) el Al+H está marcado como medio es decir el suelo podría presentar problemas por la presencia de la acidez causada por el elemento aluminio, el cual es considerado como tóxico para cualquier planta, evitando el buen desarrollo radicular, e intensificando el grado de acidez en la solución del suelo, perjudicando la asimilación de los cationes o bases, como es el caso del calcio, del magnesio y del potasio, o de aniones como el fósforo que debido a que se ha fijado en el suelo, su disponibilidad se reduce notoriamente. (www.clinica-agricola.com/InterpretacionSuelosyFoliar.html)

En cambio para los tratamientos F₂ (Kieserita + Muriato de Potasio) y F₃ (Sulpomag + Óxido de Magnesio) el Al+H está marcado como bajo comprobando que tiene relación con el pH que es ligeramente ácido. El nivel de aluminio es

prácticamente irrelevante si el pH del suelo es superior a 5. Sólo con pH inferior a este valor el aluminio se moviliza, interfiriendo en la nutrición de la planta e incluso dañando el desarrollo de sus raíces. (www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=62915)

Cuadro N° 19. Resultados del análisis químico de los tratamientos, al inicio y final del primer año de investigación INIAP.

		ELEMENTOS																	RELACIONES		
		Ppm			meq/100ml					(ppm)					%	meq/100ml					
		pH	NH4	P	S	K	Ca	Mg	Al+H	∑Bases	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl	MO	Al	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
T1	A. Inicial	5,53	21,67	22,67	24,33	0,18	6,23	0,78	0,17	7,36	1,40	7,53	112,00	4,43	2,80	100,63	5,03		8,17	4,46	42,93
T1	A. Final	6,10	28,00	13,00	28,00	1,20	4,90	1,80	0,50	7,90	2,40	11,3	204,0	6,8	2,50	248,50	5,70	0,40	2,70	1,50	5,58
T2	A. Inicial	6,10	22,00	23,00	20,67	0,32	7,70	0,90	0,00	8,92	1,50	5,97	77,67	3,83	2,37	94,70	5,07		9,53	4,66	56,23
T2	A. Final	5,50	24,00	7,80	261,00	1,70	5,00	5,80	0,40	12,50	2,40	10,60	160,0	10,6	3,00	426,00	6,60	0,30	0,80	3,41	6,35
T3	A. Inicial	5,53	30,67	25,67	25,00	0,18	7,03	0,83	0,20	8,24	1,40	7,50	102,67	5,17	3,10	136,13	5,73		8,63	5,11	52,48
T3	A. Final	5,70	27,00	17,00	260,00	1,20	4,00	6,80	0,30	12,00	2,50	8,80	153,0	7,2	1,70	88,80	5,30	0,25	0,50	5,67	9,00
T4	A. Inicial	5,70	31,00	16,00	16,67	0,36	5,50	0,93	0,17	6,96	1,50	6,53	83,00	4,77	3,20	130,20	5,83		6,07	3,63	26,99
T4	A. Final	5,30	28,00	10,00	263,00	1,10	4,50	4,80	0,50	10,40	2,50	9,10	147,0	7,7	1,50	106,50	5,70	0,40	0,90	4,36	8,45

4.9. ANÁLISIS DE Ca, Mg y K EN LOS MUESTREOS

Los resultados de los análisis de suelo al inicio y al final del ensayo, nos permitieron conocer la concentración de los tres cationes (Ca, Mg y K); y sus relaciones:

- **Relaciones entre bases para el tratamiento F₁ (Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio)**

Cuadro 20 indica los valores de Ca, Mg y K al inicio y al final de la investigación siendo: Ca = 6,23; Mg = 0,78 y K = 0,18 meq/100ml vs Ca = 4,90; Mg 1,80 y K = 1,20 meq/100ml valores que equivalen al 86,65% de Ca; 10,8% de Mg y 2,55% de K. vs 62,03% de Ca; 22,78% de Mg y 15,19% de K respectivamente.

En el segundo muestreo se nota un decremento en el porcentaje de Ca, que casi llega a la concentración establecida. Para el Mg y K ha sobrepasado el porcentaje establecido, pero es el tratamiento que se asemeja a la relación ideal (60%Ca, 30%Mg y 10%K). (Ayala A, y Calvache, M. 2008)

En las relaciones entre los cationes se obtuvieron:

Ca/Mg al inicio fue de 8,17 sobre pasando el límite, presentando deficiencias de Mg que se evidencio en los primeros meses del ensayo con hojas bajas amarillas, al final con valor 2,70 siendo prácticamente ideal. (Romero, G. 1980)

Mg/K fue de 4,46 al inicio siendo aceptable y de 1,50 el final, considerado como bajo (Romero, G. 1980). Debido presumiblemente a la aplicación de Muriato de Potasio que fue mejor asimilado por el suelo más no el Óxido de Magnesio que se encuentra en la superficie del suelo formando costras.

(Ca+Mg)/K fue de 42,93 al inicio, considerado como alto por ser mayor a 40 por lo que el Ca y el Mg en exceso pueden impedir la toma de K por la palma y 5,58

final, establecidos como bajos. El Ca; Mg y K compiten por sitios de absorción en las raíces. La deficiencia de uno puede ser acentuada por la abundancia de otros. (INPOFOS, 1997)

- **Bases intercambiables-relaciones entre bases para el tratamiento F₂ (Kieserita + Muriato de Potasio)**

Cuadro 20, indica los valores de Ca, Mg y K al inicio y al final de la investigación siendo: Ca = 7,70; Mg = 0,90 y K = 0,32 meq/100ml al final del ensayo Ca = 5,00; Mg = 5,80 y K 1,07 meq/100ml valores que equivalen al 86,29 % de Ca; 10,09% de Mg y 3,62% de K. vs 40,00% de Ca; 46,40% de Mg y 13,60% de K respectivamente, debido a la aplicación de kieserita la cual por su alta disolución, permite que el magnesio esté disponible para la planta. El magnesio y el azufre se encuentran en forma de sulfato (kieserita), de manera que están directamente disponibles para la planta. Garantiza un suministro de magnesio en los suelos calcáreos (calizos) en los que el calcio interfiere con la disponibilidad del magnesio. Mejora la productividad y la calidad de la cosecha. (www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica...)

Para el segundo muestreo se obtiene un desequilibrio para llegar a la relación ideal siendo el Ca el elemento que baja considerablemente y por ende es remplazado por el Mg y el K que sobrepasa la relación establecida (60%Ca, 30%Mg y 10%K).

En las relaciones entre los cationes se obtuvieron:

Ca/Mg al inicio fue de 9,53 sobre pasando el límite, presentando deficiencias de Mg que se evidencio los primeros meses del ensayo con hojas bajas amarillas, al final de 0,80; siendo menor que 1, el suelo puede tener problemas físicos y nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca, por la utilización de kieserita.

Las propiedades de Kieserita son definidas por el diseño del cristal, la dureza, la densidad y la solubilidad (www.kieserite.com)

Mg/K al inicio fue de 4,66 siendo aceptable y de 3,41 al final considerados como aceptables ya que están dentro de los rangos óptimos para el cultivo de palma. La deficiencia de Mg también se pudo diagnosticar por las relaciones. K: Mg en hojas, la que sí es muy alta, indicaría esa condición. (www.agroestrategias.com/Fisiologia_y_Deficiencia_de_Mg.htm....)

(Ca+Mg)/K fue al inicio de 56,23; considerado como alto por ser mayor a 40 por lo que el Ca y el Mg en exceso pueden impedir la toma de K por la palma, y 6,35 final, establecidos como bajos. El Ca, Mg y K compiten por sitios de absorción en las raíces. La deficiencia de uno puede ser acentuada por la abundancia de otros. (INPOFOS, 1997)

- **Relaciones entre bases para el tratamiento F₃ (Sulpomag + Óxido de Magnesio).**

El Cuadro 20 indica los valores de Ca, Mg y K al inicio y al final de la investigación siendo: Ca = 7,03; Mg = 0,83 y K = 0,18 meq/100ml vs Ca = 4,00; Mg = 6,80 y K = 1,20 meq/100ml valores que equivalen al 87,48% de Ca; 10,32% de 2,20Mg y % de K vs 33,33% de Ca; 56,62% de Mg y 10,00% de K respectivamente.

En el segundo muestreo se prueba un decremento de un 50 % de Ca, con relación al primer muestreo y un exceso de Mg, para el K se obtuvo el porcentaje ideal de la relación (60%Ca, 30%Mg y 10%K) debido a la aplicación de Óxido de Magnesio como fuente de Mg ya que como en el tratamiento uno se encuentra en el suelo de forma visible formando costras, las cuales son removidas y pulverizadas para que puedan ser aprovechadas por el suelo.

