



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



CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**MANEJO DE LA NUTRICIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE
(N, K y Mg) EN LA PRODUCCIÓN DE LA PALMA ACEITERA
(*Elaeis guineensis* Jacq.) EN LA ZONA DE MONTERREY, 2013.**

AUTOR

ÁNGEL SANTO RIVAS ARTEAGA

DIRECTOR

Ing. CARIL AMARILDO ARTEAGA CEDEÑO MS.c

QUEVEDO – LOS RIOS - ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Ángel Santo Rivas Arteaga, bajo juramento declaro que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ángel Santo Rivas Arteaga

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Caril Amarildo Arteaga Cedeño, MS.c., en calidad de director de tesis, certifica: que el señor, Ángel Santo Rivas Arteaga, realizó la tesis titulada: MANEJO DE LA NUTRICIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE (N, K y Mg) EN LA PRODUCCIÓN DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis Guineensis Jacq.*) EN LA ZONA DE MONTERREY, 2013, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

**Ing. Caril Amarildo Arteaga Cedeño, MSc.
DIRECTOR DE TESIS**



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



CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**MANEJO DE LA NUTRICIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE
(N, K y Mg) EN LA PRODUCCIÓN DE LA PALMA ACEITERA
(*Elaeis guineensis Jacq.*) EN LA ZONA DE MONTERREY, 2013.**

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

Aprobado:

Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MS.c.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MS.c

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nepalí Franco Suescum, MS.c

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTOS

El autor deja constancia de su agradecimiento:

- A la Universidad Técnica estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

- Al Ing. Manuel Haz Álvarez, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.
- Al Ing. Roque Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad Universitaria.
- Al Ec. Roger Yela Burgos, MSc., Director de la UED
- Al Ing. Caril Arteaga Cedeño, por brindarme su experiencia y su apoyo incondicional en la realización de la presente investigación en calidad de DIRECTOR DE TESIS.
- A la Cooperativa Agropecuaria Orellana, y socios por darme la oportunidad de desarrollarme como técnico profesional.
- Al Ing. Agropecuario Diego Escobar, por brindarme su apoyo como profesional y darme la oportunidad de desarrollar mi tesis de graduación en la Cooperativa.
- A mis compañeros de trabajo que siempre me apoyaron en todo lo necesario en lo que necesite.
- A los Doctores, Raúl Jaramillo, Gustavo Bernal, Ing. Cristian Vega Científico investigativo del IPNI y ANCUPA, Gracias inmensas por permitirme ser parte de este equipo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen

A mi esposa María Areliza Alarcón; a mis hijas Vanessa, Josselin, Alisson; y a mis padres Santo Rivas y Bertha Arteaga; que el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis hayan cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

Ángel Rivas

ÍNDICE

Portada.....	i
Declaración de autoría y sesión de derecho.....	ii
Certificado del director de tesis.....	iii
Tribunal de tesis.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice.....	vii, xiii
Resumen ejecutivo.....	xiv
Abstrac.....	xvi

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	xvii
1.1. Introducción.....	1
1.2.1 General.....	4
1.2.2 Específicos.....	4
1.2 Hipótesis	4
2.1. Fundamentación Teórica.....	6
2.1. Aspectos generales del cultivo de la palma africana	6
2.1.1. Historia del cultivo de la palma africana en el Ecuador.	6
2.1.4. Taxonomía.....	7
2.1.5. Descripción morfológica de la palma Africana.....	7
2.1.6 Raíces.	7
2.1.7. Estipe o estípete.....	8
2.1.8 Hojas.	8
2.1.9. Filotaxia.....	9
2.1.10. Inflorescencias.....	9
2.1.11. Racimos y frutos.....	10
2.1.12. Partenocárpicos y abortados.....	10
2.2 Nutrición	11
2.2.1 Perdida de nutrientes.....	12
2.3. Síntomas de deficiencia de nutrientes	13
2.4. Nitrógeno (N).....	13
2.4.1. Funciones del N en la palma aceitera.....	13
2.4.2. Ocurrencia y causas de la deficiencia de N.....	13
2.4.3. Prevención de la deficiencia de N.....	14
2.5. Fosforo (P)	15
2.5.1. Funciones del fosforo en la palma aceitera.....	15
2.5.2. Causa de la deficiencia del fosforo.....	15
2.5.3. Prevención de la deficiencia de fosforo.	16
2.6. Potasio (K).....	16
2.6.1. Funciones del K en la palma aceitera	16
2.6.2. Incidencia y causas de la deficiencia de K.....	17

2.6.3. Causa de la deficiencia de K	18
2.7. Magnesio (Mg)	18
2.7.1. Funciones de Mg en la palma aceitera	18
2.7.2. Causas de la deficiencia de Mg	19
2.7.3. Prevención de la deficiencia de Mg.....	19
2.8. Boro (B).....	20
2.8.1. Funciones del B en la palma aceitera	20
2.8.2. Causa de la deficiencia de B	20
2.9. Hierro.....	21
2.10. Azufre	21
2.12. Zinc	22
2.13. Manganeseo.....	22
2.17. Balance nutricional	23
2.17.1. Balance biológico básico entre nutrientes.....	24
2.18. Sistema de costo	25
2.18.2. Creación (Vivero).	25
Cuadro1: Labores de vivero en plantación de Orellana.....	25
2.18.2. Formación.....	26
Cuadro 2: Costo de siembra en plantación de Cooperativa Orellana.....	26
Cooperativa Agropecuaria Orellana 2012	26
2.18.3. Producción Regional.....	26
2.18.4. Producción Nacional.....	27
Cuadro 3: Cadenas de oleaginosas para el Ecuador	29
Cuadro 4: Producción y excedentes en el Ecuador.....	30
2.18.5. Producción Mundial	31
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Materiales y métodos	35
3.1.1. Localización y duración del experimento	35
3.2 Condiciones Meteorológicas	35
3.3 Materiales y equipos	36
Los materiales usados en esta investigación fueron:	36

3.6. Diseño experimental	39
3.7. Unidad experimental.....	40
3.9. Variables evaluadas	41
3.10. Manejo del experimento	44
CAPÍTULO IV	47
4.1. Resultados y discusiones.....	48
Cuadro 11: Resultados de las regresiones y análisis de varianza	48
4.1.1. Emisión foliar (EF).....	49
4. 1.2. Área foliar en m ² (AFM ²).....	53
4.1. 3. Peso seco foliar en m ² (PSFM2)	56
4. 1.4. Producción de Materia seca vegetativa (kg) (MSV)	60
4.1.5. Total racimos por tratamiento (TRPT).....	65
4.1.6. Rendimiento acumulada t/ha (R.A/HA).....	69
4.1.7. Peso promedio por racimo Kg (PPR).....	74
Cuadro: 11 Costo de mantenimiento en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>) en la zona de Monterrey Cantón La concordia Esmeraldas 2013.....	78
Cuadro: 12 Beneficio/Costo por planta en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>) en la zona de Monterrey Cantón la Concordia Esmeraldas 2013.	79
CAPÍTULO V	80
5.1. Conclusiones	81
5.2. Recomendaciones.....	83
CAPÍTULO VI.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	84
6.1. Literatura Citada	85

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Labores de vivero en plantación Orellana.....	25
Cuadro 2. Costo de siembra en plantación Orellana.....	26
Cuadro 3. Cadenas de oleaginosas para el Ecuador.....	29
Cuadro 4. Producción y excedente en el Ecuador.....	30
Cuadro 5. La cadena de oleaginosas en proyección a 10 años (2019).....	31
Cuadro 6: Condiciones meteorológica de la zona bajo estudio en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	35
Cuadro 7: Materiales y equipos utilizados en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	36-37
Cuadro 8. Factores y niveles usados en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.	38

Cuadro 9: Dosis de elementos puros aplicados para el año de evaluación en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....37,38

Cuadro 10: Tratamientos en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeies guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....39

Cuadro 11: Resultados de las regresiones y análisis de varianza en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeies guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....48

Cuadro 12: Costo de mantenimiento en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) en la zona de Monterrey, 2013.....78

Cuadro 13: Beneficio /Costo por planta en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) en la zona de Monterrey, 2013.....79

ÍNDICE DE GRAFICO

Contenido	Página
Grafico 1: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas/ mes) para la interacción N y K.....	49
Grafico 2: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas mes) para la interacción N y Mg.....	50
Grafico 3: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas mes) para la interacción K y Mg.....	51
Grafico 4. Promedio para el incremento de emisión foliar hojas/mes para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis jacq</i>) en la zona de Monterrey ,2013.....	52
Grafico 5: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m ²) para la interacción N y K.....	53
Grafico 6: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m ²) para la interacción N y Mg.....	54
Grafico 7: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m ²) para la interacción K y Mg.....	55
Grafico 8. Incremento del área foliar en m ² para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis jacq</i>) en la zona de Monterrey 2013.....	56

Grafico 9: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m ²) para la interacción N y K.....	57
Grafico 10: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m ²) para la interacción N y Mg.....	58
Grafico 11: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m ²) para la interacción K y Mg.....	59
Grafico 12. Incremento de peso seco foliar (Kg) para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (Elaeis guineensis jacq) en la zona de Monterrey 2013.....	60
Grafico 13: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción N y K.....	61
Grafico 14: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción N y Mg.....	62
Grafico 15: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción K y Mg.....	63
Grafico 16. Incremento de materia seca vegetativa en (Kg) para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (Elaeis guineensis jacq) en la zona de Monterrey 2013.....	64
Grafico 17: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción N y K.....	65

Grafico 18: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción N y Mg.....	66
Grafico 19: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción K y Mg.....	67
Grafico 20. Incremento total racimos por tratamientos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis jacq</i>) en la zona de Monterrey 2013.....	69
Grafico 21: Análisis de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción N y K.....	70
Grafico 22: Análisis de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción N y Mg.....	71
Grafico 23: Análisis de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción K y Mg.....	72
Grafico 24. Incremento en rendimiento acumulado t/ha por tratamientos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (<i>Elaeis guineensis jacq</i>) en la zona de Monterrey 2013.....	73
Grafico 25: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción N y K.....	74
Grafico 26: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción N y Mg.....	75

Grafico 27: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción K y Mg.....76

Grafico 28. Incremento en el peso promedio por racimos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.....78

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pagina
Anexo 1. Análisis de regresión: Emisión foliar vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elais guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	94
Anexo 2. Análisis de regresión: Área foliar en (m²) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	95
Anexo 3. Análisis de regresión: Peso seco foliar en (m²) Kg vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	96
Anexo 4. Análisis de regresión: Materia seca vegetativa (Kg) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	97
Anexo 5. Análisis de regresión: Total racimos por tratamiento vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	98
Anexo 6. Análisis de regresión: Rendimiento acumulado (t /ha) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (<i>elaeis guineensis jacq.</i>) en la zona de monterrey, 2013.....	99

Anexo 7. Análisis de regresión: Peso promedio por racimo vs. K. Mg. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....100

Anexo 8 Croquis de ensayo (Unidades experimentales) en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....101,102

Anexo 9 Reporte de análisis de suelo y foliar en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....103, 109

Anexo 10. Láminas de fotografías en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....110, 116

Anexo 11. Láminas de fotografías de Variables vegetativas evaluadas en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....117, 120

Anexo 12. Visita director de tesis UTEQ en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.....120, 122

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se llevó a cabo en la “Cooperativa Agropecuaria Orellana”, propiedad de socios accionistas dedicado a la explotación de este cultivo por más de 53 años. Localizada en la Parroquia Monterrey Cantón la Concordia Provincia de Esmeraldas, en las siguientes coordenadas geográficas (**N 0° 1’**; **W79 ° 29’5’’**). La investigación tuvo una duración de 12 meses calendario en época de invierno y verano.

Entre los objetivos específicos se tiene a.- Evaluar las respuestas vegetativas y productivas del material CIRAD entre diferentes dosis de fertilización con macronutrientes c.- Determinar el número de racimo por parcela experimental d.- Evaluar el rendimiento por hectárea de las unidades experimentales e.- Realizar el análisis beneficio costo de los tratamientos en estudio.

Se utilizó un diseño compuesto central con 24 unidades experimentales o tratamiento de los cuales 1 al 14 tuvieron dosis variables y del 15 al 24 con dosis iguales consideradas como centrales.

Las unidades experimentales estuvieron consideradas por 33, 36, 40,41 planta por parcela de las cuales 16 planta de evaluación netas por parcela dando un total de 874 plantas de investigación con un total de 6.1 ha;

Se registró que el tratamiento 11 (coeficientes 0, -1.633, 0) con una dosis de (N, 520 gr), (K₂O, 1,350 gr), (Mg, 1,085 gr). Se incrementó la emisión foliar, materia seca vegetativa, peso seco foliar, rendimiento acumulado por ha. Y peso promedio por racimos. En cuanto a Área foliar se registró en el tratamiento 6 (coeficientes, 1 -1 1) con una dosis de (N, 1,000), (K₂O 1,750), (Mg, 1,765).

El mayor beneficio costo lo registro el Tratamiento 11 (0 Nitrógeno – 1,633 Potasio - 0 Magnesio) con 2,01, es decir que por cada dólar invertido, se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 1,01 USD.

ABSTRACT

This research was conducted in the "Agricultural Cooperative Orellana" owned equity partners dedicated to the exploitation of this crop for more than 53 years. Located in the Concordia Parish Monterrey Canton Esmeraldas Province, in the following geographical coordinates (N 00 1 "; W79 0 29'5"). The research lasted for 12 calendar months in winter and summer time.

Specific objectives have a. - Evaluate vegetative and productive responses CIRAD material between different macronutrient fertilization b.- Determine the number of racism per plot experimental c.- evaluate the yield per hectare of the experimental units d.- Perform cost benefit analysis of the treatments under study.

We used a central composite design with 24 experimental units or treatment of which 1 to 14 and had varying doses of 15 to 24 with equal doses regarded as central.

The experimental units were considered by 33, 36, 40,41 plant per plot including 16 plant plot net assessment for a total of 874 research facilities with a total of 6.1 ha;

That treatment occurred 11 (coefficients 0, 1633, 0) with a dose of (N, 520 g), (K₂O, 1.350 g), (Mg, 1.085 gr). Leaf emission was increased, vegetative dry matter, leaf dry weight, cumulative yield per hectare. And average weight clusters. Leaf area regarding the treatment was recorded at 6 (coefficients 1 -1 1) with a dose of (N, 1,000), (1,750 K₂O) (Mg, 1.765).

The biggest benefit registration cost is 11 Treatment (0 Nitrogen - Potassium 1,633 - 0 Magnesium) with 2.01, meaning that for every dollar invested, investment recovers and makes a profit of \$ 1.01.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El uso de fertilizante en una plantación palmera representa normalmente el mayor costo en el rubro de insumos empleados. La administración de la plantación necesita de manera continua, tener estimados correctos de la eficiencia, repuesta y costo / beneficios en términos económicos del uso de fertilizantes. Es frecuente que se utilice criterios basados en consultorías de expertos y análisis foliares y de rendimiento basados en el conocimiento del cultivo y su repuesta observados fuera de la finca. Sin embargo, el efecto de clima y suelo en la localidad, así como el manejo en la plantación pueden distorsionar la respuesta esperada al uso de fertilizantes. La única manera de contar con estimados locales confiables de la eficiencia y respuestas al uso de fertilizantes, es llevar adelante estudios in situ combinando varias dosis de fertilizantes.