En las relaciones entre los cationes se obtuvieron:

Ca/Mg al inicio del ensayo con un valor de 8,63 sobre pasando el límite. Al hacer referencia al calcio, es también conocido que concentraciones altas de este

elemento, reducen la asimilación de potasio y amonio causando una reducción en calidad y producción. (www.clinica-agricola.com)

Al final del ensayo un valor de 0,50; siendo menor que 1, el suelo puede tener problemas físicos y nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca, lo cual se verifica en el porcentaje de relaciones alcanzadas. (Cuadro 19)

Mg/K al inicio de 5,11 y de 5,67 al final siendo aceptable para el cultivo de la palma valorizan la relación K: Mg para definir el estado de deficiencia potencial de un suelo. No debería ser superior a 5. (Romero, G. 1980)

(Ca+Mg)/K un valor de 52,48 al inicio, considerado como alto el potasio será el elemento que no podrá ser absorbido por parte de la planta al ritmo necesario y 9,00 final, establecidos como bajos (Romero, G. 1980). La relación de estos nutrientes es básica en el suelo ya que estos nutrientes son los que tienen un marcado efecto sobre la susceptibilidad de enfermedades sin discutir las mermas de rendimiento que ellas causan si hay deficiencias. Si la relación entre si no se mantiene; ellos se inhiben o interfieren entre sí en la absorción uno del otro causando deficiencias difíciles de corregir causando grandes mermas en el rendimiento. (www.fintrac.com/docs/elsalvador/IDEA_Prod_02_Esp)

- **Relaciones entre bases para el tratamiento F₄ (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio)**

El Cuadro 20, indica los valores de Ca, Mg y K al inicio y al final de la investigación siendo: Ca = 5,50; Mg = 0,93 y K = 0,36 meq/100ml vs Ca = 4,50; Mg = 4,80 y K = 1,10 meq/100ml valores que equivalen al 81,00% de Ca; 13,75% de Mg y 5,25% de K. vs 43,27% de Ca; 46,15% de Mg y 10,58% K respectivamente.

En el segundo muestreo se comprueba un decremento del Ca, un aumento del Mg y el K alcanzó el porcentaje de la relación ideal (60%Ca, 30%Mg y 10%K).

La aplicación de Sulfato de Magnesio provocó un aumento del 30% de Mg en la relación, el porcentaje de magnesio ha sustituido al calcio provocando un desequilibrio. En las relaciones entre los cationes se obtuvieron:

Ca/Mg al inicio un valor de 6,07 siendo aceptable pero se acerca al nivel crítico evidenciándose la deficiencia de Mg, al final un valor de 0,90; siendo menor que 1, el suelo puede tener problemas físicos y nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca (Romero, G. 1980), por la utilización de sulfato de magnesio que fue aplicado en período de lluvias como todas las fuentes, obteniendo una fácil disolución del producto y provocando un exceso en el suelo.

Mg/K fue de 5,11 al inicio y de 5,67 al final siendo aceptable para el cultivo de la palma. (Ayala A. y Calvache, M. 2008)

(Ca+Mg)/K presenta un valor de 52,48 al inicio, considerado como alto por ser mayor a 40 por lo que el Ca y el Mg en exceso pueden impedir la toma de K por la palma y 9,00 al final, establecidos como bajos, las relaciones no son las óptimas para el buen desempeño de los cationes por ende habrá la deficiencia o bloqueo de alguno de ellos. (www.fintrac.com)

Cuadro N° 20. Relaciones alcanzadas en los tratamientos en estudio al inicio y final del ensayo.

f	Tratamiento	PRIMER MUESTREO							SEGUNDO MUESTREO						
		Ca	Mg	K	Suma	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Suma	Ca	Mg	K
		meq/100ml				%			meq/100ml				%		
f ₁	Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio	6,23	0,78	0,18	7,19	86,65	10,80	2,55	4,90	1,80	1,20	7,90	62,03	22,78	15,19
f ₂	Kieserita + Muriato de Potasio	7,70	0,90	0,32	8,92	86,29	10,09	3,62	5,00	5,80	1,70	12,50	40,00	46,40	13,60
f ₃	Sulpomag + Óxido de Magnesio	7,03	0,83	0,18	8,04	87,48	10,32	2,20	4,00	6,80	1,20	12,00	33,33	56,67	10,00
f ₄	Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio	5,50	0,93	0,36	6,79	81,00	13,75	5,25	4,50	4,80	1,10	10,40	43,27	46,15	10,58

4.10. MUESTREO FOLIAR

Los análisis foliares al inicio y al final del ensayo (Cuadro 21) nos indican que en el caso del Nitrógeno hay una disminución del elemento de excesivo a óptimo para todos los tratamientos, sin embargo se encuentra en rangos adecuados para el desarrollo de la planta según tablas del INIAP 2009 para palma aceitera. (Anexo 8)

Para el fósforo, boro, zinc, cobre, hierro y manganeso los rangos se mantienen en óptimo para los análisis iniciales y finales, esto se debe a que los suelos son ricos en materia orgánica y lo que aporta es suficiente para la palma de aceite. La materia orgánica del suelo también contiene otros elementos esenciales para la planta. Los residuos vegetales y animales contienen cantidades variables de elementos minerales tales como fósforo, magnesio, calcio y micronutrientes. (Ludeña, V. 2007)

En el Calcio para los análisis iniciales y finales se encuentran en rangos de exceso en todos los tratamientos pero sin embargo hay una tendencia a óptimo, debido a que los primeros años estas plantas se las sometieron a una relación 90% Ca – 7% Mg – 3% K y se ajustó a 60% Ca – 30% Mg – 10% K, por ende había más asimilación de Ca y un bloqueo del Ca al Mg provocando deficiencias visibles de Mg. Se han reportado también desbalances entre Ca y Mg en palmas que están creciendo en suelos con altos contenidos de Ca (suelos volcánicos). (Fairhurst, T. 1997)

En los análisis iniciales el potasio para los cuatro tratamientos esta utilizado de manera óptima por la planta, pero para el análisis final es excesiva, por la aplicación de fuentes potásicas de fácil disolución y asimilación. El caso que más afecta al agricultor es el antagonismo entre el potasio – magnesio. (www.proferfol.com)

Para el magnesio en los dos análisis de los cuatro tratamientos, hay deficiencia del elemento notándose en el análisis final deficiencias críticas de Mg que se verifican en el campo con el amarillamiento que presentan las plantas. El Magnesio interactúa con el Potasio, de tal forma que altas aplicaciones de Potasio limitan la absorción del Magnesio y viceversa. (Bernal. 2002)

Según los análisis edáficos el Mg, se encuentra en el suelo, pero existe un antagonismo del K y Mg por lo que no es aprovechado por la planta, se espera ver resultados en la consecución del ensayo a mediano plazo.

En el ADEVA del análisis final foliar del Cuadro 22, se observa no significancia estadística para Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Boro (B), Zinc (Zn), Azufre (S) y para Calcio (Ca), Cobre (Cu), Hierro (Fe), se detecta significancia estadística para los bloques, en el caso del Ca en la comparación ortogonal f_4 , vs. F_1 , f_2 , f_3 tiene alta significancia. En el Manganeso (Mn) se detecta alta significancia estadística para fuentes y la comparación ortogonal f_2 vs. F_1 . Los elementos N, P, K, B, Zn, Cu Fe y Mn, se encuentran en *una concentración óptima con promedios de 2,59%; 0,16%; 0,21%; 48%; 27,75 ppm; 25,04 ppm; 11,58 ppm; 126,86 ppm y 147,38 ppm respectivamente*. Los elementos Mg y S, se encuentra en deficiencia con promedios de 0,19% y 0,11% respectivamente, mientras que el Ca presenta una concentración alta con 0,87%, según la tabla del INIAP y referenciales de ANCUPA.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 3,60% para N; 3,55% para P; 5,6% para K; 7,24% para Ca; 5,18% para Mg; 9,23% para S; 13,10% para B; 5,63% para Zn; 17,23% para Cu; 10,33% para Fe es 17,99% para Mn. Estos coeficientes varían debido a la presencia de material que no es totalmente homogéneo, a la edad de la planta y al suelo donde se desarrolla el cultivo, sin embargo los valores obtenidos son aceptables para este tipo de investigación, aún más que están inferiores al 20%.

Cuadro N° 21. Promedios del análisis foliares de los tratamientos, al inicio y final del primer año de investigación INIAP.

TRAT.	ELEMENTOS																					
	(%)												(ppm)									
	N		P		K		Ca		Mg		S		B	Zn		Cu		Fe		Mn		
T ₁	3,03	E	0,18	O	1,24	O	1,14	E	0,22	D	0,12	D	11,77	O	19,73	O	7,90	O	132,03	O	126,80	O
T ₁	2,51	O	0,15	O	1,52	E	0,94	E	0,17	D	0,11	D	26,67	O	26,90	O	9,57	O	136,77	O	196,00	O
T ₂	2,92	O	0,19	O	1,31	O	1,22	E	0,25	D	0,13	D	13,80	O	19,80	O	9,03	O	126,27	O	110,47	O
T ₂	2,61	O	0,16	O	1,47	E	0,92	E	0,21	D	0,11	D	27,67	O	24,97	O	11,60	O	139,70	O	151,80	O
T ₃	3,53	E	0,18	O	1,25	O	1,29	E	0,25	D	0,12	D	12,07	O	20,47	O	8,87	O	143,13	O	129,53	O
T ₃	2,70	O	0,16	O	1,45	E	0,88	E	0,21	D	0,10	D	26,47	O	24,33	O	12,73	O	121,17	O	119,43	O
T ₄	3,37	E	0,19	O	1,34	O	1,13	E	0,24	D	0,13	D	11,97	O	19,33	O	9,73	O	141,17	O	112,73	O
T ₄	2,56	O	0,15	O	1,48	E	0,76	E	0,19	D	0,12	D	30,20	O	23,97	O	12,43	O	109,80	O	122,27	O

D= DEFICIENTE

O= OPTIMO

E= EXCESIVO

Cuadro N° 22. ADEVA para nutrientes de muestras foliares en el ensayo Recuperación de Palma Aceitera.

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS										
		N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)	B(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)
TOTAL	11											
BLOQUES	2	0,12 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,04*	0,65 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05*	0,03*	0,45 ^{ns}
FUENTES	3	0,12 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01**	0,45 ^{ns}	0,60 ^{ns S}	0,15 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,09 ^{ns S}	0,04*
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	1	0,48 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,01**	1,0 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,04*	0,11 ^{ns}
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	1	0,07 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,497 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,04*	0,65 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,03*
f ₂ vs. f ₁	1	0,25 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,005**	1,00 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,087 ^{ns}
ERROR EXP.	6	0,01	3,06 ⁻⁵	0,007	0,06	0,00	1,00 ⁻⁴	13,22	1,98	3,98	171,74	703,04
PROMEDIO		2,59	0,16	1,48	0,87	0,19	0,11	27,75	25,04	11,58	126,86	147,38
CV %		3,60	3,55	5,60	7,24	5,18	9,23	13,10	5,63	17,23	10,33	17,99

** = Significativo al 1%

* = Significativo al 5%

ns = No significativo

Cuadro N° 23. Promedios para nutrientes de muestras foliares. Prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales.

N(%)			P(%)			K(%)			Ca(%)			Mg(%)			S(%)		
Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.
f ₁	2,51	a	f ₁	0,15	a	f ₃	1,45	a	f ₄	0,76	a	f ₁	0,17	a	f ₃	0,10	a
f ₄	2,56	a	f ₄	0,15	a	f ₂	1,47	a	f ₃	0,88	a	f ₄	0,19	ab	f ₁	0,11	a
f ₂	2,61	a	f ₃	0,16	a	f ₄	1,48	a	f ₂	0,92	a	f ₂	0,21	b	f ₂	0,11	a
f ₃	2,70	a	f ₂	0,16	a	f ₁	1,52	a	f ₁	0,94	a	f ₃	0,21	b	f ₄	0,12	a
Comparaciones Ortogonales																	
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	2,56 vs. 2,61		0,15 vs. 0,16		1,48 vs. 1,48		0,76 vs. 0,91		0,19 vs. 0,20		0,12 vs. 0,11						
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	2,70 vs. 2,56		0,16 vs. 0,15		1,45 vs. 1,50		0,88 vs. 0,93		0,21 vs. 0,19		0,10 vs. 0,11						
f ₂ vs. f ₁	2,61 vs. 2,61		0,16 vs. 0,15		1,47 vs. 1,52		0,92 vs. 0,92		0,21 vs. 0,17		0,11 vs. 0,11						

B(ppm)			Zn(ppm)			Cu(ppm)			Fe(ppm)			Mn(ppm)		
Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.	Trat	Prom.	Ran.
f ₃	26,47	a	f ₄	23,97	a	f ₁	9,57	a	f ₄	109,80	a	f ₃	119,43	a
f ₁	26,67	a	f ₃	24,33	a	f ₂	11,60	a	f ₃	121,17	a	f ₄	122,27	ab
f ₂	27,67	a	f ₂	24,97	a	f ₄	12,43	a	f ₁	136,77	a	f ₂	151,80	ab
f ₄	30,20	a	f ₁	26,90	a	f ₃	12,73	a	f ₂	139,70	a	f ₁	196,00	b
Comparaciones Ortogonales														
f ₄ vs. f ₁ , f ₂ , f ₃	30,20 vs. 26,94 ^{ns}		23,97 vs. 25,40 ^{ns}		12,43 vs. 11,20 ^{ns}		109,80 vs. 132,55		122,27 vs. 155,74 ^{ns}					
f ₃ vs. f ₁ , f ₂	26,47 vs. 27,17 ^{ns}		24,33 vs. 25,94 ^{ns}		12,73 vs. 10,59 ^{ns}		121,17 vs. 138,24 ^{ns}		119,43 vs. 173,90 ^{ns}					
f ₂ vs. f ₁	27,67 vs. 26,67 ^{ns}		24,97 vs. 26,90 ^{ns}		11,60 vs. 9,57 ^{ns}		139,7 vs. 136,77 ^{ns}		151,80 vs. 196,00 ^{ns}					

4.11. COSTOS DE MANTENIMIENTO E INGRESO

Se determinó los costos operacionales para el año de investigación, detallándose cada una de las actividades realizadas y sus costos. La información se encuentra en el Cuadro 24 y 25.

Cuadro N° 24. Costo de mantenimiento por tratamiento en el ensayo Recuperación de Palmas.

RUBROS	Cantidad	Valor unitario \$	Total \$	T1	T2	T3	T4
Chapias	6	18,48	110,88	27,72	27,72	27,72	27,72
Coronas	5	19,22	96,10	24,02	24,02	24,02	24,02
Podas	2	8,62	17,25	4,31	4,31	4,31	4,31
Fertilización	20	8,62	172,48	43,12	43,12	43,12	43,12
Cosecha	26	25,87	672,67	168,17	168,17	168,17	168,17
Control de plagas y enfermedades	2	8,62	17,25	4,31	4,31	4,31	4,31
Fertilizantes							
Tratamiento				472,38	1095,54	633,40	819,54
Complemento			496,53	124,13	124,13	124,13	124,13
Agroquímicos		38,47	38,47	9,62	9,62	9,62	9,62
Caminos de cosecha	36	1,12	40,32	10,08	10,08	10,08	10,08
Análisis de suelo	1	21,02	21,02	5,26	5,26	5,26	5,26
Análisis foliares	1	18,40	18,40	4,60	4,60	4,60	4,60
TOTALES \$				897,72	1520,88	1058,74	1244,88

Cuadro N° 25. Costo de operación por planta en el ensayo Recuperación de Palmas.

FUENTE	COSTO oper/pla USD	Costo por Ha	Rendimiento o TM/ha	Ingreso Bruto/ha	Ingreso Bruto/planta	Beneficio/Costo ha	Beneficio/Costo planta
MgO+KCl	24,94	3565,95	14,29	1551,47	10,77	-2014,48	-14,17
Kieserita+KCl	42,25	6041,28	14,19	1540,61	10,70	-4500,67	-31,55
Sulpomag+MgO	29,41	4205,55	15,95	1731,69	12,03	-2473,86	-17,38
SO ₄ Mg+SO ₄ K	34,58	4944,94	13,41	1455,92	10,11	-3489,02	-24,47

Se registró los costos para cada uno de los tratamientos, Cuadro 25 obteniéndose un costo de 24,94 USD/planta para el tratamiento F₁ siendo el de menor costo por utilizar fertilizantes simples.

Un costo de 42,25 USD/planta del tratamiento F₂; el F₃ con costo de 29,41 USD/planta y el del tratamiento F₄ con 34,58 USD/planta. En la relación beneficio costo los gastos superaron al ingreso hay pérdida en todos los tratamientos siendo el tratamiento T₃ el más afectado por el costo de la kieserita. Los costos son altos en los tratamientos ya que se utilizaron fertilizantes formulados compuestos y en cantidades grandes para llegar a la relación ideal ideal (60% Ca, 30% Mg y 10% K). (Ayala A, y Calvache, M. 2008)

Además el cultivo no está en toda su capacidad de rendimiento ya que los datos de rendimiento se los tomó cuando la planta estaba en la etapa de 4 a 5 años de edad. Una planta de palma africana empieza a producir al tercer año. La producción es gradual, puede empezar con 4 o 6 toneladas por hectárea al año, y si la plantación tiene un buen cuidado y es bien tratada puede llegar a producir hasta las 20 toneladas por hectárea. ([www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/20240....](http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/20240...))