El manejo convencional de este tipo de estudio sugiere implementar experimento de tipo factorial, es decir, estudio donde se combinen varios nutrientes en varios niveles. El diseño final del estudio resulta de la combinación de todos los niveles y elementos posibles. Así por ejemplo, para un estudio que considere el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en tres niveles cada uno (factorial 3^3) se tendría un número final de tratamientos iguales a 27 ($3N \times 3P \times 3K$), si se instalan tres repeticiones para poder concurrir a un criterio cuantitativo, el número total de parcelas es de 81 (27×3).

El problema, inmediatamente aparentemente, de este tipo de enfoques es el número relativamente grande de parcelas que se necesitan. Al incrementar factores, es decir otros elementos como magnesio (Mg) o boro (B) se incrementa geométricamente el número de parcelas necesarias. En el caso de nuestro ejemplo, si queremos incluir dos niveles de Mg y dos de B se necesitarían 324 parcelas, lo que resulta impráctico e inmanejable.

Desde la década de los 70, se ha venido desarrollando alternativas al manejo de estudio factoriales. Estas consisten en la selección de un número limitado de combinaciones de niveles de cada elemento o fertilizantes que se desee evaluar. El método más comúnmente mencionado en la literatura es el diseño compuesto central (Central Composite Design, DCC) en que seleccionamos una combinación de tratamientos ubicados alrededor

Jaramillo 2012, edición 1 p 20. Rendimiento sostenible en el cultivo de la palma aceitera. De un punto de interés que asignamos con el centro de un “área de estudio” de interés. Una variación de este tipo de estudio es el diseño de tratamiento de San Cristóbal (llamado así por estudios llevados en caña de azúcar en México) que incluye además un nivel de referencia sin uso de ningún fertilizante y otro nivel con valores alto en todos los elementos.

Jaramillo 2012, edición 1. Rendimiento sostenible en la palma aceitera. Estos estudios también son partes de la denominada Metodología de superficie de respuestas (Surface Response Methodology) empleada en la actualidad en múltiple áreas y que se enfoca en conocer el comportamiento de una variable de interés (rendimiento, tenor foliar) en un área o rango de combinaciones de factores de estudio (elementos. Dosis, épocas de aplicación). Más que tratar de concluir que tratamiento es el mejor, este enfoque busca entender la forma de la tendencia cuando varios factores se combinan en otras palabras cuando se consigue el máximo o mínimo rendimiento.

En la actualidad ya existen reportes de estudios en palma con este tipo de diseño, permitiendo por su número limitado de parcela que los estudios se extiendan a

distintas zonas de interés, como por ejemplo, tipos de suelos o áreas sembradas con diversos materiales al interior de una plantación o región.

En busca de conseguir la mejor tecnología acerca del mejor manejo de la nutrición de plantas y de fertilizantes o enmiendas para este efecto. En el caso de la palma aceitera, se sabe que un buen manejo del cultivo y la fertilización en especial condicionan los rendimientos, durabilidad y sanidad del cultivo. Con este antecedente, se pretende con este proyecto apoyar a la Cooperativa Agropecuaria Orellana en cuantificar y mejorar el manejo de la fertilización de la palma aceitera, ya que en este sector de monterrey se presenta problemas de conductividad de los tres elementos (N, k y Mg).

El (K), segundo elemento en importancia según la literatura, también ha mostrado valores variables entre lotes con cierta tendencia a la baja en varios de los lotes. Al considerar la información de plantas jóvenes (menos de 6 años) y planta adulta, se podría afirmar que K no está presente en rangos deficientes en la mayoría de los lotes (aparentemente se han cometido errores de interpretación).

El P es un elemento que se diferencia del N y k, no presenta diferencias marcadas entre años. Interesantemente el valor foliar estable, siempre se ha ubicado en rango deficiente según valores de referencias de la literatura. Igual se podría afirmar del Mg, el que tiene valores promedios por debajo del 50% del valor de referencia de la literatura.

El boro y zinc foliares tienen en general el comportamiento inverso, con una tendencia estable pero siempre en el rango de suficiencia dentro de las comparaciones de referencia.

El azufre, elemento relacionado con la formación de proteínas conjuntamente con el N, ha mostrado también constantemente en rangos deficientes de acuerdo a las tablas de referencias. Donde nace la necesidad de investigar cual es el problema de los focos de amarillamiento relacionados con el mal manejo de fertilización para llegar al punto más óptimo de nutrición, lo que se pretende, ir en busca de una Solución del problema que se presentan en diversas parcela de cultivo de palma dentro de la Cooperativa Agropecuaria Orellana y de toda la región de Monterrey.

1.2. Objetivos

1.2.1 General

Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera.

1.2.2 Específicos

- 1- Evaluar las respuestas vegetativas y productivas del material CIRAD entre diferentes dosis de fertilización con macronutrientes.
- 2- Determinar el número de racimos por parcela experimental.
- 3- Evaluar rendimiento por hectárea de cada unidad experimental.
- 4- Realizar el análisis beneficio costo de los tratamientos en estudio.

1.2 Hipótesis

1. Con los tratamientos en estudio obtendremos respuestas en la parte vegetativa y productiva con las diferentes dosis de macro nutrientes.
2. Con las dosis de (N, K y Mg) obtendremos un mejor desarrollo y rendimiento en el material CIRAD.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1. Aspectos generales del cultivo de la palma africana

2.1.1. Historia del cultivo de la palma africana en el Ecuador.

Ancupa 2010. La palma aceitera fue introducida en nuestro país en 1953, en la provincia de Esmeraldas, cantón La Concordia, por Roscoe Scott; en esa época las plantaciones eran relativamente pequeñas. No es sino hasta el año de 1967 cuando comienza a entrar en auge con más de 1.000 hectáreas sembradas.

En la actualidad, el cultivo de Palma africana 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. Se cultiva principalmente en las provincias de: Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo, Sucumbíos y Orellana.

2.1.2. Origen y taxonomía de la palma africana

2.1.3. Origen.

Son nativas del Occidente de África Ecuatorial, donde se conoce que los nativos ya realizaban la extracción de su aceite hace 5 000 años. Su hábitat natural son las regiones tropicales calurosas, donde crece de mejor manera y puede alcanzar su altura máxima. Es una planta perenne y de tardío y largo rendimiento, su vida productiva dura más de 50 años aunque a partir de los 25 años el problema es el cultivar los frutos por su altura que puede llegar a ser de 20 metros. La producción inicia a partir de los 2 a 2.5 años de edad de la planta; las etapas iniciales después de la siembra son las de mayor cuidado para evitar enfermedades que pueden presentarse incluso años después. Ancupa 2012.

2.1.4. Taxonomía.

CORLEY (1976) manifiesta que la palma aceitera pertenece a la familia Palmaceae, tribu Coccoideae Jacquin, la describió en 1763 y le dio el nombre de *Elaeis guineensis*. Según LEÓN (1987), este género incluye tres especies: *E. guineensis*, de África Occidental; *E. oleífera* (*Elaeismelanococa*), que se extiende de Centro América a Brasil, y, *E. odora* una especie muy poco conocida en América del Sur.

HARTLEY (1986) el género de *Elaeis* se basó en palma introducida en la Martinica y la palma de aceite recibió su nombre botánico de Jacquin en un informe sobre plantas americanas; *Elaeis* se deriva de la palabra griega “elaion”, aceite, mientras que el nombre específico *guineensis* muestra que Jacquin atribuyó su nombre a la costa de Guinea.

2.1.5. Descripción morfológica de la palma Africana.

ORTIZ y FERNÁNDEZ (1994) describen a la palma aceitera por parte de la siguiente manera:

2.1.6 Raíces.

La parte inferior del tallo de la palma aceitera es una estructura cónica de la cual surgen hasta 10,000 raíces miden entre 5 y 10 mm de diámetro y pueden llegar a alcanzar hasta 20m de longitud. Las raíces primarias crecen hacia abajo o se distribuyen de manera más o menos horizontal y cumplen básicamente una función de anclaje.

Las raíces primarias dan origen a las secundarias que miden entre 2 y 5 mm de diámetro y pocos metros de longitud; también existen raíces cuaternarias muy pequeñas. En general, estas raíces cumplen funciones de absorción de agua y

nutrientes. Además, existen raíces aéreas que se desarrollan en la base de las primeras hojas cuya función es poca conocida.

2.1.7. Estipe o estípete.

Durante los primeros tres años de edad, el estípete se caracteriza por su forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las hojas y, de la base, numerosos raíces adventicias. A partir de esa edad el tronco se alarga conforme emergen las hojas y puede alcanzar entre 15 y 20 m de alto, con un diámetro que oscila entre 30 y 50 cm.

La palma aceitera posee un solo punto de crecimiento o meristemo apical que se encuentra en la parte central del tronco. El meristemo apical llega a producir de 30 a 40 hojas nuevas por año. Las funciones principales del tronco son:

- 1.- Soporte de la hoja e inflorescencias
- 2.- Almacenamiento y transporte de agua y nutrientes
- 3.- Almacenamiento de carbohidratos y minerales

2.1.8 Hojas.

El follaje se forma a partir de los primeros meses después de la siembra y luego en campo abierto después de los periodos florales localizados en la parte superior del estipe del que nacen hojas e inflorescencias. El estipe de una palma cuando alcanza su madurez en estado adulto va desde los 8 a 25 metros de altura y poseen entre 25 y 30 hojas, las cuales pesan de acuerdo al vigor de la planta entre 8 y 7 kg de peso con una longitud de 5 a 7 metros.

2.1.9. Filotaxia.

La filotaxia o arreglo de las hojas en el estipe es muy importante en el cultivo de la palma aceitera. Las hojas están dispuestas en dos espirales, una que corre de derecha a izquierda, en la cual hay 8 hojas colocada entre la que está en la misma línea vertical, otra de izquierda a derecha, con cinco hojas intermedias. Los primordios florales están separados uno de otro en la espiral genética. Por un ángulo de divergencia de aproximadamente. 137.5 grados. Dentro de una misma planta este ángulo está dirigido consistentemente hacia la izquierda o hacia la derecha del periodo previo.

Cada hoja está compuesta de un raquis, foliolo lineal y espinas. La parte proximal del raquis se ensancha en el pseudo tallo y se conoce como peciolo y es ahí donde aparece la mayor parte de las espinas. La producción de hoja tiene gran importancia para determinar el rendimiento de fruta a corto plazo. A cada hoja le corresponde una inflorescencia cuyo tamaño y desarrollo depende del estado nutricional de la planta.

2.1.10. Inflorescencias.

La palma aceitera es monoica, es decir las flores masculinas se desarrollan separadamente en el tiempo de las flores femeninas, pero siempre en la misma planta. Las inflorescencias masculinas y femeninas se forman en las axilas de las hojas, las primeras aparecen aproximadamente entre los 20- 24 meses y es a partir de esa edad, en condiciones normales, que surgen una por cada hoja que se forma. Las brácteas que miden desde 10 a 20 centímetros de largo. Cada espiga puede albergar de un millar de flores.

El perímetro está formado por seis estambres. El polen posee un atractivo olor a anís. La inflorescencia femenina es un racimo globoso, cubierto al principio por

dos espatas caricáceas y protegido en la base con 5 a 10 bráctea duras y puntiagudas que pueden medir hasta 15 cm de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte sobre el que se insertan cerca de un centenar de espigas. La flor femenina tiene un perianto doble y el pistilo está compuesto por un ovario tricarpelar, y un estigma sésil.

2.1.11. Racimos y frutos

Él puede ser de varias formas. Por lo general, es ovoide y posee un tamaño promedio de 35 cm de ancho por 50 cm de largo. El número de frutos producidos en cada racimo varía con la edad de la planta y con el material genético. Su peso puede variar de 2 a 3 kg en palma joven y alcanza hasta 100 kg por racimo en adultas. El racimo está compuesto de un raquis central, espiguillas, frutos normales.

2.1.12. Partenocárpico y abortados.

El fruto es una drupa sésil, ovoide que presenta color oscuro o negro cuando esta inmaduro y color predominante rojo en su madurez. Un corte longitudinal del fruto presenta, de afuera hacia adentro, las siguientes partes.

- 1.-Exocarpio (capa epidérmica delgada y cerosa),
- 2.-Mesocarpio (capa gruesa, fibrosa de color amarillo o anaranjado, con alto contenido de aceite).
- 3.-Endocarpio (cascara dura, oscura casi negra).

2.1.13. Endospermo y epispermo (albumen o almendra).

Jaramillo (2012). Manejo para rendimientos sostenible. Forma de frutos de la palma de aceite. La semilla de la palma de aceite es la nuez que queda después que se ha extraído el mesocarpio aceitoso. Consiste en un cuesco duro y en la mayoría de los casos de una, pero a veces, dos o tres almendras. El tamaño de la nuez varía enormemente, pero por lo regular el largo es de 2 a 4 cm. el cuesco tiene fibra que lo atraviesan longitudinalmente y se adhieren a él. Cada nuez tiene tres poros germinales que corresponden a tres partes de ovarios tricarpelar. La almendra (palmiste) se haya dentro de la nuez y consiste en capas de endospermo aceitoso duro, de color blanco grisáceo rodeado por un tegumento pardo oscuro cubierto con una red de fibras. Encajado en el endospermo y opuestos a los poros germinales, se encuentra el embrión de alrededor de 3 mm de largo. En la germinación y al salir del poro germinal, el embrión se hincha para formar un botón desde el cual se distinguen las radículas Y la panícula y la plúmula. La germinación es hipogea.

2.2 Nutrición

Manejo para rendimientos sostenible. Jaramillo (2012) Los fertilizantes representan usualmente la mayor parte de costo variables de la producción de la palma aceitera. El potencial de rendimiento de la palma de aceite ha aumentado enormemente durante los últimos 30 años luego de la introducción de materiales de siembra. Tenera, pero sin embargo, se requiere mejoras en la palma de aceite para explotar el potencial de rendimiento de estos nuevos materiales de siembra.

Goh et al., (1994), especialmente puesto que muchas de las expansión del área planteada con palma de aceite se ha dado en suelos con mala condiciones de fertilidad.

Con el objeto de diseñar un programa de fertilización apropiado y equilibrado deben determinarse las necesidades potenciales del cultivo a los niveles proyectados de crecimiento y rendimientos (FOSTER, 1985, nutrición orgánica). El reciclado de residuos de palma es también un componente indispensable del manejo eficiente de nutrientes (REDSHAW, 1985, Manejo nutricional). Aún más tienen que manejarse algunos supuestos con respecto a la deficiencia de recuperación de fertilizantes para cada nutriente y cada fuente de nutriente. Estos supuestos generalmente incluyen una estimación de la cantidad o porción de pérdida de los nutrientes después de su aplicación.

2.2.1 Pérdida de nutrientes.

Los abonos orgánicos y los nutrientes en los fósilezantes que no los toma la palma, ni son absorbidos en las partículas del suelo, se dividen y se pierden por medio de las escorrentías superficial. Los nutrientes absorbidos pueden también perderse en el suelo erosionado y en los sedimentos.

Las pérdidas son más pronunciadas en etapas particulares en la vida de una plantación de palma de aceite. El mayor potencial de pérdidas de nutriente probablemente ocurre inmediatamente después del desmonte, cuando la superficie de suelo queda expuesta a pérdidas por la erosión y una escorrentía superficial no controlada antes que se haya establecido las plantas leguminosas de cobertura. Las perdidas pueden ser mayores cuando grandes cantidades de nutrientes, tales como el (K), son liberados al quemar la biomasa en pie. (p.ej. hojas tronco) durante el desarrollo de la plantación.