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el primer año de ejecución se obtuvieron resultados estadísticos no significativos en datos biométricos tomados por el investigador ya que el efecto de la fertilización se ve reflejado después de un año o dos de la aplicación en la planta como es el caso del rendimiento y relación sexo, sin embargo se obtuvieron diferencias matemáticas, se espera que en el segundo año se obtengan resultados estadísticos diferentes en la consecución del ensayo.
- El mejor promedio para la emisión foliar se presentó en el tratamiento T₄ (Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio) con 2,27 hojas/mes; para el rendimiento el mejor promedio se obtuvo en el T₃ (Sulpomag + Óxido de Magnesio) con 15,95 Tm/ha.
- Las plantas de palma con estrés por desbalance catiónico en este período de investigación no tiene resultados estadísticos significativos, pero presentan una tendencia de mejoras en el cultivo y ser recuperables mediante un adecuado manejo de la relación Ca, Mg y K, en la zona agroecológica de La Concordia. En los análisis de suelo se detecta la presencia del Mg, el cual está bloqueado por el K y por lo tanto no puede ser absorbido por la planta, se lo demuestra con los análisis foliares que existe deficiencia de Mg y se, espera que en el segundo año de ejecución se presenten las condiciones hídricas adecuadas para mejorar el movimiento de los nutrientes.
- En la eficiencia de la fertilización edáfica frente a la foliar, en la recuperación de plantas de palma aceitera sometidas a estrés por desbalance catiónico no hay datos estadísticos que comprueben resultados beneficiosos en las diferentes aplicaciones de fertilizantes para la nutrición de la palma pero en el caso de fertilización foliar (T₄) encuentran diferencias matemáticas en las variables Emisión Foliar (EF), Diámetro de la Corona Foliar (DCF) y Área foliar (AF),

presumible a la aplicación foliar de los fertilizantes también se verifica visualmente una coloración más verdosa en comparación de los otros tratamientos.

- Al realizar el Análisis Económico de presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos en estudio se obtuvieron pérdidas en todos los tratamientos, mismos que contienen fertilizantes compuestos y son de costo elevado, otro factor es la producción baja del cultivo por el estrés que tiene la planta y por no haber alcanzado su máxima productividad.

5.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones se recomienda:

- Continuar la investigación, considerando que se obtuvieron datos estadísticos preliminares no significativos y que el lote en investigación registrará un incremento de la producción, lo que permitirá evaluar el efecto de los fertilizantes y las diferentes relaciones en estudio, a mediano plazo.
- Considerar que los análisis de suelo y foliar constituyen una herramienta importante para la continuación de la investigación, para seguir en la evaluación de las fuentes en estudio, tener en cuenta las necesidades nutricionales que se registran para realizar las respectivas correcciones tanto en el suelo como en la planta, en caso del análisis de suelo se podría realizar en períodos trimestrales verificar la evolución del producto aplicado.
- Seguir con la aplicación foliar y edáfica de cuatro fuentes de Mg y K, en la recuperación de plantas de palma aceitera sometidas a estrés por desbalance catiónico, basándose siempre en los análisis de laboratorio.
- El análisis económico demuestra que los costos de fertilizantes utilizados en esta investigación son elevados, se recomienda seguir con la investigación y buscar fuentes más accesibles para los palmicultores.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

El cultivo de Palma aceitera es uno de los principales cultivos en el país debido a los múltiples usos de esta planta y así también a su uso como biocombustible, este aceite ocupa el primer lugar tanto por el volumen producido como por la cantidad comercializada en el mundo.

El cultivo de palma por ser perenne se lo ha tomado como erosiva porque abarca gran cantidad de hectáreas para poder obtener ganancias, se ha visto la posibilidad de recuperar cultivares de palma las cuales han tenido un mal manejo en su nutrición, hacerles más productivas y eficientes con el fin de mejorar los cultivos que ya se tienen establecidos, realizando un estudio que permita determinar el equilibrio nutricional entre Ca, Mg y K en el suelo, así como también la relación adecuada para lograr un buen desarrollo y por ende una mayor producción en palma aceitera.

El cultivo se estableció en el año 2005 y partió como ensayo de balance catiónico del cual una relación tuvo un desbalance de los cationes (tratamiento cuatro) cuya relación en el suelo era 90% de Ca, 7% de Mg y 3% de K la que presentó problemas severos de amarillamiento secamiento. A partir de esto se quiso mejorar el balance de los cationes utilizando diferentes fuentes como : $f_1 =$ Óxido de Magnesio + Muriato de Potasio; $f_2 =$ Kieserita + Muriato de Potasio; $f_3 =$ Sulpomag + Óxido de Magnesio y $f_4 =$ Sulfato de Magnésio + Sulfato de Potasio, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: Demostrar que las plantas de palma con estrés por desbalance catiónico son recuperables mediante un adecuado manejo de la relación Ca, Mg y K; Evaluar diferentes fuentes de Mg y K; Evaluar la eficiencia de la fertilización edáfica frente a la foliar; Realizar el Análisis Económico de presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos en estudio. La metodología empleada fue: En función de los resultados del análisis de suelos se calculó las cantidades de Mg y K que requería cada tratamiento o fuente en estudio para llegar a la relación ideal 60% Ca, 30% Mg y 10% K.

Las variables evaluadas fueron: Incremento en el diámetro de la base del estípide (DBE), Incremento de altura de planta (AP), Emisión Foliar (EF), Incremento en el

diámetro de la corona foliar (DCF), Área foliar (AF), Relación Sexo (RS), Rendimiento (RE), Análisis de nutrientes foliares y Análisis económico.

En el primer año de ejecución se obtuvieron resultados estadísticos no significativos en datos biométricos tomados por el investigador ya que el efecto de la fertilización se ve reflejado después de un año o dos de la aplicación en la planta como es el caso del rendimiento y relación sexo, sin embargo se obtuvieron diferencias matemáticas, se espera que en el segundo año se obtengan resultados estadísticos diferentes en la consecución del ensayo.

En la eficiencia de la fertilización edáfica frente a la foliar, en la recuperación de plantas de palma aceitera sometidas a estrés por desbalance catiónico no hay datos estadísticos que comprueben resultados beneficiosos en las diferentes aplicaciones de fertilizantes para la nutrición de la palma pero en el caso de fertilización foliar (T₄) encuentran diferencias matemáticas en las variables Emisión Foliar (EF), Diámetro de la Corona Foliar (DCF) y Área foliar (AF), presumible a la aplicación foliar de los fertilizantes también se verifica visualmente una coloración más verdosa en comparación de los otros tratamientos.

Al realizar el Análisis Económico de presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos en estudio se obtuvieron pérdidas porque los costos son más altos que los ingresos en el primer año.

6.2. SUMMARY

Oil palm cultivation is one of the main crops in the country because of the many uses of this plant and also to its use as a biofuel, the oil is first produced both the volume and the quantity sold to the world.

Palm cultivation being perennial erosion has taken as it encompasses hectares quality to profit, has been able to recover palm cultivars which have been mishandled in your nutrition, make them more productive and efficient order to improve crops that already have established, performing a study to determine the nutritional balance between Ca, Mg and K in the soil, as well as the proper relationship for successful development and consequently higher production oil palm.

The crop was established in the year 2005 and started as cationic balance test a relationship which had an imbalance of cations (treatment four) whose relationship in the soil was 90 % of Ca, Mg 7% and 3 % of K the who presented severe problems amarrillamiento drying. From this it wanted to improve the balance of the cations using different sources such as: f1 = Magnesium Oxide + Muriate of Potash ; Kieserite + f2 = Muriate of Potash ; f3 = Sulpomag + Magnesium Oxide and f4 = + Sulfate Magnesium Sulfate Potassium , for which the following aims : To demonstrate that palm plants stress unbalance cation are recoverable through proper management of the Ca , Mg and K ; Evaluate different sources of Mg and K ; assess the efficiency of soil fertilization compared to the leaf ; Economic Perform partial budget analysis of each of the treatments under study . The methodology used was: Depending on the results of soil analysis calculated the amounts of Mg and K which required each study treatment or source to reach the ideal ratio 60 % Ca, 30 % Mg and 10 % K.

The variables evaluated were : Increase in the diameter of the base of the stipe (DBE) , Increased plant height (AP) Foliar emission (EF) , Increased leaf crown diameter (DCF) , leaf area (AF) , Sex Ratio (SR) , Efficiency (RE) , foliar nutrient analysis and economic analysis .

In the first year of operation the results were no significant statistical biometric data collected by the investigator because the fertilization effect is reflected after a

year or two of the application on the ground such as performance and sex ratio however differences were mathematics, is expected in the second year to obtain different statistical results in the achievement test.