Otro periodo en el que el riesgo de pérdidas de nutrientes es alto ocurre cuando la vegetación del suelo es escasa debido a la poca penetración de la luz a través del dosel cerrado de la palma de aceite (Breure, 2006 IPNI Nutrición vegetal). Cuando

se cierra el dosel, las PLC mueren y se escapa una gran cantidad de nitrógeno (N) de la biomasa de las PLC en descomposición. A menos que el crecimiento de la palma sea vigoroso, por lixiviación, sean grandes.

2.3. Síntomas de deficiencia de nutrientes

2.4. Nitrógeno (N)

2.4.1. Funciones del N en la palma aceitera

Internacional Plan Nutrición (IPNI 2005), el nitrógeno forma parte de muchos compuestos orgánicos (aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos) y varios de estos componentes actúan como enzimas que catalizan reacciones bioquímicas en las plantas. Por esta razón, el N es esencial para casi todos los procesos fisiológicos. El N incrementa el área foliar, mejora la producción de hojas y en consecuencia mejora la asimilación neta de la palma. El N es el motor del crecimiento.

2.4.2. Ocurrencia y causas de la deficiencia de N

Internacional Plan Nutrición (IPNI 2005), La deficiencia de N ocurre comúnmente en:

- Casi todo los suelos en ausencia de adecuada fertilización con N, debido a que la demanda de este nutriente por la palma aceitera es alta en la fase de crecimiento temprano y la fase de producción en palmas maduras.
- Suelos superficiales (sobre capas impermeables de piedra).
- Suelo donde existe una capa endurecida bajo la superficie.
- Cima de colinas donde la profundidad del suelo se ha reducido por erosión o correntia superficial.

La deficiencia de N es causada por:

- Baja capacidad del suelo para suplir nitrógeno.
- Aplicación insuficiente de fertilizante nitrogenado.
- Baja eficiencia de uso de fertilizantes (pérdida de nitrógeno por volatilización, de nitrificación, incorrecta época y sitio de aplicación, erosión y escorrentía superficial).
- Compactación del suelo provocado por la limpieza mecánica de los lotes antes del inicio de la plantación.

2.4.3. Prevención de la deficiencia de N

Las deficiencias de N ocurren frecuentemente en palmas inmaduras (particularmente en los primeros tres meses después de la siembra) y en palmas maduras cuando las aplicaciones de fertilizante nitrogenado son insuficientes o el periodo entre aplicaciones es muy largo.

Por lo arriba explicado, es necesario manejar cuidadosamente los siguientes cinco factores:

1. Preservar la materia orgánica en el horizonte superficial del suelo durante las operaciones de preparación (por ejemplo con limpieza manual, uso de rastrillo durante la limpieza mecánica y evitando la quema).
2. Promover el completo desarrollo de las leguminosas de cobertura durante los tres primeros años después de la siembra (ADS).
3. Trasplantar las plantas al inicio de temporada de lluvias para reducir riesgos de estrés por agua o inicio del periodo de establecimiento de la plantación.
4. Aplicar suficiente fertilizante nitrogenado (considera la fuente y las dosis, época y frecuencia de aplicación).
5. Mantener un drenaje óptimo en áreas bajas.

2.5. Fosforo (P)

2.5.1. Funciones del fosforo en la palma aceitera.

Internacional Plan Nutrición manual de bolcillo (IPNI 2005), El P es un constituyente esencial de los ácidos nucleicos (ADN) y ARN) que están involucrados en el almacenamiento de transferencia de información genética. Se encuentra en compuestos que contienen fosfolípidos en las membranas de las células y por lo tanto está involucrado en el mantenimiento de la necesaria separación entre los varios procesos fisiológicos de las células de la plantas. El P es parte del ADF y ATF, compuesto indispensable para todos los procesos que requieren energía. Por esta razón, la deficiencia de P interrumpe el crecimiento y funciones de la planta lo que reduce la tasa de producción y expansión de las hojas y el área foliar.

2.5.2. Causa de la deficiencia del fosforo.

Internacional Plan Nutrición manual de bolcillo (IPNI 2012), La deficiencia del P se presenta bajo las siguientes condiciones:

- Suelo que tienen un bajo nivel de P total y P disponible ($P_{total} > 400 \text{ mg kg}^{-1}$, $OlsenP < 30 \text{ mg kg}^{-1}$, $BrayII P < 20 \text{ mg kg}^{-1}$, $Sunders P < 130 \text{ mg kg}^{-1}$).
- Suelos con sustratos de la época. Precambriana (África).
- Suelos derivados de ceniza volcánica (fijación de P en las arcillas).
- Suelos sedimentarios que fijan P (ciertos Utiholes de Sumatra en Indonesia).
- Suelos sedimentarios en la cuenca Amazónica Suramérica (Brasil).
- Suelos ferri ticos recientemente desarrollados, cuando las dosis de P no son suficiente para la satura la capacidad de fijación de P del suelo.
- Suelos erosionados (en la cima de las colinas).
- Mal trabajo de recapitalización (reposición) del P en los suelos erosionados al momento de establecer la plantación.

2.5.3. Prevención de la deficiencia de fosforo.

Internacional Plan Nutrición manual de bolcillo (IPNI 2012), Los análisis foliares sistemáticos son esenciales para detectar problemas con la nutrición con el P. Al momento de interpretar los datos del contenido foliar de P siempre se debe tener en cuenta el nivel de N en las hojas, debido a la sinergia existente entre las absorción y asimilación de N y P en las proteínas y aminoácidos. El crecimiento y rendimiento de la palma generalmente se reduce cuando la concentración foliar de P ES $< 0.15\%$ y cuando el contenido foliar de P es menor que el nivel crítico calculado de P en las hojas, las concentraciones críticas de P en las leguminosas de cobertura están entre $0.3- 0.4\%$.se puede evitar la deficiencia de P instalando terrazas (pendientes $> 36\%$), plataformas pendientes de $11 - 36\%$) y terraplenes pendientes.

2.6. Potasio (K)

2.6.1. Funciones del K en la palma aceitera

El K activa varias encimas que catalizan las reacciones bioquímicas de la síntesis den almidones, proteínas y grasas. También intervienen en varios pasos de la síntesis de proteínas (traslado de la información genética e incorporación del N inorgánico en los aminoácidos). El K mejora el efecto de las fitohormonas (ácido indol acético y cito quininas), compuestos requeridos para el crecimiento del tejido meristemático. El K desempeña un importante papel en la conversión de luz a energía bioquímica durante la fotosíntesis y por lo tanto es requerido para la fijación del CO₂.

El k juega un papel central en la osmo regulación de las plantas (extensión de las células y regulación de los estomas y otras funciones relacionadas con la

adaptación al estrés por el agua. En consecuencia el suplemento de suficiente K reduce la actividad fotosintética cuando la planta está bajo condiciones de estrés por sequía o salinidad.

El K esta también involucrado con la translocación de los carbohidratos y oros fotosintatos desde la fuente (hoja) al sumidero a sitio de acumulación (inflorescencia, racimos y raíces).

El K incrementa la resistencia a la sequía y a las enfermedades. Además, el tamaño y número de los racimos se reduce cuando la planta presenta deficiencia de K.

2.6.2. Incidencia y causas de la deficiencia de K

Manchas anaranjadas confluentes (MAC) que aparecen más frecuentemente cuando las plantas se siembran en las siguientes condiciones:

- Suelos con limitada penetración de las raíces a través del perfil por la presencia de un horizonte impermeable (por ej. un horizonte late ritico).
- Suelo turba.
- Suelos muy arenosos derivados de granito o arenas sedimentarias.
- Áreas previamente cubiertas con imprenta cilíndrica o suelos se ha conducido agricultura intensiva por largo tiempo sin el uso de suficientes fertilizantes minerales, esta condición agota completamente las reservas del K intercámbiale del suelo.
- Suelos que se mantuvieron sin uso por varios años después de la tala de bosques. Amarillamiento de la parte medias de la corona (APMC) que aparece frecuentemente.
- Suelos que contienen baja concentración de K intercambiable ($<0.20\text{cmolkg}^{-1}$).
- Suelos arenosos ácidos o de turba sobre arena.
- Suelos fácilmente afectados por estrés de agua cuando existe poca lluvia.

- Suelos de sabana que estuvieron previamente bajo agricultura intensiva sin el uso de suficientes fertilizantes minerales antes de la siembra de palma aceitera.

2.6.3. Causa de la deficiencia de K

Internacional Plan Nutrición manual de bolcillo (IPNI 2012),

- Insuficiente aplicación de fertilizante potásico en plantaciones en suelos con bajo contenido de K.
- Baja capacidad del suelo para abastecer K.
- Suelos que contienen bajas cantidades de K intercambiable ($<0.2\text{nmol kg}^{-1}$) como los suelos ferralíticos lixiviados.
- Pobre absorción de K en suelos que contienen altas cantidades de MG intercambiable o una amplia relación de MG: K intercambiable.
- Insuficiente reposición de K después de varios años de remoción de K en los racimos e insuficiente aplicación de fertilizante potásico.

2.7. Magnesio (Mg)

2.7.1. Funciones de Mg en la palma aceitera

El Mg tiene muchas funciones en el metabolismo de la planta de palma aceitera. Es constituyente central de las moléculas de clorofila, el pigmento verde que convierte la energía de la luz solar en energía bioquímica durante la fotosíntesis. El Mg también es un componente esencial de las enzimas que catalizan la síntesis de la clorofila y es necesario en todos los procesos que requieren energía, como la síntesis de carbohidratos y proteínas y el transporte de asimilados desde las hojas hacia los racimos y raíces, mejorando la eficiencia de la absorción de nutrientes. La eficiente síntesis de aceite en los racimos de palma aceitera está relacionada con el adecuado suplemento de Mg.

2.7.2. Causas de la deficiencia de Mg

La deficiencia de Mg puede presentarse en las siguientes situaciones:

- Suelos que contienen bajas cantidades de Mg intercambiable ($< 0.2 \text{ cmol kg}^{-1}$).
- Suelos con texturas muy livianas, particularmente si se ha erosionado la capa superficial.
- Palmas sembradas en clima de colinas y en pendientes que han perdido la capa superficial del suelo por erosión.
- Aplicación de muy altas cantidades de fertilizantes potásicos lo que provoca desequilibrio entre K y Mg.
- Aplicaciones muy altas cantidades de fertilizante que tienen Ca soluble.
- Altas cantidades de fertilizantes portadores de NH_4 .

2.7.3. Prevención de la deficiencia de Mg

Se puede prevenir la deficiencia de Mg ajustando las dosis de fertilizantes magnésicos a los resultados de los análisis foliares y a la presencia de síntomas visuales.

Aplicaciones anuales de $0.2 - 0.3 \text{ kg}$ de Mg o por palma y por año son generalmente suficientes para palmas jóvenes inmaduras. Algunos suelos turba (como los de la costa este de Sumatra) requieren poco o nada de Mg, inclusive durante el periodo maduro debido a la liberación de Mg de la fracción orgánica del suelo.

Los requerimientos de la palma madura varían considerablemente dependiendo de las condiciones climáticas, de suelo y material de siembra. La concentración de Mg en las hojas debe mantenerse entre 0.18 y 0.25% .

2.8. Boro (B)

2.8.1. Funciones del B en la palma aceitera

Jaramillo, 2012. Rendimiento sostenible. El boro es esencial para la elongación de las raíces, síntesis de ácidos nucleicos, formación de pared celular, metabolismo del fenol, diferenciación de los tejidos, integridad de las membranas plasmáticas formación de carbohidratos proteínas y polen y crecimiento del tubo polínico. El entra generalmente en la planta a través del flujo creado por la transpiración, pero la recolocación dentro de la planta es restringida debido a su inmovilidad por el floema. Por esta razón, los síntomas de deficiencia aparecen en los tejidos meristemáticos jóvenes lo que explica la presencia de los síntomas en la parte distal de la planta de la hoja.

2.8.2. Causa de la deficiencia de B

Jaramillo, 2012. Rendimiento sostenible. La deficiencia de boro puede presentarse en las siguientes condiciones:

- Suelos que contienen $< 0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de B (extraídos en agua caliente), como suelo de turba y suelos muy arenosos.
- Suelos ácidos ($\text{pH} < 4.5$) o suelos muy alcalinos ($\text{pH} > 7.5$).
- Al final de una temporada muy lluviosa (B es lixiviado del suelo).
- Plantas que muestran crecimientos vigorosos y muy buen rendimientos en áreas con un alto potencial sembradas con material de alto potencial de rendimiento.
- Después de aplicaciones de cantidades altas de K, pero también de N y Ca.
- Aplicación insuficiente de N.

2.9. Hierro

2.9.1 Función

(Fairhurst et al., 2005). Se requiere en todas las enzimas que catalizan procesos de redox (citocromo y ferredoxina). Juega un papel importante en la fotosíntesis.

2.10. Azufre

2.10.1. Función

Según INPOFOS, (1997), dice que las funciones del azufre son:

- Ayuda a desarrollar enzimas y vitaminas.
- Ayuda a la producción de semillas
- Es necesario en la formación de clorofila a pesar de no ser un constituyente de este compuesto.
- Deficiencia
- (INPOFOS, 1997) El S es inmóvil en la planta, por lo tanto la deficiencia en las plantas presentan una coloración verde pálido en las hojas más jóvenes.

2.11. Cobre

1.11.1. Función

INPOFOS, (1997). El Cu es necesario para la formación de clorofila y cataliza varias otras reacciones en las plantas a pesar de no ser parte del producto(s) que se forma con esas reacciones.

REVELO, (2002). Es muy importante la interacción con la energía básica para producir citocromo-oxidasa y de gran importancia indirecta para la formación de clorofila.

2.12. Zinc

2.12.1. Función

INPOFOS, (1997). El Zn ayuda a la síntesis de sustancias que permiten el crecimiento de la planta y la síntesis de varios sistemas enzimáticos. Deficiencias de Zn pueden presentarse en suelos con una alta disponibilidad de P.

2.13. Manganeso

2.13.1. Función

INPOFOS, (1997). El Mn funciona principalmente como parte de los sistemas enzimáticos de las plantas, incrementa la disponibilidad de P y Ca. Las deficiencias de Mn están asociadas con un alto pH del suelo, sin embargo, las deficiencias pueden resultar de un desbalance con otros nutrientes como Ca, Mg y Fe.

SILVA, (1998). En suelos altos en M.O. pH cercano a la neutralidad ocurre deficiencia de manganeso posiblemente debido a la formación de complejos insolubles entre aquella y este nutrimento. A bajos valores de pH y en presencia de elevadas cantidades de materia orgánica también puede ocurrir deficiencia de manganeso.

2.16. Cloro

2.16.1. Función

INPOFOS, (1997). El Cl es un nutriente vital, está involucrado en las reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar, y en la activación de varios sistemas enzimáticos.

ROSERO, (1997). En regiones de alta precipitación y en suelos bien drenados son generalmente bajos en el anión Cl ya que no es retenido por los coloides del suelo y es fácilmente lixiviable. La deficiencia de cloro es ampliamente difundida aun cerca del mar. Estas deficiencias se corrigen con aplicaciones de cloro.

2.17. Balance nutricional

Dubos et al., (2004), establece que, como recomendación estándar de fertilización Para la palma se puede basar en los siguientes cuatro componentes:

- Estado actual de nutrición de la palma obtenida del análisis foliar.
- El nivel óptimo de nutrientes.
- Tasa óptima de fertilización, la tasa correctiva de fertilizante, que estarán relacionada con la intensidad de la curva de respuesta observada.
- Balance biológico básico entre nutrientes.

Rankine y Fairhurst, (1998) La fertilidad balanceada requiere que todas las deficiencias nutricionales sean eliminadas por medio de un adecuado manejo de nutrientes,

Dubos et al., (2004). La propuesta de un balance nutricional permitiría a los agrónomos evaluar la cantidad de tierras para el corto, mediano y largo plazos, y proyectar efectos ambientales indeseados, como la contaminación de las aguas freáticas y superficiales o extracción de nutrientes del suelo. Muteri (1998), manifiesta que, al aplicar P usando superfosfato triple causó un incremento en el contenido foliar de P y calcio (Ca) pero una reducción en el contenido de K. Una aplicación combinada de P y K (superfosfato triple + muriato de potasio) mejoró el contenido foliar de K y Cl (así como el rendimiento), pero redujo el contenido foliar de Mg a niveles más bajos que el nivel crítico.

Según Padilla (1993), cualquier ion o elemento nutritivo en solución Mono salina es decir, aisladamente, tiene efecto negativo sobre el crecimiento vegetal. Así, el potasio necesita del calcio y del magnesio para ser equilibrado y, por esta razón, en la actualidad no se trabaja con niveles de nutrientes en la palma y sí con proporciones balanceadas entre ellos, convirtiendo a la nutrición vegetal en algo similar a lo que se hace con los animales, proporcionar un alimento balanceado para lograr uniformidad y equilibrio, alcanzando así un incremento en producción.

2.17.1. Balance biológico básico entre nutrientes.

HARLEY (1985). El manejo y los estudios de nutrición mineral deben tomar en cuenta los balances Biológicos básicos entre nutrientes. La mayoría de ellos son bien conocidos por los agrónomos especializados en palma de aceite, ya que las consecuencias son a menudo visibles a través de los antagonismos o sin energía en la absorción de nutrientes. Por ejemplo la tendencia a la disminución del nivel óptimo de nitrógeno con la edad de la planta.

2.18. Sistema de costo

2.18.1. Manejo agronómico de la Cooperativa Agropecuaria Orellana

Datos Cooperativa Agropecuaria Orellana (2012). Dentro de las labores agronómicas que se realizan en el cultivo de la palma africana está conformada, por tres procesos hasta su producción se desarrollan de la siguiente manera:

2.18.2. Creación (Vivero).

Cuadro1: Labores de vivero en plantación de Orellana

LABORES DE VIVERO	
limpieza de paleras	
Tamizada de tierra	
Transporte de tierra	
Llenada de funda	
Alineada de funda	
Compra de semilla	
Siembra de semilla	
Control de maleza	
Fertilización	
Control sanitario	
Supervisión	
COSTO TOTAL PLANTA USD 5.00	

Cooperativa Agropecuaria Orellana 2012

2.18.2. Formación

Cuadro 2: Costo de siembra en plantación de Cooperativa Orellana

COSTO DE FORMACIÓN COOPERATIVA AGRO		AGROPECUARIA ORELLANA	
LABORES		DESCRIPCIÓN	COSTO UN USD
Preparación de terreno		Bancos	0.55
Baliza		punto	0.25
Corona		Planta	0.30
Transporte		Planta	0.30
Huequeada		Hueco	0.30
Fertilizada		Planta	0.30
Siembra		Planta	0.30
Colocada de raquiz		Planta	0.25
TOTAL			2.50
COSTO DE MANTENIMIENTO DURANTE 26 MESES			
Chapia y corona		Planta	0.25 x 24
Colocada de raquiz		Planta	0.25 x 2
Castración		Planta	0.03 x 9
Fertilización		Planta	0.40 x 2
Control sanitario		Planta	0.80 x 8
TOTAL			13.72
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTAREA			
143 PLANTAS X 18.72 =		\$ 2.676.92	

Cooperativa Agropecuaria Orellana 2012

2.18.3. Producción Regional

En la región de Monterrey se destaca el cultivo de la palma aceitera con problemas de producción, la mayor parte está conformada por pequeños productores que se han dedicado a ser cosechadores mas no como productores. Esto nos ha llevado a un descuido total que la producción del sector en general no rebaza 0.8 a 1.2 t x h

Este descuido nos ha llevado a una continua baja en la producción en lo que se refiere a los programas de nutrición. Que pese que es uno de los elementos más importante que influye con el volumen de la producción, ha sido descuidado por falta de credibilidad a la inversión.

Otro de las grandes problemática es el medio como conseguir el presupuesto para la compra de fertilizantes, ya que las extractoras muy pocas plantean este mecanismo, para contrarrestar esta problemática.

Cooperativa Agropecuaria Orellana, 2012. Registros de control sanitario. En la parte sanitaria se lucha y se sigue en la terminología que nos afecta con el problema del PC. Es el gran devastador de la palma africana. Según datos del sector no alcanza el 2 % de esta enfermedad .por lo cual se busca tener plantas con buenas defensas para evitar en mayor parte este problema.

2.18.4. Producción Nacional

En nuestro país en 1953, en la provincia de Esmeraldas, cantón La Concordia, por Roscoe Scott; en esa época las plantaciones eran relativamente pequeñas. No es sino hasta el año de 1967 cuando comienza a entrar en auge con más de 1.000 hectáreas sembradas.

ANCUPA, (2010). En la actualidad, el cultivo de Palma africana 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. Se cultiva principalmente en la provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo y la provincias Orientales de Sucumbíos y Orellana

ANCUPA, (2010). Las principales enfermedades que sufren son por marchites y estrangulación por plantas parasitas. Debido a que su habitat es diferente al lugar de origen de la plantas, esta sufre cierto tipo de enfermedades en regiones tropicales de América Latina, tales como Pudrición del Cogollo por Phytophthora

palmivora, la Marchites sorpresiva asociada con protozoarios flagelados y el Anillo Rojo causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*.

ANCUPA, (2011) Los frutos de la palma aceitera son carnosos y forman un racimo, Estos racimos son cultivados y llevados a las plantas extractoras de aceite donde después de varios procesos físicos y químicos, se logra extraer el aceite. Este se utiliza en la industria alimenticia para hacer manteca vegetal, utilizada como aceite para freír o aliñar; se puede elaborar también derivados equivalentes al aceite de cacao y jabón. Actualmente dada la demanda de biocombustibles, se utiliza también con este. Algunos de los subproductos resultantes en el proceso son utilizados como abono para las mismas plantas y como fuente de extracción de un aceite mucho más fino que el que se obtiene de esta.

Según datos estadísticos de ANCUPA en el 2009, se han sembrado cerca de 23 000 ha de palma africana. La inversión total tanto en siembra como en el proceso de industrialización de la palma asciende a \$ 1. 380. 230, 000, generando cerca de 168 667 empleos tanto directos como indirectos.

Cuadro 3: Cadenas de oleaginosas para el Ecuador

CADENA DE OLEAGINOSAS PARA EL ECUADOR			
Superficie sembrado			\$ 920.000.000
Inversión agrícola			\$ 920.000.000
Inversión extracción			\$ 160.000.000
Inversión industrial			\$ 300.000.000
Total sector agroindustrial			\$1.380.230.00
Generación trabajo directo (Agr.e Ind)			\$ 76.74
Generación trabajo indirecto (Agr.e Ind)\$			\$ 92.00
TOTAL EMPLEADOS			168.64
Producción Agrícola 2.009 (Ac.crudo)			447.00
A precio actuales			\$371.45.000
Consumo Nacional			210.000 TM
Exedente (A Exportación)			237.000 TM
A precios Actuales			196.947.000
Ahorro de diversas por Exportaciones			\$148.68.000

FUENTE ANCUPA 2.010

La producción Nacional de Palma Africana en el 1993 fue de 152 537.00 TM, desde entonces la producción de esta se ha incrementado en un 293 % llegando a ser en el 2009 de 447 667.00 TM. El consumo nacional está alrededor de los 210 000 TM, dejando alrededor de 235 667 TM de excedentes, que son exportados a otros países.

Cuadro 4: Producción y excedentes en el Ecuador

PRODUCCIÓN Y EXEDENTES EN EL ECUADOR		
AÑO	PRODUCCIÓN.TM	EXEDENTE.TM
1.993	152.537,00	0.00
1.994	174.413,00	6.402,00
1.995	185.206,00	17.234,00
1.996	180.337,00	23.983,00
1.997	203.308,00	17.724,00
1.998	198.495,00	18.696,00
1.999	267.246,00	69.158,00
2.000	222.195,00	24.655,00
2.001	224.195,00	25.380,00
2.002	238.798,00	39.290,00
2.003	261.932,00	61.729,00
2.004	279.152,03	81.354,39
2.005	319.338,16	138.693,80
2.006	352.120,40	148.080,00
2.007	396.301,00	204.546,00
2.008	418.379,20	218.379,20
2.009	447.667,00	235.667,00
FUENTE FEDAPAL		

Fedepalma, 2010

Producción y excedente de palma africana en Ecuador, proyección al año 2.019.

391.000 hectáreas

Cuadro 5: La cadena de oleaginosas en proyección a 10 años (2.019)

LA CADENA DE OLEAGINOSAS EN PROYECCIÓN A 10 AÑOS (2.019)	
Superficie Sembrada con Palma Aceitera	391.000 ha
Producción Agrícola 2.019 (Ac. Crudo)	1.173.000TM
A precio actuales	\$ 830.484.000
Consumo Nacional	315.000 TM
Exedente (Exportación)	858.000 TM
A precios Actuales	\$ 607.464.000
Ahorro de diversos poa Exportación	\$ 223.020.000
Generación Trabajo directo (Agr.e Ind)	130.333 EM
Generación Trabajo indirecto (Agr.e Ind.)	1154.400 EM

FUENTE ANCUPA 2.010

2.18.5. Producción Mundial

En Colombia y en los demás países que la cultivan, la palma aceitera africana crece en las zonas que ofrecen las condiciones ecológicas más favorables para la obtención de los mayores rendimientos; dichas zonas deben presentar las siguientes propiedades:

- Precipitaciones de un nivel de 2 000 mm o mayores, distribuidas adecuadamente durante el año;
- temperaturas máximas promedio de 29-33 °C, y mínimas promedio de 22-24 °C;
- Insolación constante de por lo menos 5 horas por día, todos los meses del año;
- Suelos francos o franco-arcillosos planos o ligeramente ondulados, sueltos y profundos, de buena permeabilidad y bien drenados;
- Humedad relativa superior al 75 por ciento.

Los principales productores de aceite son Malasia, con el 53 por ciento de la producción mundial; Indonesia, con el 23,9 por ciento; Nigeria, con el 5,3 por ciento; Côte d'Ivoire, con el 2,5 por ciento; Colombia, con el 2,4 por ciento, y otros países con el 13 por ciento. La producción mundial anual de aceite en 1992 fue de más 12 millones de toneladas, con un promedio de 3,0 t/ha. Estas cifras indican que actualmente en el mundo el cultivo de 1 a palma aceitera africana cubre aproximadamente 4 millones de ha (Fedepalma, 1993).

En Colombia se cultivan 120 000 ha, y según el último registro, correspondiente al año 1992, la producción nacional se desglosa de la siguiente manera: fruto de palma, 1 502 271 toneladas; aceite crudo de palma, 285 517 t; almendra de palmiste, 65 669 t; aceite de palmiste, 29 551 t, y torta de palmiste, 32 834 t. La producción de aceite de palma abastece el 80 por ciento de la demanda de aceites a nivel nacional, y el 20 por ciento a nivel mundial (Fedepalma, 1993).

La información anterior demuestra la importancia que reviste el cultivo de la palma africana en Colombia y en el mundo. Sin embargo, se ha tomado como único criterio la producción de aceite, desconociéndose el potencial de este recurso para la producción animal en el trópico. Esta situación se explica por la especialización de la producción en el ámbito del sector agropecuario, y por la ignorancia, entre los profesionales, de conceptos como la integración, intercambio y retroalimentación que caracterizan un enfoque de sistemas.

Durante los últimos siete años se han diseñado sistemas de alimentación animal basados en la palma africana, utilizando los subproductos resultantes del proceso de extracción del aceite, el aceite crudo y el fruto entero. Se ha demostrado el alto potencial de estos recursos para la alimentación animal, lográndose la sustitución de los cereales como base energética de las dietas y diversificándose el manejo

de los ácidos grasos. Los rendimientos productivos han sido comparables a los considerados como óptimos, pero con la particularidad de que esta fuente energética tiene origen en un cultivo perenne, adecuado para las condiciones tropicales, que representa una respuesta a la necesidad de lograr sistemas productivos sostenibles.

En el proceso de extracción se generan los siguientes productos y subproductos: aceite crudo, 20 por ciento; torta de palmiste, 4 por ciento; ráquis, 25 por ciento; fibra, 7 por ciento; cuesco, 10 por ciento; cachaza fibrosa, 3-5 por ciento, y efluentes, 600 kg por 1 000 kg de aceite. En el proceso de refinación del aceite se obtiene el solubilizado de aceite o *soapstock*. El ráquis se incinera y es devuelto al cultivo como fuente de potasio; la fibra se utiliza para la fabricación de combustible para calderas, y los demás.

Subproductos se emplean en la alimentación animal. Sin embargo, en la actualidad algunos de estos subproductos, como los efluentes y la cachaza, están ocasionando serios problemas de contaminación en zonas aledañas a las plantas extractoras, aumentando la demanda biológica de oxígeno en las fuentes de agua.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

Esta investigación se realizó en la propiedad de la Cooperativa Agropecuaria Orellana que se encuentra ubicada en la Parroquia Monterrey perteneciente al Cantón la Concordia Provincia de Esmeraldas, en las coordenadas (N 0°1'; W79° 29'5").

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 12 meses, abril 2012 a marzo 2013.