Efficiency in the face of soil fertilization leaf , in the recovery of oil palm plants under stress unbalance cationic no statistical data prove beneficial results in the different applications of fertilizer for nutrition but for palm foliar fertilization (T4) found differences in the variables math foliar emission (FE) foliar Crown Diameter (DCF) and leaf area (AF) , presumably to foliar application of fertilizers is also verified visually greenish coloration comparison of the other treatments. When performing partial Economic Analysis of each of the treatments under study were obtained losses because costs are higher than revenues in the first year.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANCUPA, MAGAP Y SESA. 2008. Inventario de plagas del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Ecuador. Segunda edición. Quito, Ecuador. Pp. 6-7.
2. ASD COSTA RICA, 2004. Guía de variedades y clones. Semillas y clones de palma aceitera de alto rendimiento. Agricultural services y develomen. p.25.
3. AYALA, A. y CALVACHE, M.2008. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) bajo condiciones de riego y sin riego.
4. BERNAL, F. 2001. El cultivo de la palma aceitera y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. Fedepalma. Colombia. Pp. 18-24 -125-127.
5. CALVACHE, M LOPEA, M. Evaluación de la eficiencia de la fertilización potásica en el cultivo de palma africana utilizando 85 Rb como trazador [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/7F45212F801D26B305256A15005BB269/\\$file/Palma+Africana.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7F45212F801D26B305256A15005BB269/$file/Palma+Africana.pdf).
6. CENIPALMA. 1998. Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el Cultivo de Palma de Aceite. Módulo 2. Principales características del suelo. Pp. 37-45.
7. CHAVEZ, F. 2009. Capacitación ANCUPA, Generalidades de la palma aceitera.
8. CHÁVEZ, F y RIVADENEIRA, J. 2003. Manual del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la zona noroccidental del Ecuador. ANCUPA e INIAP. EC. Pp. 47 – 49.
9. CHINCHILLA, C. 1999. Pudriciones del cogollo en palma aceitera. Revista El Palmicultor N° 13. EC. Pp. 8 – 12.
10. -----, 2004. Curso Internacional de la palma aceitera ASD. Costa Rica. Agosto-Septiembre. Enfermedades de la Palma aceitera. Pp. 25-29.

11. ----- . 2004. Curso Internacional de la palma aceitera ASD. Costa Rica. Plagas de la Palma aceitera. Pp. 30-38.
12. BERNAL, F. y ALMONACID, M. 2006. El cultivo de palma de aceite y Generalidades de la agroindustria. ANCUPA DEPARTAMENTO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA. Presentación.
13. FAIRHURST, T. 1997. Guía de bolsillo, Síntomas de deficiencia de nutrientes y desordenes en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Singapur. Pp. 2-19.
14. FAIRHURST, T. Y CALIMAN, J. 2005. Palma Aceitera desórdenes nutricionales y manejo de nutrientes. Pp 14-A32.
15. FEDEPALMA y CENIPALMA. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. primera edición. p. 92.
16. FERSAN. 2000. Es real: las plantas necesitan potasio. FERSAN INFORMA 77(1). Pp.17-18.
17. GONZALEZ, J. Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión Sostenible de los recursos naturales de la micro cuenca del Río Chimborazo. <http://www.vitoria-gasteiz.org/w24/docs/ceac/siam/tabmetod/geoedafo/caledaf.Pdf>
18. INPOFOS (Instituto del Fósforo y Potasa, CA). 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Quito, EC. Pp 1-10.
19. LUDENÑA V. 2007. Manual de suelos. Pp 14-26.
20. MUÑOZ, R. 1981. La palma africana de aceite. Aspectos generales de la nutrición y fertilización (*Elaeis guineensis* Jacq.). Pp. 101-130.
21. MUÑOZ, D. 2002. El plan integral de nutrición en la palma de aceite. Ecuador, EC. Pasquel Producciones. Revista El Palmicultor N° (15). Pp 53-57.
22. PADILLA, W. 1991. Nutrición de palma africana en Ecuador. Revista El Palmicultor N° 13. EC. Pp. 23-25.

23. OWEN, E. 1993. Fertilización de la palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. en Colombia. Revista El Palmicultor N° 8. EC. Pp. 16-22.
24. REVELO, M. 2002. Palmicultura moderna, Orientación para productores y empresarios, Sociedad Las Palmas LTDA, edición Galrobayo. Bogotá, vol. 1. Pp. 45-72.
25. RIVADENEIRA, J. 1985. INIAP, Fertilización mineral de palma africana en el sitio definitivo. Informan No 164. Agosto. Pp. 1-7.
26. ROMERO, G. 1980. Determinación de la relación Mg-K en suelos cultivados con palma africana. (*Elaeis guineensis* Jacq). Santo Domingo-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pp. 25-35.
27. SLOBBE, W.1988. Amarrillamiento, un trastorno de la palmera africana, y otros problemas fitosanitarios, en el Ecuador Occidental. Ecuador. Pp. 4-30.
28. TRINIDAD, A. y AGUILAR, D. 2008. Fertilización foliar, un respaldo importante en el Rendimiento de los cultivos <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>
29. UMAÑA, C. 2004. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Costa Rica, CR. s.e. XXVI Curso Internacional de Palma Aceitera. ASD. Pp 76-80 (CD Room).
30. YAMADA, T. y ROBERTS, T. 2005. Potássio Na Agricultura Brasileira. Anais do II Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira, Brazil. Sao Pedro-SP. Pp. 22 - 24.
31. ZAMBRANO, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. p.100.
32. http://www.acampo.com.ar/espanol/gest_tec/Perfil%20Mercado%20Mundial%20Aceite%20de%20Palma.htm

33. <http://www.accionecologica.org/descargas/alertas/bosques/Alerta%252091-Documento%2520sobre%2520Palma%2520Africana.doc+cultivo+de+la+palma+aceitera&hl=es&ct=clnk&cd=9&gl=ec&client=firefox-a>
 34. <http://www.acupalma.org.ve/index.asp?categoryid=7554>
 35. http://www.agroestrategias.com/Fisiologia_y_Deficiencia_de_Mg.htm+relacion+Ca-Mg-K&hl=es&ct=clnk&cd=8&gl=ec&client=firefox-a
 36. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd35/texto/principales.htm>
 37. <http://www.clinica-agricola.com/InterpretacionSuelosyFoliar.html>
 38. <http://www.crystal-chemical.com/palma.htm#CONTROL%20DE%20MALEZAS>
- MALEZAS**
39. <http://www.elchao.com/palma.htm>
 40. <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/202402-la-vida-de-la-palma-africana/>
 41. <http://www.fertilizando.com/articulos/CursoFertirrigacion2003/LosNutrientesyDisponibilidad.ppt>
 42. <http://www.fertilizando.com/.../Efecto%20Fertilizacion%20Foliar%20Edafica.asp>
 43. http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/IDEA_Prod_02_Esp
 44. <http://www.geocities.com/Yosemite/8300/ANEJOS5.htm+relacion+Ca-Mg-K&hl=es&ct=clnk&cd=6&gl=ec&client=firefox-a>
 45. <http://www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1179>
 46. http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
 47. <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=62915>
 48. <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2215.doc+cultivo+de+la+palma+aceitera&hl=es&ct=clnk&cd=5&gl=ec&client=firefox-a>

49. <http://www.jardinyplantas.com/suelos-y-fertilizantes/tecnicas-de-aplicacion-de-fertilizantes.html>
50. http://www.kieserite.com/esta/index_es.cfm
51. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf+palma+aceitera&hl=es&ct=clnk&cd=13&gl=ec&client=firefox-a
52. <http://www.maps.google.com/> La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador
53. <http://www.monografias.com/trabajos20/geobotanica-ecuador/geobotanica-ecuador.shtml>
54. <http://www.monografias.com/trabajos34/palma-aceitera-peru/palma-aceitera-peru.shtml>
55. <http://www.mosaicfertilizantes.com>
56. http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t04.htm
57. <http://www.ppippic.org/ppiweb/pltamn.nsf/2c7b019d46c9bda485256a6d006d777d/b0ba4b2f31e3d73805256d58005369b0/%24FILE/Papel%2520de%2520K%2520en%2520las%2520plantas.ppt+movimiento+del+k+en+las+plantas&hl=es&ct=clnk&cd=6&gl=ar>
58. <http://www.proferfol.com/pdf/Suelo.pdf>
59. http://www.quiminet.com/ar9/ar_AAAssbcBuaasd-fertilizacion-foliar-una-alternativa-para-mejorar-la-nutricion-de-los-cultivos.htm
60. <http://www.revistaelagro.com/2012/11/14/importancia-del-boro-en-el-cultivo-de-palma-africana/>
61. <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/fosforo>
62. <http://www.solostock.com.co/empresas/agriculturaganaderia/abonoscolombianos>
63. http://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=39
64. http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema03/Tema_03_Suelos_3_4.htm

- 65.** <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Zinc.htm>
- 66.** http://www.viagro.es/calcio_en_las_plantas.htm
- 67.** http://www.wikipedia.org/wiki/Palma_aceitera

Anexos

ANEXO 1. MAPA FÍSICO DE UBICACIÓN DEL ENSAYO



<http://maps.google.com/>

ANEXO 2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO.RESUMEN, INIAP

ANÁLISIS DE SUELO INICIAL

TRATAMIENTOS	ELEMENTOS																				RELACIONES											
	pH	Ppm						meq/100ml							(ppm)							%										
		NH4	P		S		K		Ca		Mg		Al+H		∑Bases	Zn	Cu		Fe		Mn		B		Cl	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	MO	Al		
T1	5,53	21,67	B	22,67	A	24,33	A	0,18	B	6,23	M	0,78	B	0,17	B	7,36	1,40	B	7,53	A	112,00	A	4,43	B	2,80	T	100,63	8,17	4,46	42,93	5,03	A
T2	6,10	22,00	B	23,00	A	20,67	A	0,32	M	7,70	M	0,90	B	0,00	B	8,92	1,50	B	5,97	A	77,67	A	3,83	B	2,37	T	94,70	9,53	4,66	56,23	5,07	A
T3	5,53	30,67	M	25,67	A	25,00	A	0,18	B	7,03	M	0,83	B	0,20	B	8,24	1,40	B	7,50	A	102,66	A	5,17	A	3,10	T	136,13	8,63	5,11	52,48	5,73	A
T4	5,70	31,00	M	16,00	A	16,67	B	0,36	M	5,50	M	0,93	B	0,17	B	6,96	1,50	B	6,53	A	83,00	A	4,77	B	3,20	T	130,20	6,07	3,63	26,99	5,83	A