3.2 Condiciones Meteorológicas

Cuadro 6: Condiciones meteorológica de la zona bajo estudio en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

Parámetros	Promedio
Altitud m .s .n .m	270
Precipitación media mensual mm	278. 88
Temperatura máxima anual °C	32.87
Temperatura mínima anual °C	20. 20
Humedad relativa %	85. 88
Heleofania, hora/luz/año	984.00
Topografía	Regular
Textura	Franco limoso
PH del suelo	5.5

Fuente: Estación meteorológica de la Cooperativa Agropecuaria “Orellana” – Monterrey Año 2.012

3.3 Materiales y equipos

Los materiales usados en esta investigación fueron:

Cuadro 7: Materiales y equipos utilizados en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

Descripción	Cantidad
Materiales de campo	
✓ Plantas	874
✓ Pintura, lt.	24
✓ Placas	96
✓ Piola, (metros)	100
✓ Machete	1
✓ Desmalesadora (moto guaraña)	1
✓ Fertilizantes (qq)	92
✓ Podón o palilla (cosecha)	1
✓ Canastilla	1
✓ Guantes (pares)	4
✓ Mular (semoviente)	1
✓ Chuzo (alzada de fruta)	2
✓ Envases plásticos (medidas estándares)	30
✓ Regla	1
✓ Barreno (muestras de suelo)	1
✓ Calibrador	1
✓ Cinta métrica	2
✓ Tablero	1
✓ Romana	1
✓ Burro, (pesa de racimos)	1
✓ Pincel	1

- | | |
|--|---|
| ✓ Brocha | 1 |
| ✓ Tractor (transporte de fertilizante y fruta) | 1 |

Materiales de oficina

- | | |
|---------------------|---|
| ✓ Libreta de apunte | 4 |
| ✓ Pluma | 5 |
| ✓ Computador | 1 |
| ✓ Impresora | 1 |
| ✓ Pen drive | 1 |
| ✓ CD | 6 |
| ✓ Marcadores | 4 |
| ✓ Lápiz | 2 |
-

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Fertilizantes (N, K y Mg)

En esta investigación se estudió tres factores (N, K y Mg) a cinco niveles

Cuadro 8: Factores y niveles usados en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

Coeficiente	Cantidad de elemento por planta por año		
	N (kg)	MgO (g)	K ₂ O
1,63	1	400	2,13
1	0,84	332	1,88
0	0,6	225	1,50
-1	0,35	118	1,11
-1,63	0,2	50	0,87

3.4.2. Dosis

Cuadro 9: Dosis de elementos puros aplicados para el año de evaluación en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

Cantidad de fuente por planta y por año													
Número de Parcelas	Código	Tratamiento / Elementos			N + S		N	N+P+S+Zn	S+K+Mg	S+Mg	S	S	K
		N	K	Mg	Sulfato de Amonio (kg; 21%N, 24% S)	Urea (46% N)	MESZ (kg; 12%N, 40% P2O5, 10% S; 1%Zn)	KMag (g)	Sulfato de Magnesio (g)	Azufre del Kmag, SA, MESZ y SO4Mg (g)	Azufre elemental (g)	Muriato de Potasio (kg)	
1	1	-1	-1	1	0,95	0,00	1,25	278	1762	415	94	1,75	
1	2	1	-1	-1	1,10	1,00	1,25	278	425	242	287	1,75	
1	3	-1	1	-1	0,95	0,00	1,25	278	425	242	287	3,03	
1	4	1	1	1	1,10	1,00	1,25	278	1762	416	94	3,03	
1	5	-1	-1	-1	0,95	0,00	1,25	278	425	242	287	1,75	
1	6	1	-1	1	1,10	1,00	1,25	278	1762	416	94	1,75	
1	7	-1	1	1	0,95	0,00	1,25	278	1762	415	94	3,03	
1	8	1	1	-1	1,10	1,00	1,25	278	425	242	287	3,03	
1	9	-1,633	0	0	0,23	0,00	1,25	278	1094	328	191	2,40	
1	10	1,633	0	0	1,00	1,39	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	11	0	-1,633	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	1,35	
1	12	0	1,633	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	3,45	
1	13	0	0	-1,633	1,00	0,52	1,25	278	0	186	348	2,40	
1	14	0	0	1,633	1,00	0,52	1,25	278	2187	471	33	2,40	
1	15	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	16	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	17	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	18	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	19	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	20	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	21	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	22	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
1	23	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	
24	24	0	0	0	1,00	0,52	1,25	278	1094	329	190	2,40	

3.5. Tratamientos

La investigación se realizó con los siguientes tratamientos:

Cuadro 10: Tratamientos en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeies guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

Tratamiento / Elementos			
Tratamientos	N	K	Mg
1	-1	-1	1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	1
5	-1	-1	-1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	-1
9	-1,633	0	0
10	1,633	0	0
11	0	-1,633	0
12	0	1,633	0
13	0	0	-1,633
14	0	0	1,633
15	0	0	0

3.6. Diseño experimental

Manteniendo el criterio de los elementos por estudiar se llevó a cabo un estudio con cinco variables de cada elemento de interés y replicación de punto central en 10 ocasiones. Este ensayo no conto de una parcela sin aplicación de fertilizante.

La investigación se realizó bajo el diseño central compuesto (DCC) Verdooren (2012) de 3 factores (**N, K y Mg**) a 5 niveles, el cual permite ajustar un modelo de segundo orden para pares de factores. Estos diseños centrales compuestos se usan ampliamente para construir modelos de superficie de repuesta de segundo orden.

3.7. Unidad experimental

El número de unidades experimentales son 24 parcelas

Unidad experimental: 36 plantas

Unidad experimental neta: 16 plantas

Área total de la parcela: 2565 m²

Área total del experimento: 61560 m²

Forma de la parcela: Rectangular

3.8. Análisis estadístico

Se usó modelos de superficie de respuesta de segundo orden (Fernández y Piñeiro.sf.).

Modelo: $y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \sum \beta_{ij} X_i X_j + E$

Los puntos óptimos (estacionarios) o de máxima respuesta, para cada par de factores, fueron encontrados resolviendo el modelo anterior, para las variables Emisión Foliar (EF), Área Foliar (AF), Peso Seco Foliar (PSF), Materia Seca Vegetativa (MSV), Total Racimos Por Tratamientos (TRPT), Rendimiento Acumulado Tonelada Por Hectárea (RAT/H), Peso Promedio Por Racimo (PPPR). Además se realizó regresiones múltiples lineales para los factores N, K y Mg en forma simultánea.

Se ajustó el modelo de regresión, para eliminar los factores con poca respuestas y acentuar las tendencias cercanas a 0,05 encontradas.

Se desarrollaron gráficos de contorno con el fin de expresar la máxima respuesta de cada variable analizada frente a los factores en estudios con el programa estadístico MINITAB ver. 15 (Minitab Inc.).

3.9. Variables evaluadas

3.9.1. Emisión foliar (EF)

Procedimiento para la toma de campo:

- La emisión foliar se expresa en número de hojas emitidas por mes **(hojas/mes)**.
- Identificar y pintar el raquis de la hoja 1 con pintura roja resistente al agua.
- Después de un determinado período de tiempo (ej. 6 meses) ubicar la hoja pintada y determinar el número de hojas emitidas.

Determinación matemática

$$\text{Emisión foliar} = \frac{\text{N}^\circ \text{ hojas emitidas}}{\text{N}^\circ \text{ meses transcurrido}}$$

3.9.2. Área foliar de la hoja 9 ó 17 (AF)

Procedimiento para la toma de mediciones de campo:

- El área foliar se expresa en metros cuadrados **(m)²**.
- Reconocer la filo taxia de la palma (ej. derecha ó izquierda).
- Determinar la hoja número 9 ó 17 según la edad del cultivo.
- Contar el número de foliolos de la hoja 9 ó 17, incluido los foliolos rudimentarios.
- Seleccionar 3 foliolos de cada lado de la hoja 9 ó 17, localizados en las 3/5 partes de la longitud del raquis.
- Medir el largo de los foliolos en centímetro.
- Doblar los foliolos por la parte media y medir el ancho en centímetros.

Determinación matemática

Las determinaciones del área foliar se realizan por medio de la siguiente fórmula:

$$AF (m^2) = b * (n * L w)$$

Dónde:

AF= Área foliar

n= Número de foliolos

L w= Promedio del ancho del foliolo x promedio del largo del foliolo en centímetros

b= Factor de corrección (para la palma aceitera es de 0.55, este valor fluctúa entre 0.51 y 0.57, pero en la mayoría de experimentos, se utiliza un valor de 0.55) Hatley, 19869.

3.9.3. Peso seco foliar (PSF)

Procedimiento para la toma de mediciones en campo:

- El peso seco foliar se expresa en kilogramos (Kg).
- Reconocer la hoja número 9 ó 17 de la planta.
- Medir el ancho del peciolo donde terminan las espinas y comienzan los foliolos rudimentarios.
- Medir el espesor del peciolo donde terminan las espinas y comienzan los foliolos rudimentarios.

Determinación matemática

Las determinaciones del peso seco foliar se realizan por medio de la siguiente fórmula:

$$PSF (Kg) = 0.1023 x P + 0.2062$$

Dónde:

PSF: Peso seco foliar.

P: Ancho del peciolo x espesor del peciolo, expresado en centímetros.

3.9.4. Producción de materia seca vegetativa (MSV)

Es la sumatoria de la producción de materia seca vegetativa total de hojas, tronco y peciolos en un determinado periodo de tiempo (ej. 1 año).

Se calcula por medio de la fórmula:

$$\mathbf{MSVT= K + EF \times PSF}$$

(EF x PSF: Peso seco foliar total)

Dónde:

EF: Emisión foliar (Nº hojas)

PSF: Peso Seco Foliar de la hoja 9 ó 17 (kg)

K: Incremento del peso del tronco (kg); donde $K= D \times V$, donde

D: Densidad del estípite

V: Volumen del estípite

D y V se determinan mediante constantes determinadas de la siguiente manera:

$$D= 0.1211 \text{ g/cm}^3$$

$$V= \pi \times r^2 \text{ (cm)} \times \text{incremento de altura del estípite (cm)}$$

- Incremento de la altura del estípite
- Procedimiento para toma de mediciones de campo
- Identificar la hoja 41 según la filo taxia de la palma
- Medir la distancia desde la base peciolar de la hoja 41 hasta un punto de referencia en la palma, cercano a la superficie del suelo.
- Medir nuevamente la altura de la palma después de un determinado período de tiempo como en el punto 2.
- Obtener el incremento de la altura de la palma restando la lectura 2 menos la lectura 1.

3.9.5. Total racimos por tratamiento (TRPT)

- Contar los racimos cosechados en cada ciclo de cosecha.
- Registrar el peso de racimos por planta.

3.9.6. Rendimiento acumulado tonelada por hectárea (RAT/H)

Procedimiento para la toma de campo

- El rendimiento se expresa en toneladas por hectáreas (**t/ha**).
- Cosechar los racimos maduros en cada ciclo de cosecha.
- Pesar los racimos de fruta fresca (**RFF**).
- Registrar los pesos obtenidos.
- Proyectar los rendimientos en t/ha.

3.9.7. Peso promedio del racimo (PPPR)

- Pesar los racimos cosechados en cada ciclo de cosecha.

Registrar el peso de racimos por planta.

3.10. Manejo del experimento

El manejo de la investigación se realizó las siguientes actividades que se detallan a continuación:

3.10.1 Selección del sector a estudio

Se recorrió el lote D-1, D-2, identificando el lugar más homogéneo tanto en topografía como en plantas.

3.10.2. Levantamiento de plano parcelario

Se realizó la marcación en el plano general de las parcelas D-1, D-2, para luego posterior determinar las divisiones de las parcelas en estudio las cuales se numeraron del 1 al 24, determinado el sorteo de los tratamientos en estudio por medio de un sistema aleatorio de distribución experimental.

3.10.3. Identificación y división de parcelas

La identificación de las parcelas se la realizo con postes de cemento colocados en la parte norte de cada parcela y en las plantas se usó placas metálicas colocadas en las puntas de las hojas en cada esquina de las parcelas.

3.10.4. Muestreo de suelo y foliar

Se realizó el muestreo de suelo en cada parcela de estudio, con una sud muestra dentro de corona y fuera de corona en cada unidad experimental para luego sacar una muestra de cada tratamiento, en el aérea foliar se realizó la identificación de la hoja 9 para proceder a retirar los foliolos de lado y lado de la parte central de la hoja. De cada tratamiento.

3.10.5. Interpretación de análisis

Manteniendo como criterio las cantidades recomendadas por Rankine y Fairhurst (1998), los valores centrales o medios para reponer e incrementar las cantidades de fertilizantes en cultivo jóvenes serían: 0.5 kg N y 300 g MgO por plantas y por años. Los valores de potasio que se consideran toman como punto central 1.2 kg k_2O por año, el cual no es el valor máximo recomendado por Rankine y Feirhurst (hasta 2.0 kg k_2O) pero que se encuentra consistentemente por encima de los valores aplicados comúnmente en la actualidad (0.75 a 1.0 kg k Cl, es decir hasta 0.6 kg k k_2O). Con esto en mente las cantidades netas por planta y por año de cada elemento serían los. Descritos en el cuadro 9 de acuerdo a los coeficientes teóricos.

3.11.6. Fertilización

La fertilización se realizó con las dosis en estudio descritas en el cuadro 8, procediendo en los meses con humedad suficiente para la asimilación de los fertilizantes. Calibrando las dosis en recipientes estándares de cada medida aplicando en el plato circular de la corona en cada una de las plantas de las parcelas en estudio.

3.11.7. Variables

En la parte vegetativa se la realizo cada 6 meses y en la productiva cada 14, 15 días, para lo cual se usaron registros de apuntes.

3.11.8. Mantenimiento agronómico

Las labores agrícolas se relazaron de acuerdo con los calendarios de mantenimiento de las parcelas comerciales del cultivo, incluido las divisiones de las parcelas que se realizaron cada dos meses en invierno y cada tres meses en verano.

3.11.9. Digitación

Los datos recopilados en campo se digitaron en Excel como en Word, y luego archivarlos en el libro de campo y control de todas la labores realizada dentro de la investigación

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusiones

En los análisis de regresión correspondiente, al periodo abril 2012 marzo 2013, no se encontraron diferencias estadísticas para los factores en estudio (cuadro 11) tanto en variables vegetativas como productivas.

Dentro de la nutrición del cultivo de la palma africana se establece que desde el inicio de su formación de una hoja y su primera yema florales tiene un periodo de 40 meses hasta su maduración. (Bernal, F, y Almona cid, M. ANCUPA. 2006).

Al ser el primer año de investigación en producción, se inició con plantas homogéneas en las 24 parcelas de estudio, de acuerdo con el manejo agronómico establecido dentro de la CAO se establecen 10 castraciones hasta que la planta alcance uniformidad completa en todas las parcelas es por lo cual se inició con plantas totalmente homogéneas.

Cuadro 11: Resultados de las regresiones y análisis de varianza

Fuente	GL	EF		AFM2		PSFM2		MSV		TRPT		RAT/HA		PPPR	
		CM	P	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P
Regresión	10	0,0087	0,1	412,4	0,419	0,008	0,675	16,05	0,502	565,1	0,75	1,629	0,91	0,4444	0,286
Error residual	13	0,0043		370,1		0,011		16,35		871,8		3,866		0,322	
Falta de ajuste	4	0,0077	0,1	243,0	0,691	0,012	0,432	28,68	0,104	821,1	0,49	1,698	0,84	0,2900	0,547
Error puro	9	0,0028		426,5		0,011		10,87		894,3		4,829		0,34	
Total	23														
		*significancia al 5%,				** significancia al 1%.									

Fuente: Rivas 2013
 EF= Emisión foliar
 AFM²= Área foliar en m²
 PSFM²= Peso seco foliar m²
 MSV= Materia seca vegetativa
 TRPT= Total racimos por tratamientos
 RAT/HA= Rendimiento acumulado por hectárea

4.1.1. Emisión foliar (EF)

Para las variable emisión foliar no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

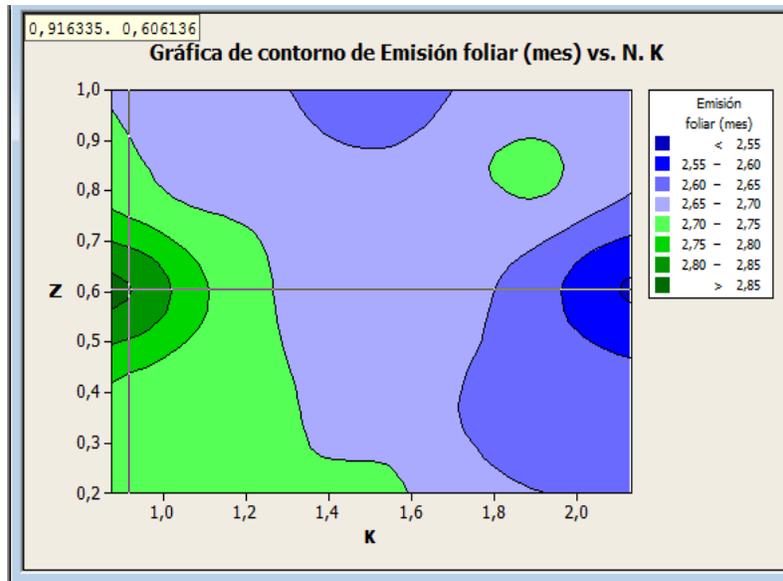


Grafico 1: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas mes) para la interacción N y K

En el grafico 1, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de K_2O (916 g) interactuando con una dosis media de N (606 g) registró una mayor emisión foliar (>2.86 hojas/mes).