ANÁLISIS DE SUELO FINAL

TRATAMIENTOS	ELEMENTOS																				RELACIONES													
	pH	Ppm						meq/100ml							(ppm)							%												
		NH4	P		S		K		Ca		Mg		Al+H		∑Bases	Zn	Cu		Fe		Mn		B		Cl	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	MO	Al				
T1	6,10	28,00	B	13,00	M	28,00	A	1,20	A	4,90	B	1,80	M	0,50	M	7,90	2,4	B	11,3	A	204,0	A	6,8	M	2,50	T	248,50	2,70	1,50	5,58	5,70	A	0,40	M
T2	5,50	24,00	B	7,80	B	261,00	A	1,70	A	5,00	B	5,80	A	0,40	B	12,50	2,40	B	10,60	A	160,0	A	10,6	M	3,00	T	426,00	0,80	3,41	6,35	6,60	A	0,30	M
T3	5,70	27,00	B	17,00	A	260,00	A	1,20	A	4,00	B	6,80	A	0,30	B	12,00	2,50	B	8,80	A	153,0	A	7,2	M	1,70	T	88,80	0,50	5,67	9,00	5,30	A	0,25	B
T4	5,30	28,0	B	10,00	M	263,00	A	1,10	A	4,50	B	4,80	A	0,50	M	10,40	2,50	B	9,10	A	147,0	A	7,7	M	1,50	T	106,5	0,90	4,36	8,45	5,70	A	0,40	M

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO, INIAP

 <small>INSTITUTO ECUATORIANO 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: 690-69192/93 Fpx: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : ANCUPA Dirección : LA CONCORDIA Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : CIPAL Provincia : ESMERALDAS Cantón : LA CONCORDIA Parroquia : Ubicación : ANCUPA	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 25/09/2009 Fecha de Ingreso : 08/10/2009 Fecha de Salida : 19/10/2009
--	--	---

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm				
	Identificación			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
74932	T1 RECUPERACION 5 AÑOS		6,1 LAc	28,0 B	13,0 M	28,0 A	1,20 A	4,90 B	1,80 M	2,4 B	11,3 A	204,0 A	6,8 M	2,50 T
74933	T2 RECUPERACION 5 AÑOS		5,5 LAc RC	24,0 B	7,8 B	261,0 A	1,70 A	5,00 B	5,80 A	2,4 B	10,6 A	160,0 A	10,6 M	3,00 T
74934	T3 RECUPERACION 5 AÑOS		5,7 LAc	27,0 B	17,0 A	260,0 A	1,20 A	4,00 B	6,80 A	2,5 B	8,8 A	153,0 A	7,2 M	1,70 T
74935	T4 RECUPERACION 5 AÑOS		5,3 Ac RC	28,0 B	10,0 M	263,0 A	1,10 A	4,50 B	4,80 A	2,5 B	9,1 A	147,0 A	7,7 M	1,50 T

INTERPRETACION		
pH		Elementos de NH ₄ a B
Ac	= Acido	N = Normal
LAc	= Ligero Acido	B = Bajo
PN	= Poca Neutral	M = Medio
		A = Alto
		T = Toxic (Boro)
	RC = Requiere Cal	

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH	= Suelo agua (1:2,5)
N,P,B	= Colorimetría
S	= Turbidimetría
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica
	Ofen Modificado
	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
	Fuente Monobromo de Calcio
	B.S


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina.



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito-Huandor Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	ANCUPA (BALANCE NUTRICIONAL)
Dirección :	QUININDE
Ciudad :	
Teléfono :	
Fax :	

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	CIPAL
Provincia :	ESMERALDAS
Cantón :	QUININDE
Parroquia :	KM. 37 1/2 VIA STO. DOMINGO
Ubicación :	A N C U P A

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual :	PALMA AFRICANA
Fecha de Muestreo :	06/10/2008
Fecha de Ingreso :	17/10/2008
Fecha de Salida :	27/10/2008

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na		C.E.	M.O.							Mg	K	K	
70219					5,8		1,8	8,00	22,67	3,55		106,50				
70220					5,5		4,1	0,78	3,98	4,98		159,50				
70221	0,60 51				5,9		3,5	3,86	17,43	3,18		124,30				
70222					5,9		4,9	1,76	10,41	8,44		106,50				

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
= Bajo	= No Salino	= Salino	= Bajo
= Medio	= Lig. Salino	= Muy Salino	= Medio
= Torcido			= Alto

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

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Pasta Saturada
M.O.	= Titulación de Walkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

RESPONSABLE LABORATORIO

Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina

LABORATORISTA

ANEXO 3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

INIAP
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"

NOMBRE DEL PROPIETARIO: A N C U P A

NOMBRE DEL REMITENTE : A N C U P A

NOMBRE DE LA GRANJA: C I P A L

LOCALIZACION LA CONCORDIA ESMERALDAS

PARROQUIA CANTON PROVINCIA

FECHA DE MUESTREO : 25-09-09

FECHA INGRESO AL LABORATORIO 08-10-09

Fecha de entrega: 16/10/09

ANALISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

No. de Laboratorio	IDENTIFICACION	Milequivalentes / 100 g. de suelo				Suma de Bases Meq/100g suelo	% Saturación Bases	CIC Meq/100g suelo
		K	Ca	Mg	Na			
74932	T1 RECUPERACION	1.7	4.2	1.3	0.82	8.0	88.9	9.0
74933	T2 RECUPERACION	2.0	4.5	4.4	0.13	11.0	SATURADO	8.4
74934	T3 RECUPERACION	1.7	3.5	5.5	0.10	10.8	SATURADO	8.4
74935	T4 RECUPERACION	1.6	4.0	3.8	0.20	9.6	SATURADO	6.8


JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

ANEXO 4. ANÁLISIS FOLIAR RESUMEN

ANÁLISIS FOLIAR INICIAL

TRAT.	ELEMENTOS																					
	(%)											(ppm)										
	N		P		K		Ca		Mg		S	B		Zn		Cu		Fe		Mn		
T1R1	2,73	S	0,17	S	1,16	S	1,15	A	0,23	B	0,12	B	13,30	S	18,80	S	7,10	S	135,80	S	100,20	B
T2R1	2,73	S	0,17	S	1,16	S	1,15	A	0,23	B	0,12	B	13,30	S	18,80	S	7,10	S	135,80	S	100,20	B
T3R1	4,16	A	0,18	S	1,21	S	1,23	A	0,26	S	0,12	B	11,00	S	19,20	S	9,60	A	174,80	S	107,70	B
T4R1	4,16	A	0,18	S	1,21	S	1,23	A	0,26	S	0,12	B	11,00	S	19,20	S	9,60	A	174,80	S	107,70	B
T1R2	2,87	S	0,19	S	1,37	S	1,03	A	0,21	B	0,11	B	11,00	S	20,20	A	8,60	A	124,00	S	107,80	B
T2R2	2,94	S	0,20	S	1,35	S	1,39	A	0,26	S	0,12	B	14,20	S	22,00	A	9,00	A	118,30	S	108,50	B
T3R2	2,94	S	0,20	S	1,35	S	1,39	A	0,26	S	0,12	B	14,20	S	22,00	A	9,00	A	118,30	S	108,50	B
T4R2	2,87	S	0,19	S	1,37	S	1,03	A	0,21	B	0,11	B	11,00	S	20,20	A	8,60	A	124,00	S	107,80	B
T1R3	3,50	A	0,17	S	1,18	S	1,25	A	0,22	B	0,12	B	11,00	S	20,20	A	8,00	S	136,30	S	172,40	S
T2R3	3,08	A	0,19	S	1,43	S	1,13	A	0,25	S	0,15	B	13,90	S	18,60	S	11,00	A	124,70	S	122,70	B
T3R3	3,50	A	0,17	S	1,18	S	1,25	A	0,22	B	0,12	B	11,00	S	20,20	A	8,00	S	136,30	S	172,40	S
T4R3	3,08	A	0,19	S	1,43	S	1,13	A	0,25	S	0,15	B	13,90	S	18,60	S	11,00	A	124,70	S	122,70	B