Por otra parte tenemos que nitrógeno alto el potasio bajo pierde activación de función provocando inconvenientes de asimilación entre los dos elementos en estudiados.

La disponibilidad del N en el suelo se considera como criterio de ajuste para las dosis a aplicarse, las cuales tienen influencia en el número de hojas que reflejan el crecimiento de los frutos a la producción esperada. (Manttos 2003), (Bustan y Golds Chmidt. 2005).manifiestan que el fraccionamiento de la dosis de N y K entre

dos o cuatro aplicaciones al año aumenta la eficiencia de la fertilidad en el suelo y la planta.

(Ian Rankine y Thomas Faifhurst, Septiembre 1999). El potasio es un elemento esencial para el crecimiento de la planta y es importante para la adecuada función de los estomas de la hoja. Por esta razón, las palmas deficientes de K son más susceptibles a la sequía.

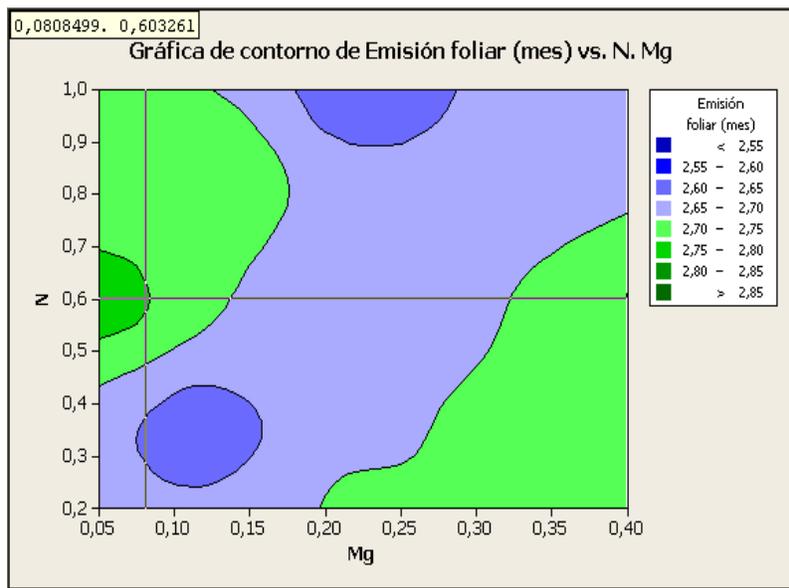


Gráfico 2: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas mes) para la interacción N y Mg

En el gráfico 2, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de Mg (080 g) interactuando con una dosis media de N (603 g) registró una mayor emisión foliar (>2.86 hojas/mes).

Tomando la interpretación visual podemos apreciar que el nitrógeno funciona estable, pero no sucede lo mismo con el Mg que a menos dosis se dispersa su función.

Thomas Fairhurst (2005) La disponibilidad del N en suelo y planta es el motor del crecimiento el cual aumenta su parte vegetativa prolongando un alto índice de área foliar, manteniendo la vida útil de la hoja a través del tiempo, por otra parte (Rivero 2005) manifiesta que el Mg ocupa la posición central de la molécula de la clorofila el cual es el pigmento verde de la planta intensificando claramente la actividad fotosintética del crecimiento de las hojas.

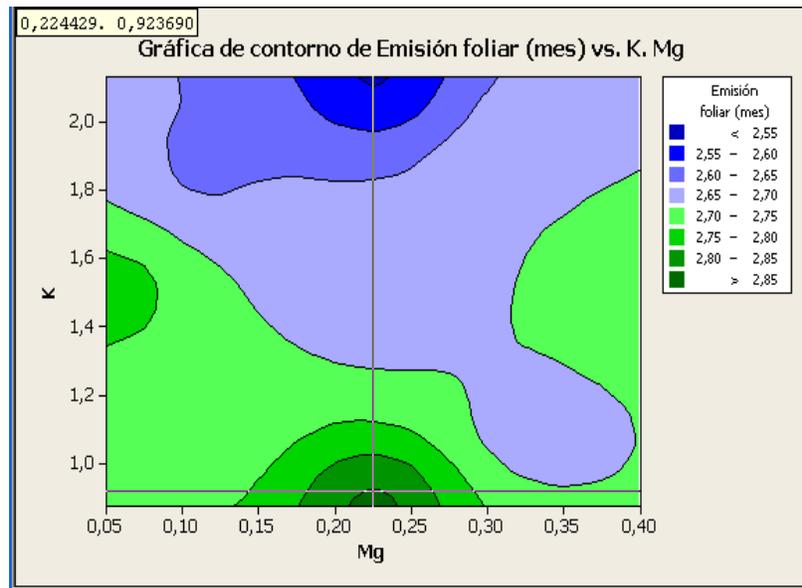


Gráfico 3: Análisis de contorno correspondiente a emisión foliar (número de hojas mes) para la interacción K y Mg

En el gráfico 3, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de K_2O (923 g) interactuando con una dosis intermedia de Mg (224 g) registró una mayor emisión foliar (>2.86 hojas/mes).

Claramente se puede notar que con una dosis intermedia de Mg y un K bajo su función interactúa de mejor manera ya que los dos presentan puntos fuertes en el gráfico.

(Guañuna, 2012). Manifiesta que en estudios realizados con estos elementos, no encontró diferencias estadísticas para los factores en estudios. El promedio fue 1.93 hoja /mes; el coeficiente de variación (a) fue de 0.24% y el coeficiente de variación (b) fue 3.92% siendo muy bueno para este tipo de investigación en campo. Por otra parte, (Andrés Suárez 2010) establece que en el segundo año de evaluación de recuperación de plantas bajo estrés, con diferentes fuentes de Mg y K balanceadas se alcanzó entre los tratamiento en estudio un promedio de (2.16 hoja/mes).

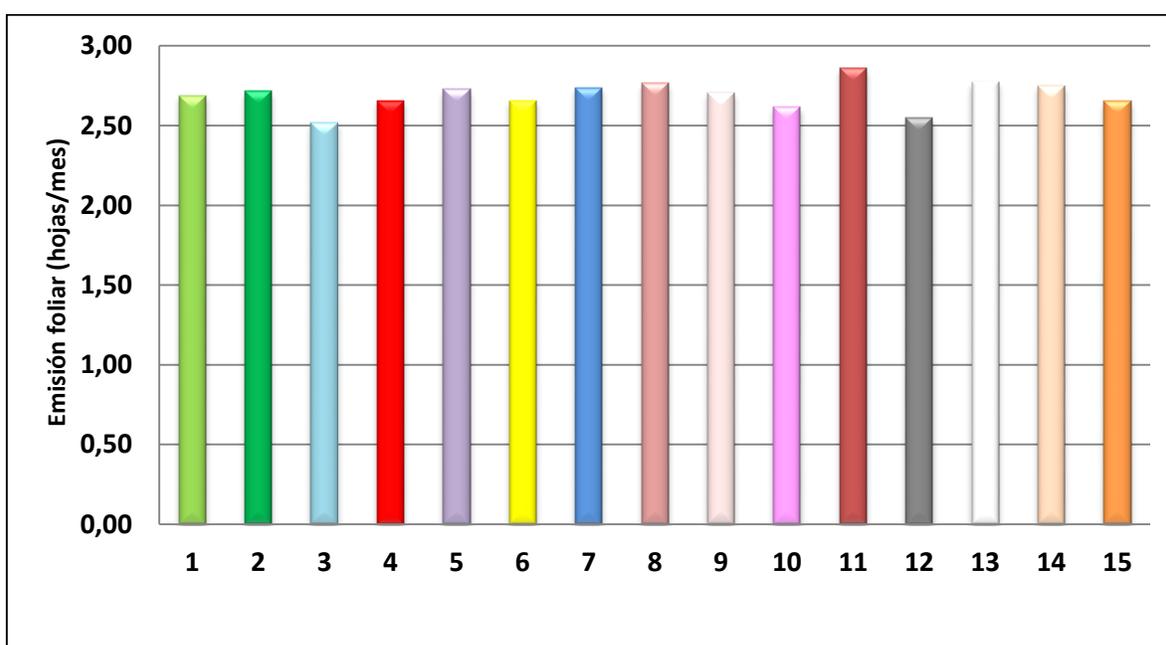


Grafico 4. Promedio para el incremento de emisión foliar hojas/mes para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 5.4; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 11 (0, -1.633, 0) con una dosis de (N, 600 gr), (K, 874 gr), (Mg, 225 gr). Obtuvo la mayor área foliar con 2.86 hoja/mes.

4. 1.2. Área foliar en m² (AFM²)

Para las variable área foliar en m² no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

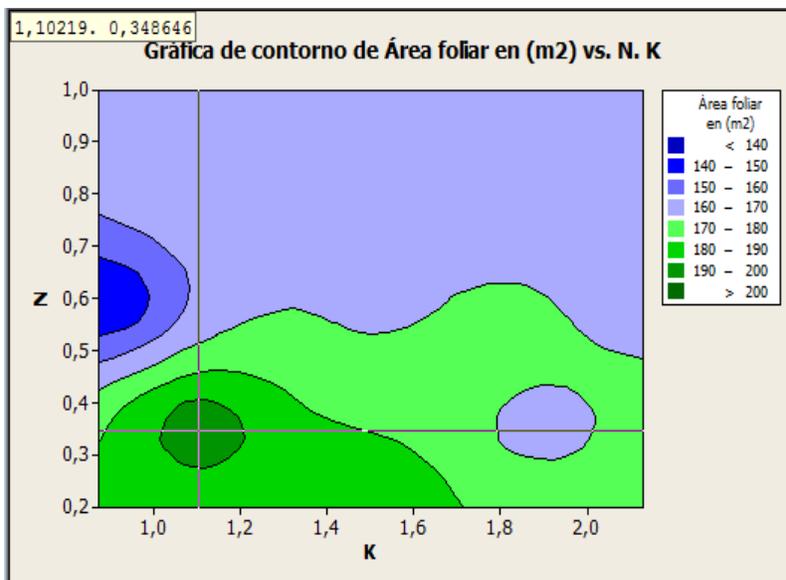


Gráfico 5: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m²) para la interacción N y K.

En el gráfico 5, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de K₂O (1,102gr) interactuando con una dosis baja de N (348 gr) registró un mayor incremento del área foliar en m² con (>198,41 m²/año).

Se nota claramente que con dosis en incremento de K el nitrógeno baja su función de interacción.

Corley y Mok; Foster y Prabowo; Gurmit; Keey y Chew, citados por Corley; Tinker Gallardo (2009,2012). Quienes encontraron un aumento en el área foliar a partir de fertilización potásica, y cuya aplicación ayuda a la absorción adecuada del N, los cuales influyen en el área foliar.

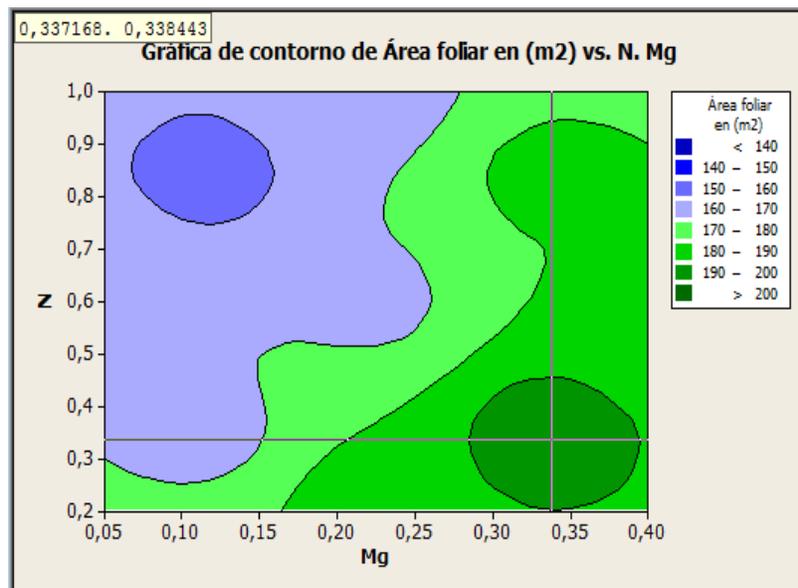


Gráfico 6: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m²) para la interacción N y Mg.

En el gráfico 6, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de Mg (337gr) interactuando con una dosis baja de N (338 gr) registró un mayor incremento del área foliar en m² con (>198,41 m²/año).

La interacción de estos dos elementos se divide frente a la dosis de producto que se refiere el gráfico de contorno, que dosis muy bajas de N afectan el desarrollo del área foliar.

(Miriam Molina, 2010). En el ensayo estimulantes radiculares la variable área foliar anual bajo condiciones de pH de 5.66 y contenidos nutricionales relacionados encontró un área foliar de 294.20 m²/año.

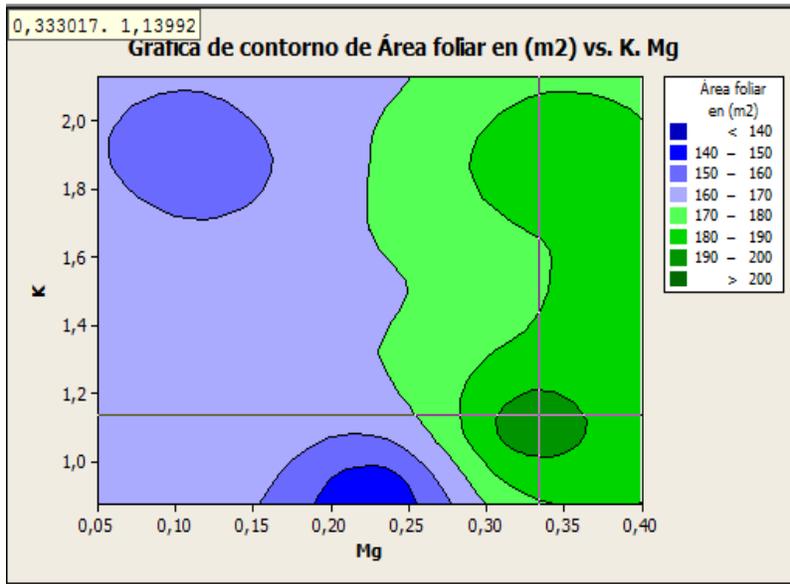


Grafico 7: Análisis de contorno correspondiente a área foliar en (m²) para la interacción K y Mg.

En el Grafico 7, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de K₂O (1,139gr) interactuando con una dosis alta de Mg (333 gr) registró una mayor incremento del área foliar en m² con (>198,41 m²/año).

Mientras que el Mg se estabiliza en su función, el potasio se dispersa fuertemente frente a lo que muestra el grafico de contorno.

(Suárez, 2010). En el segundo año de evaluación con plantas en estrés en la zona de la concordia, encontró con diferentes fuentes de potasio y magnesio un área foliar de 200,56 m²/año.

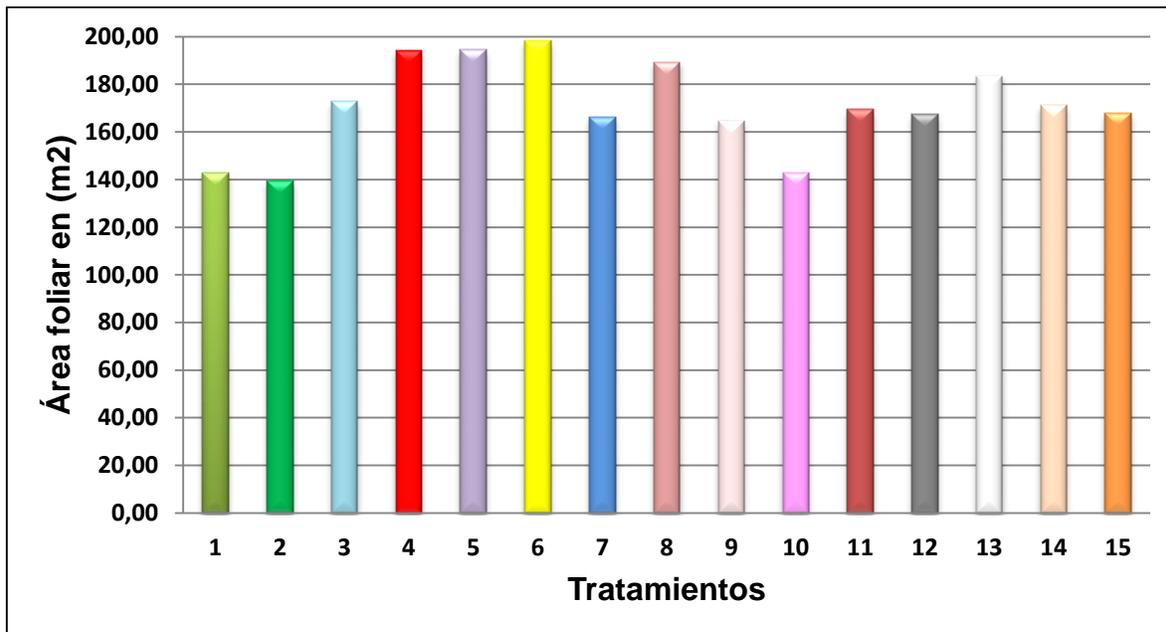


Grafico 8. Incremento del área foliar en m² para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elais guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 5.2; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 6 (1, -1, 1) con una dosis de (N, 1,000 gr), (K, 1750 gr), (Mg, 1,765gr). Obtuvo el mayor incremento del área foliar con 198,41m²/ año.

4.1. 3. Peso seco foliar en m² (PSFM2)

Para las variable peso seco foliar en m² no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

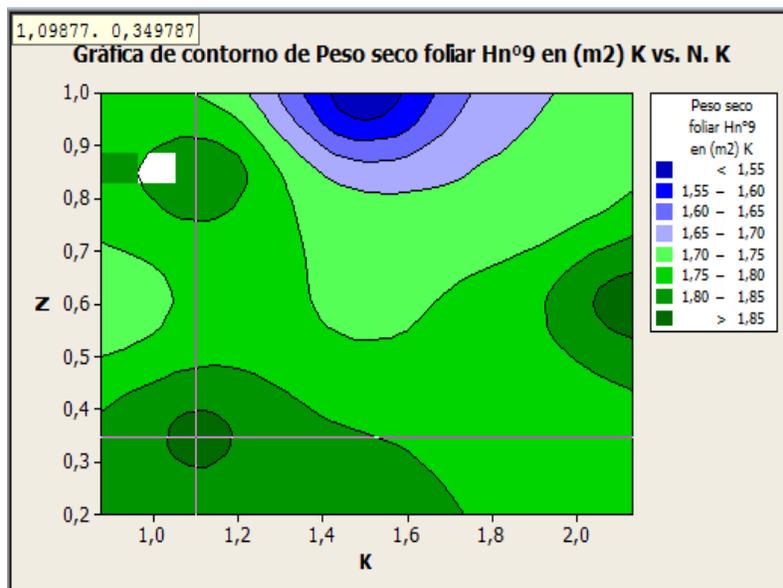


Gráfico 9: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m²) para la interacción N y K.

En el gráfico 9, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de K₂O (1.098 gr) interactuando con una dosis baja de N (349 gr) registró un mayor incremento del peso seco foliar en m² con (>1.87 Kg/año).

Al interpretar el gráfico de contorno, tenemos coloración fuerte en varios puntos tanto en nitrógeno como en potasio lo que favorece a una interacción adecuada entre estos dos elementos.

(Vélez, 2009). La noción fundamental de la interdependencia de los factores de crecimiento se expresa también mediante la palabra “interacción”, cuyo empleo se extiende cada vez más. Desde hace tiempo, la experiencia ha enseñado al productor agrícola que la eficiencia de dos factores que actúan conjuntamente no es exactamente igual a la suma de efectos de cada uno de ellos, supuesto que actúen separadamente.

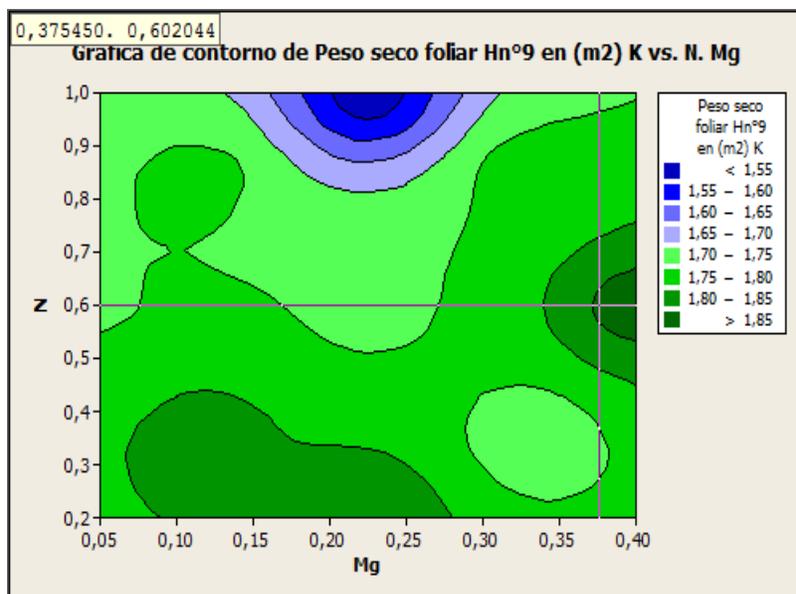


Gráfico 10: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m²) para la interacción N y Mg.

En la gráfico 10, se observó una tendencia en la cual una dosis baja de Mg (375gr) interactuando con una dosis intermedia de N (602 gr) registró una mayor incremento en el peso seco foliar en m² (>1.87. Kg/año).

El magnesio tiende a una coloración oscura frente al nitrógeno que se manifiesta en intensidad menos fuerte, pero a la vez hay interacción entre ellos aumentando el peso seco vegetal.

Según, (Smith, 1993; Citado por Estación experimental Iniap Santodomingo.2010). La producción de la materia seca en cualquier órgano de una planta depende de la cantidad de luz interceptada por la misma entonces el N no influye en la materia seca de los folíolos.

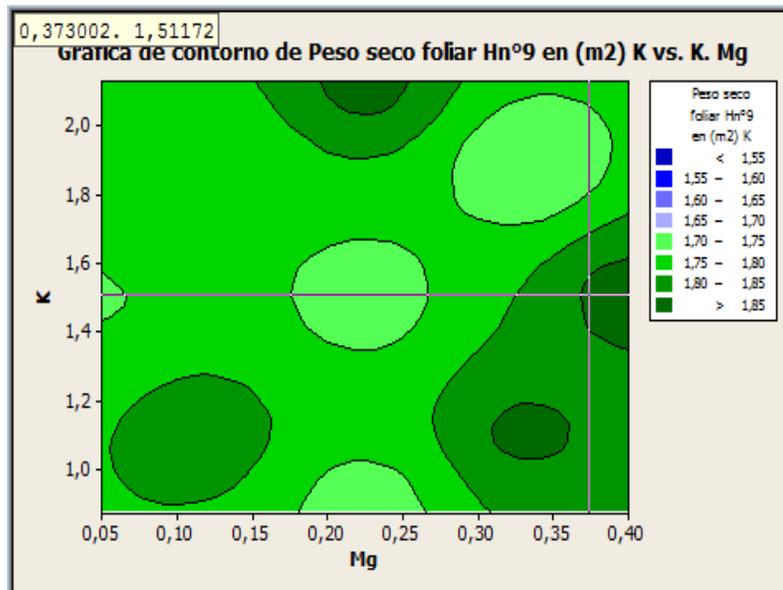


Gráfico 11: Análisis de contorno correspondiente a peso seco foliar hoja n° 9 en (m²) para la interacción K y Mg.

En el gráfico 11, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de Mg (373gr) interactuando con una dosis intermedia de K₂O (1.511 gr) registró una mayor incremento en el peso seco foliar en m² (>1.87. Kg/año).

Potasio y magnesio combinan perfectamente con estas dosis su coloración intensa en ambos mejoran el aumento de la materia seca vegetativa mejorando el estímulo de crecimiento de la planta.

Resultados que concuerdan con los obtenidos por Rubén y Verocho, citados por Corley Tiker, 2009, y Raúl Gallardo, 2012, quienes demostraron que la sección transversal del peciolo aumentó con la aplicación de K, logrando incrementar PSF, el cual está directamente asociado con el desarrollo vegetativo de la planta. A mayor PSF, se tiene un mayor desarrollo de la planta por lo tanto un incremento de la productividad del cultivo.

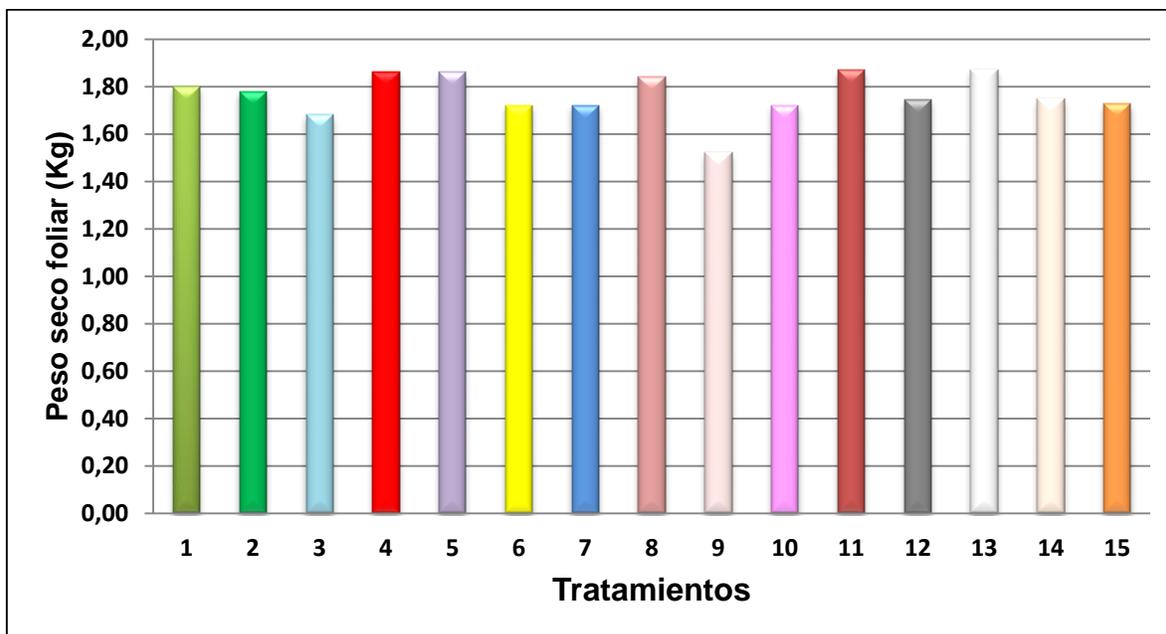


Grafico 12. Incremento de peso seco foliar (Kg) para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 4.9; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 11(0, -1633, 0) con una dosis de (N, 520 gr), (K, 1,350 gr), (Mg, 1,085 gr). Registró una mayor incremento en el peso seco foliar en m² (>1.87. Kg/año).

4. 1.4. Producción de Materia seca vegetativa (kg) (MSV)

Para las variable materia seca vegetativa en kg no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

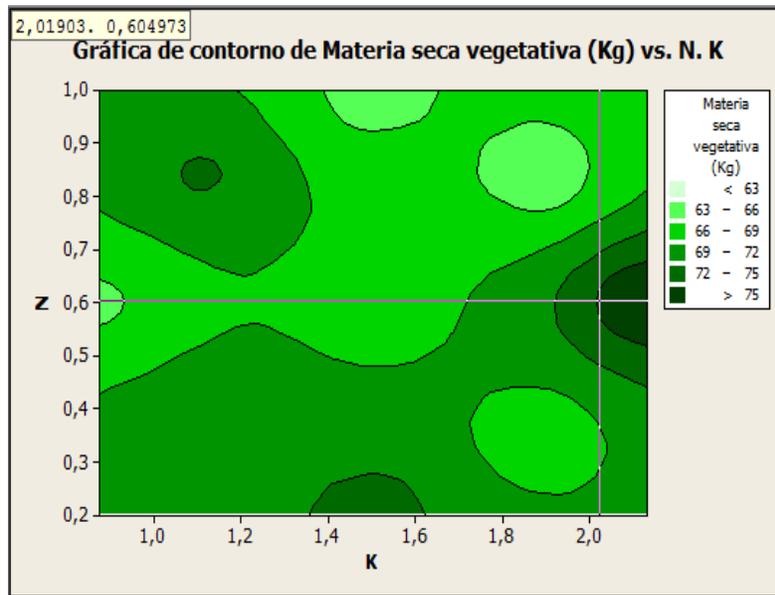


Gráfico 13: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción N y K.

En la gráfico 13, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (2.019 gr) interactuando con una dosis intermedia de N (604 gr) registró una mayor incremento de la materia seca vegetativa en Kg (>77.17 Kg/año).

La materia seca vegetativa responde a la coloración del gráfico de contorno tal cual ocurre con la planta, donde tomo un color verde oscuro en la mayor parte de los tratamientos en estudio.

(Duque, Perdomo y Jaramillo, 2004). Determinaron que el mayor crecimiento de materia seca vegetativa en las hojas, ocurrió en la primera y segunda época de crecimiento (30-40, días), periodo de formación del follaje reflejados en el bulbo de la cebolla.

El establecimiento de relaciones N/K adecuadas en las diferentes fases del cultivo, se identifica como uno de los problemas fundamentales que afecta el comportamiento productivo de las plantas, estas relaciones determinan el equilibrio entre los procesos vegetativos y reproductivos, pues el K actúa como

regulador de crecimiento cuando la disponibilidad del nitrógeno es alta. (Hernández, 2009).