ANÁLISIS FOLIAR FINAL

TRATAMIENTOS	ELEMENTOS																					
	(%)											(ppm)										
	N		P		K		Ca		Mg		S	B		Zn		Cu		Fe		Mn		
T1R1	2,51	S	0,15	S	1,55	A	1,04	A	0,16	B	0,10	B	29,30	A	28,20	A	9,00	A	132,50	S	183,30	S
T2R1	2,51	S	0,16	S	1,35	S	1,04	A	0,21	B	0,10	B	25,60	A	27,10	A	9,90	A	118,20	S	185,10	S
T3R1	2,73	S	0,16	S	1,34	S	0,93	A	0,22	B	0,10	B	27,30	A	25,60	A	9,60	A	96,80	S	112,10	B
T4R1	2,66	S	0,15	S	1,43	S	0,82	A	0,18	B	0,10	B	25,90	A	24,70	A	10,10	A	88,90	S	163,20	S
T1R2	2,44	B	0,16	S	1,46	S	0,89	A	0,17	B	0,12	B	26,20	A	27,80	A	10,90	A	147,30	S	205,10	A
T2R2	2,51	S	0,16	S	1,61	A	0,83	A	0,20	B	0,10	B	25,60	A	23,20	A	9,70	A	166,10	S	156,60	S
T3R2	2,58	S	0,15	S	1,50	S	0,76	A	0,20	B	0,11	B	27,00	A	22,20	A	12,30	A	141,10	S	117,10	B
T4R2	2,51	S	0,15	S	1,46	S	0,78	A	0,19	B	0,13	B	28,70	A	23,90	A	11,10	A	111,20	S	103,10	B
T1R3	2,58	S	0,15	S	1,54	A	0,89	A	0,17	B	0,10	B	24,50	A	24,70	A	8,80	A	130,50	S	199,60	S
T2R3	2,80	S	0,16	S	1,45	S	0,88	A	0,21	B	0,12	B	31,80	A	24,60	A	15,20	A	134,80	S	113,70	B
T3R3	2,80	S	0,16	S	1,51	A	0,94	A	0,20	B	0,10	B	25,10	A	25,20	A	16,30	A	125,60	S	129,10	B
T4R3	2,51	S	0,16	S	1,56	A	0,69	S	0,21	B	0,12	B	36,00	A	23,30	A	16,10	A	129,30	S	100,50	B

ANÁLISIS FOLIAR

	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 FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : A N C U P A Dirección : K. 37 1/2 VIA A QUININDE Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : CIPAL (RECUPERACION DE PALMAS) Provincia : Cantón : Parroquia : KM. 37 1/2 VIA A QUININDE Ubicación : A N C U P A	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 17/10/2009 Fecha de Ingreso : 23/10/2009 Fecha de Salida : 17/11/2009
---	--	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote Identificación	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Cu	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
14954	T1 R1 - R 4 AÑOS	2,51 >	0,15 >	1,55 >	1,04 >	0,16 B	0,10 B		29,3 >	28,2 >	9,0	132,5 >	183,3 >		
14955	T2 R1 - R 4 AÑOS	2,51 >	0,16 >	1,35 >	1,04 >	0,21 B	0,10 B		25,6 >	27,1	9,9	118,2 >	185,1 >		
14956	T3 R1 - R 4 AÑOS	2,73 >	0,16 >	1,34 >	0,93 >	0,22 B	0,10 B		27,3 >	25,6	9,6	96,8 >	112,1 B		
14957	T4 R1 - R 4 AÑOS	2,66 >	0,15 >	1,43 >	0,82 >	0,18 B	0,10 B		25,9 >	24,7	10,1	88,9 >	163,2 >		
14958	T1 R2 - R 4 AÑOS	2,44 B	0,16 >	1,46 >	0,89 >	0,17 B	0,12 B		26,2 >	27,8	10,9	147,3 >	205,1 >		
14959	T2 R2 - R 4 AÑOS	2,51 >	0,16 >	1,61 >	0,83 >	0,20 B	0,10 B		25,6 >	23,2	9,7	166,1 >	156,6 >		

INTERPRETACION

B = Bajo
 > = Suficiente
 < = Alto


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina



**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 FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	A N C U P A	Nombre :	CIPAL (RECUPERACION DE PALMAS)	Cultivo :	PALMA AFRICANA
Dirección :	K. 37 1/2 VIA A QUININDE	Provincia :		Fecha de Muestreo :	17/10/2009
Ciudad :		Cantón :		Fecha de Ingreso :	23/10/2009
Teléfono :		Parroquia :	KM. 37 1/2 VIA A QUININDE	Fecha de Salida :	17/11/2009
Fax :		Ubicación :	A N C U P A		

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote Identificación	(%)							(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na
14960	T3 R2 - R 4 AÑOS	2,58 ~	0,15 ~	1,50 ~	0,76 ~	0,20 B	0,11 B		27,0	22,2	12,3	141,1 ~	117,1 B		
14961	T4 R2 - R 4 AÑOS	2,51 ~	0,15 ~	1,46 ~	0,78 ~	0,19 B	0,13 B		28,7	23,9	11,1	111,2 ~	103,1 B		
14962	T1 R3 - R 4 AÑOS	2,58 ~	0,15 ~	1,34 ~	0,89 ~	0,17 B	0,10 B		24,5	24,7	8,8	130,5 ~	199,6 ~		
14963	T2 R3 - R 4 AÑOS	2,80 ~	0,16 ~	1,45 ~	0,88 ~	0,21 B	0,12 B		31,8	24,6	15,2	134,8 ~	113,7 B		
14964	T3 R3 - R 4 AÑOS	2,80 ~	0,16 ~	1,51 ~	0,94 ~	0,20 B	0,10 B		25,1	25,2	16,3	125,6 ~	129,1 B		
14965	T4 R3 - R 4 AÑOS	2,51 ~	0,16 ~	1,56 ~	0,69 ~	0,21 B	0,12 B		36,0	23,3	16,1	129,3 ~	100,5 B		

INTERPRETACION
B = Bajo
~ = Suficiente
- = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Para la versión original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina

**ANEXO 5. TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS
PARA CULTIVO DE PALMA ACEITERA**

NUTRIENTES	UNIDAD			
		BAJO	MEDIO	ALTO
M.O.S	%	< 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0
N -NH4	Ppm	< 31,0	31,0 - 40,0	> 40,0
P	Ppm	< 8,0	8,0 - 14,0	> 14,0
S	Ppm	< 4,0	4,0 - 19,0	> 19,0
K	meq/100g	< 0,2	0,2 - 0,38	> 0,38
Ca	meq/100g	< 5,1	5,1 - 8,9	> 8,9
Mg	meq/100g	< 1,7	1,7 - 2,3	> 2,3
Cu	Ppm	< 1,1	1,1 - 4,0	> 4,0
Fe	Ppm	< 20,0	20,0 - 40,0	> 40,0
Mn	Ppm	< 5,1	5,1 - 15,0	> 15,0
Zn	Ppm	< 3,1	3,1 - 7,0	> 7,0
Cl	Ppm	< 17,0	17,0 - 32,9	> 32,9
B	Ppm	< 0,20	0,20 - 0,49	> 1,0

Fuente: INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Laboratorio de Suelos, Tejidos. 2005.

ANEXO 6. TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS FOLIARES

ELEMENTO	DEFICIENTE	OPTIMO	EXCESIVO
N(%)	< 2,50	2,6 - 2,9	> 3,1
P(%)	< 0,15	0,16 - 0,19	> 0,25
K(%)	< 1,00	1,1 - 1,3	> 1,8
Mg(%)	< 0,20	0,3 - 0,45	> 0,7
Ca(%)	< 0,30	0,5 - 0,7	> 0,7
S(%)	< 0,20	0,25 - 0,40	> 0,6
Cl(%)	< 0,25	0,5 - 0,7	> 1,0
B(ppm)	< 8	15 - 25	> 40
Cu(ppm)	< 3	5 - 8	> 15
Zn(ppm)	< 10	12 - 18	> 80
Fe(ppm)		80 - 230	
Mn(ppm)		150 - 230	

Fuente: INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Laboratorio de Suelos, Tejidos. 2005

ANEXO 7. BASE DE DATOS

TRA	TRATAMIENTO
REP	REPETICIÓN
ΔDBE	INCREMENTO DE LA BASE DEL ESTIPITE/cm
ΔAP	INCREMENTO DE ALTURA DE PLANTA/cm
ΔDCF	INCREMENTO DEL DIAMETRO DE LA CORONA FOLIAR/m
ΔAF	INCREMENTO DEL AREA FOLIAR/m ²
EF	EMISIÓN FOLIAR/6meses
RS1	RELACIÓN SEXO PRIMERA EPOCA/6meses
RS2	RELACIÓN SEXO SEGUNDA EPOCA/6meses
RE	RENDIMIENTO/Tm/ha

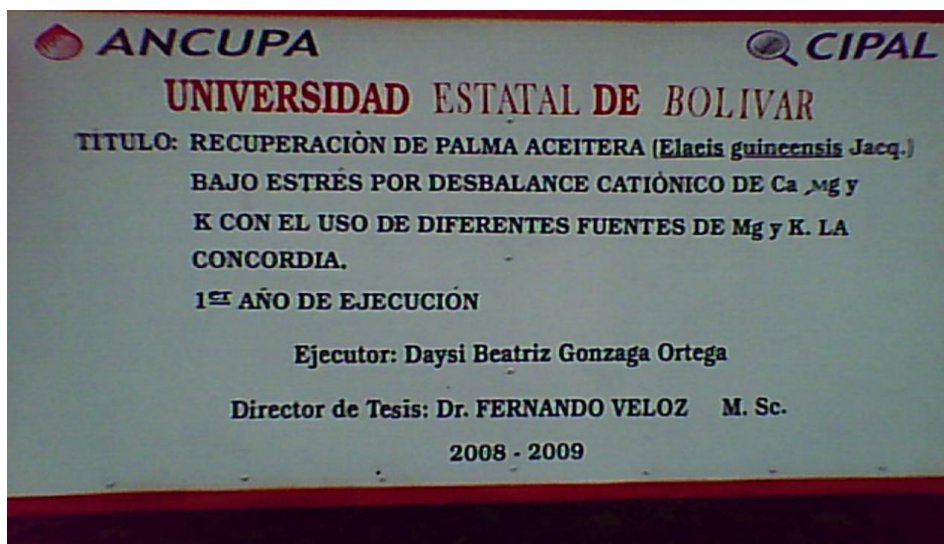
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
#	TRA	REP	ΔDBE	ΔAP	ΔDCF	ΔAF	EF	RS1	RS2	RE
1	1	1	9,86	10,20	0,56	41,06	1,97	0,68	0,78	12,20
2	2	1	5,78	6,40	0,49	34,20	1,92	0,72	0,62	14,89
3	3	1	7,43	8,40	0,40	40,05	2,17	0,54	0,43	15,43
4	4	1	6,32	10,50	0,45	31,39	2,25	0,79	0,87	12,04
5	1	2	8,13	8,33	0,48	24,10	2,25	0,68	0,34	10,07
6	2	2	8,13	13,17	0,41	35,14	2,14	0,72	0,84	11,69
7	3	2	5,47	8,50	0,43	32,02	2,03	0,54	0,81	16,89
8	4	2	9,12	13,83	0,50	27,55	2,33	0,79	0,89	12,15
9	1	3	6,15	16,33	0,52	31,59	2,08	0,55	0,51	20,62
10	2	3	6,66	19,00	0,58	24,44	2,25	0,73	0,69	16,00
11	3	3	7,32	13,93	0,66	25,92	2,28	0,44	0,47	15,54
12	4	3	10,42	10,25	0,82	48,82	2,22	0,77	0,69	16,04

ANEXO 8. DATOS DE ANÁLISIS FOLIARES

#	TRA	REP	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)	B(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)
1	1	1	2,51	0,15	1,55	1,04	0,16	0,10	29,30	28,20	9,00	132,50	183,30
2	2	1	2,51	0,16	1,35	1,04	0,21	0,10	25,60	27,10	9,90	118,20	185,10
3	3	1	2,73	0,16	1,34	0,93	0,22	0,10	27,30	25,60	9,60	96,80	112,10
4	4	1	2,66	0,15	1,43	0,82	0,18	0,10	25,90	24,70	10,10	88,90	163,20
5	1	2	2,44	0,16	1,46	0,89	0,17	0,12	26,20	27,80	10,90	147,30	205,10
6	2	2	2,51	0,16	1,61	0,83	0,20	0,10	25,60	23,20	9,70	166,10	156,60
7	3	2	2,58	0,15	1,50	0,76	0,20	0,11	27,00	22,20	12,30	141,10	117,10
8	4	2	2,51	0,15	1,46	0,78	0,19	0,13	28,70	23,90	11,10	111,20	103,10
9	1	3	2,58	0,15	1,54	0,89	0,17	0,10	24,50	24,70	8,80	130,50	199,60
10	2	3	2,80	0,16	1,45	0,88	0,21	0,12	31,80	24,60	15,20	134,80	113,70
11	3	3	2,80	0,16	1,51	0,94	0,20	0,10	25,10	25,20	16,30	125,60	129,10
12	4	3	2,51	0,16	1,56	0,69	0,21	0,12	36,00	23,30	16,10	129,30	100,50

ANEXO 9. FOTOGRAFÍAS DEL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO



TOMA DE DATOS BIOMÉTRICOS DIÁMETRO DE LA BASE DEL ESTÍPITE



ÁREA FOLIAR



RELACIÓN SEXO



EMISIÓN FOLIAR



DIÁMETRO DE LA CORONA FOLIAR



ALTURA DE PLANTA



PLANTA CON DEFICIENCIA DE Mg Y K (AMARRILLAMIENTO SECAMIENTO) CON PLANTA DE COLORACIÓN NORMAL



PLANTA CON AMARILLAMIENTO SECAMIENTO SEVERO



PLANTAS DE LOS TRATAMIENTOS

T1

T2



T3

T4



ANEXO 10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

- **Abonar.-** Añadir a la tierra laborable materias que aumenten su fertilidad o capacidad de rendimiento.
- **Abono inorgánico (fertilizante).-** Sustancias químicas ricas en calcio, fósforo, nitrógeno y potásico que enriquecen las materias nutrientes del suelo laborable y favorecen al crecimiento de las plantas.
- **Antagonismo.-** Incompatibilidad u oposición entre nutrientes. Sustancia que disminuye o invierte el efecto inducido por un agonista. Sustancia que se une y bloquea la absorción de los nutrientes minerales en la planta.
- **Balance hídrico.-** Relación entre la cantidad de agua que, por cualquier medio, ingresa o se produce en un organismo y la que se elimina o consume, en un tiempo determinado.
- **Carbohidratos.-** Compuestos que contienen carbono, hidrógeno, y oxígeno. Se definen como polidroxialdehidos o polihidroxiacetonas, como sustancias que producen uno de estos compuestos al hidrolizarse. Se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.
- **CIC.-** (Capacidad de Intercambio Catiónico). Es la suma total de los cationes intercambiables (intercambio de un catión en una solución y otro catión que se encuentra sobre cualquier material de superficie activa como las arcillas).
- **Dioicas.-** Se aplica a las plantas cuyos órganos sexuales se distribuyen en flores distintos pies. Plantas con flores unisexuales, en diferentes individuos.
- **Enzima.-** compuestos que catalizan las reacciones químicas. Las enzimas son proteínas que actúan con un determinado compuesto (el sustrato) para producir un complejo, el cual forma el producto de reacción. La enzima propiamente no

experimenta ningún cambio de reacción; su presencia permite que la reacción tenga lugar. Los nombres de las enzimas terminan en -asa, agregando la terminación al sustrato (por ejemplo hidrogenasa).

- **Estrés.-** Situación adversa que experimenta un individuo o alguno de sus órganos o aparatos que limitan su rendimiento a demás de ponerlos en riesgo de enfermedad.
- **Factores ambientales.-** Componentes que actúan directamente sobre los seres vivos. Estos componentes pueden ser bióticos (predación, competencia) y abióticos (climáticos, edáficos, químicos).
- **Factores limitantes.-** Conjunto de nutrientes y otros elementos necesarios para el desarrollo de la vida vegetal y animal que, por diversas circunstancias; escasean o son poco abundantes en una región o tiempo, impide que plantas y animales alcancen su desarrollo normal.
- **Fertilización de liberación lenta.-** Compuesto en forma de sales que se aplican ya que las plantas los requieren para su desarrollo y que se caracterizan por el principal elemento es liberado en forma lenta de tal forma que la planta lo aproveche durante sus diferentes etapas fenológicas.
- **Fertilización.-**Práctica agronómica que consiste en agregar al suelo los elementos nutritivos necesarios para producir buenas cosechas, partiendo de la capacidad original de producción del suelo, de las necesidades de la plantación y de la cantidad de fertilizantes aplicados, suponiendo que las labores del cultivo son normales y oportunas.
- **Fertilizante.-** Sustancia que añadida al suelo suministra elementos esenciales para el crecimiento de las plantas y produce el equilibrio en las proporciones de nutrientes del suelo.

- **Fertilizar.-** Hacer fértil o más fértil la tierra incorporándole sustancias que mejoran su calidad y facilitan el crecimiento de las plantas.
- **Fotosíntesis.-** Síntesis de hidratos de carbono (gliceraldehido 3-fosfato, sacarosa, glucosa y fructuosa, principalmente) realizada por los vegetales a partir del agua y bióxido de carbono con la participación de la luz solar como fuente de energía.
- **Oleaginoso, oleaginosa.-** Aceitoso, graso, pringoso, grasiento. Oleaginoso es sinónimo de graso; aceitoso lo es de pringoso y grasiento. «Es oleaginoso el fruto o la planta que contiene aceite y que lo da por medio de la presión. Es aceitoso lo que está cubierto o untado con aceite.
- **Rendimiento agrícola.-** Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (tm/ha).