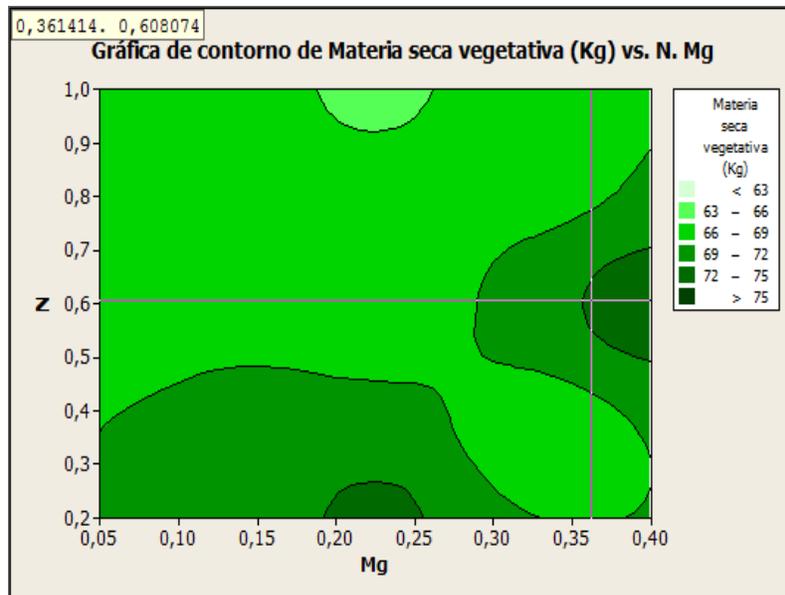


Gráfico 14: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción N y Mg.

En el gráfico 14, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de Mg (361 gr) interactuando con una dosis intermedia de N (608 gr) registró un mayor incremento de la materia seca vegetativa en Kg (>77.17 Kg/año).

Nitrógeno responde muy favorable frente al magnesio que aumenta su coloración en la mayor parte de las variables, mejorando la circulación de la clorofila y aumentando la intensidad de los pigmentos verde del cloroplasto.

(Boeck, 2007), citado por S.wikipedia.org/wiki/Nutrición vegetal, (2013). Los macronutrientes se caracterizan por sus concentraciones superiores al 0.1% de la materia seca. Entre ellos se encuentran los principales elementos nutritivos necesarios para la nutrición de la plantas, que son el carbono el hidrogeno el oxígeno y el nitrógeno. Estos cuatro elementos que constituyen la materia

orgánica representan más del 905 por término medio de la materia seca del vegetal. Al cual se añaden los elementos utilizados como abonos y minerales que son: el potasio, el calcio, el magnesio, el fosforo, así como el azufre.

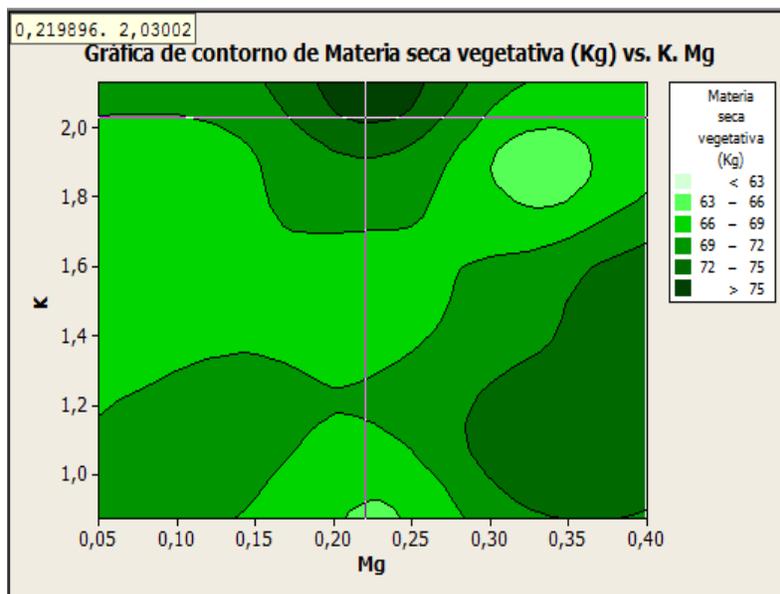


Gráfico 15: Análisis de contorno correspondiente a materia seca vegetativa en (Kg) para la interacción K y Mg.

En el gráfico 15, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (2.030 gr) interactuando con una dosis intermedia de Mg (219 gr) registró una mayor incremento de la materia seca vegetativa en Kg (>77.17 Kg/año).

Se obtuvo mayor coloración verde en los dos elementos analizados por el gráfico de contorno mejorando, el incremento de la materia seca vegetativa en los tratamientos que se sometieron a investigación.

(El cultivo de la palma Africana, 2013). Una serie de ensayos sobre fertilización en palma Africana, ha permitido establecer una relación entre la producción y los porcentajes de elementos minerales (expresados en materia seca vegetativa), estableciendo así los niveles críticos, aunque para cada plantación debería

establecerse lo mismo. Estos datos se pueden utilizar para interpretar los resultados de los análisis foliares.

Por otra parte en estudios recientes Gallardo (2012), menciona que entre K y Mg existe un efecto antagónico debido que dosis altas de K con dosis bajas de Mg que repercutirían sobre el área del peso seco foliar, lo cual indica que debe existir un balance entre estos dos elementos.

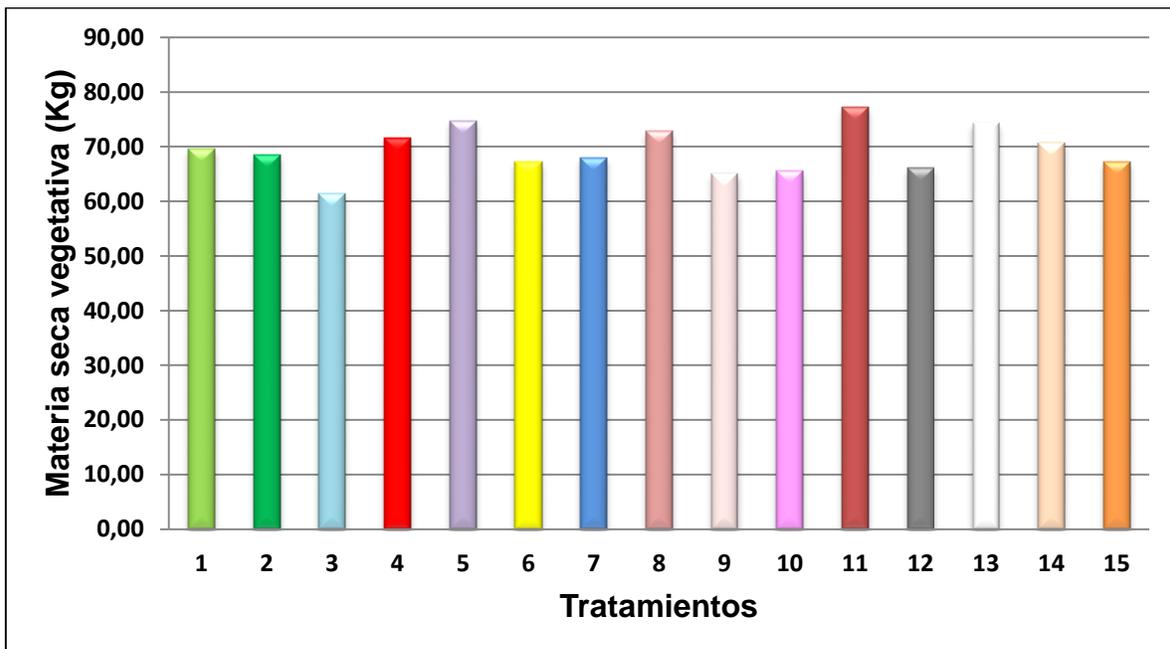


Grafico 16. Incremento de materia seca vegetativa en (Kg) para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 5.1; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 11 (0, -1,633 0) con una dosis de (N, 520 gr), (K, 1,350 gr), (Mg, 1,085 gr). Registró una mayor incremento en materia seca vegetativa (>77,17 Kg/año).

4.1.5. Total racimos por tratamiento (TRPT)

Para las variable total racimos por tratamiento no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

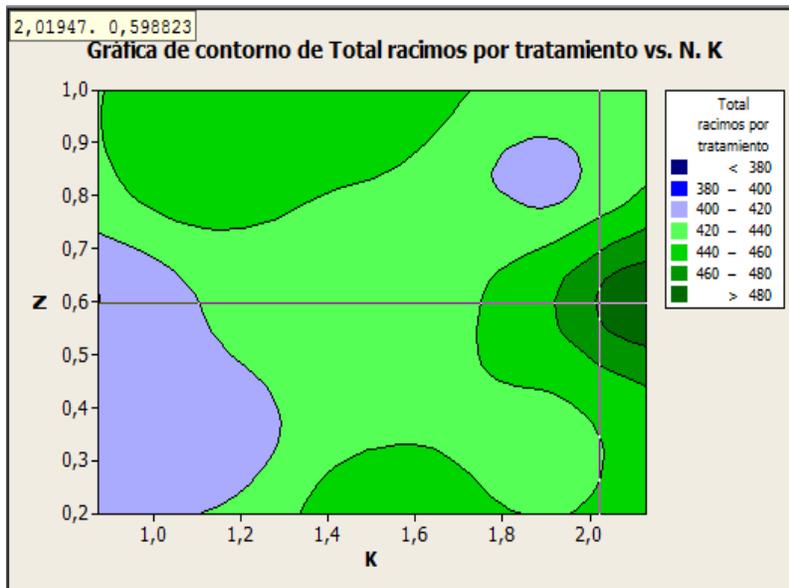


Grafico 17: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción N y K.

En el gráfico 17, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (2,019 gr) interactuando con una dosis intermedia de N (598 gr) registró una mayor numero de racimos por tratamiento (>495 racimos/año),.

La coloración intensa en el grafico nos da el indicador que el potasio predomina en el número de racimos por tratamiento, mientras que el nitrógeno cumple su función pero en términos medios.

(Kee y Goh 2006) El nitrógeno (N) y el potasio (K) son los nutrientes más requeridos, mientras que los requerimientos del resto de elementos son menores. Estos nutrientes son removidos del campo en los racimos de fruta fresca

cosechados e inmovilizados en las palmas en el ciclo de crecimiento durante (25 años). Se ha demostrado consistentemente las respuestas de aplicación N y K, en números de experimentos en Malasia, donde se lograron altos rendimientos de racimos de fruta fresca en un amplio rango de tipos de suelos.

Por otra parte Vallejo y Figueroa (1986), citado por Ayala (2010), mencionan que las regiones en donde se han obtenido las producciones más altas de racimos están caracterizada por una precipitación uniforme con fuertes aguaceros y un alto número de horas luz solar por días en todo los meses del año, mientras que aquellas regiones con las más bajas producciones de racimos exhiben distintas estaciones secas, constante nubosidad y un bajo número de horas luz por día.

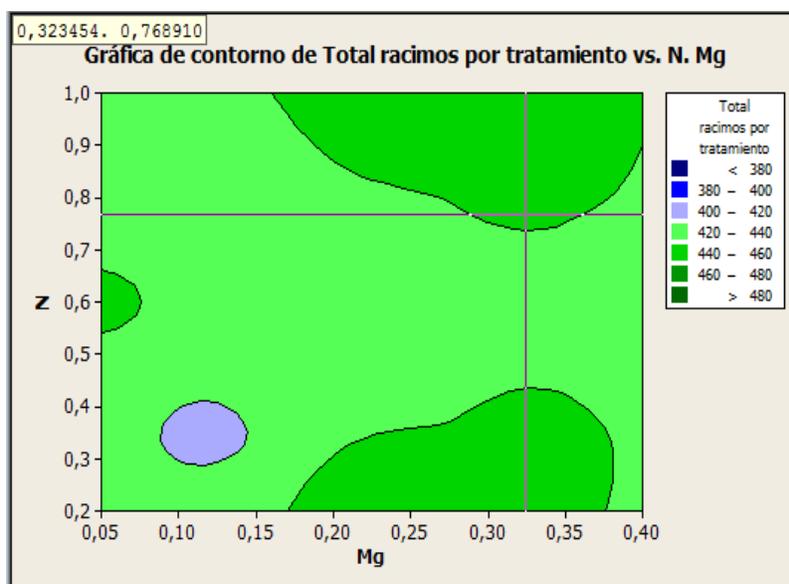


Gráfico 18: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción N y Mg.

En el gráfico 18, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de Mg (323 gr) interactuando con una dosis alta de N (768 gr) registró un mayor número de racimos por tratamiento (>495 racimo/año).

Nitrógeno y magnesio se mantienen estables pero en poca coloración esto nos indica que su relación con estas dosis no interactúan completamente en su función de asimilación aun así mejoro el número de racimos por tratamiento.

Al respecto, Motta et.al. (2003), menciona que la producción de racimos de fruta fresca, está ampliamente influenciada por el número de hojas mantenidas por la palma. Así mismo, Hertley (1983, menciona que la variación en la producción en la producción también esta relacionada con la edad de la palma ya que el número de los racimos disminuye rápidamente con el tiempo, debido tanto a una menor producción de hojas como a una reducción de la reproducción sexual.

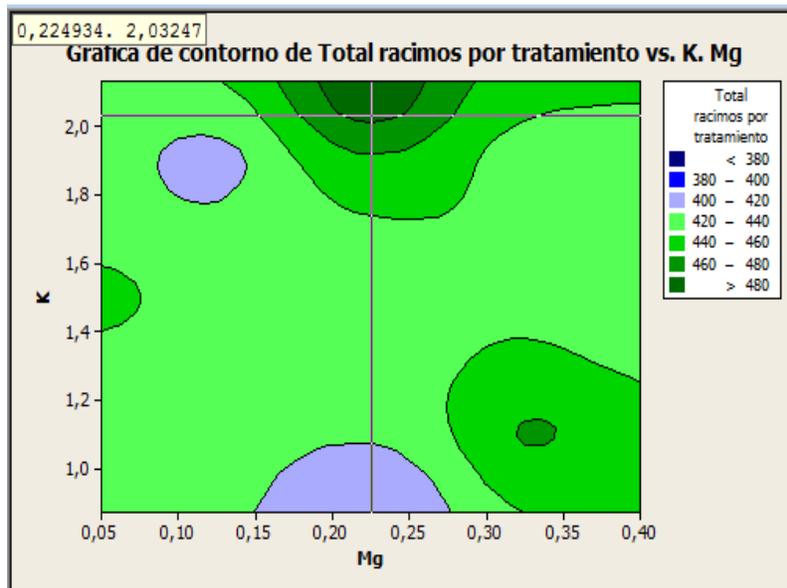


Grafico 19: Análisis de contorno correspondiente a total racimos por tratamientos para la interacción K y Mg.

En el grafico 19, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K₂O (2,032 gr) interactuando con una dosis intermedia de Mg (224 gr) registró una mayor numero de racimos por tratamiento (>495 racimos/año).

Se nota claramente que el potasio influye en el número de racimos de fruta fresca cosechados, con pequeñas distorsiones el magnesio. Es por tal razón que al inicio de la cosecha se inicia con coloraciones excelentes pero a partir de los 6 7 meses de cosecha, tratamientos como 8, 16 y 17 presentaron amarillamiento.

Alvarado, et.al. (1998), citado por Ayala (2010) menciona que, el rendimiento y el peso promedio del racimo aumenta con la edad de las palmas, y este compartimiento se estabiliza cuando las palmas alcanzan los nueve años de edad. Sin embargo, existe un gran efecto estacional real relacionado con los cambios del clima.

Por otra parte Quesada (2010), citado por Jenny Parra (2010) Una de las causas de bajo rendimiento es por pérdida de racimos por aborto, que es la interrupción del racimo en su producción) entre la antesis (respectividad de las flores) y la madurez; la cual está generalmente asociada con una alta relación de sexo, ocurre frecuentemente en plantas jóvenes con grandes cargas de racimos, área foliar baja y reservas nutricionales inadecuadas para desarrollar los racimos producidos.

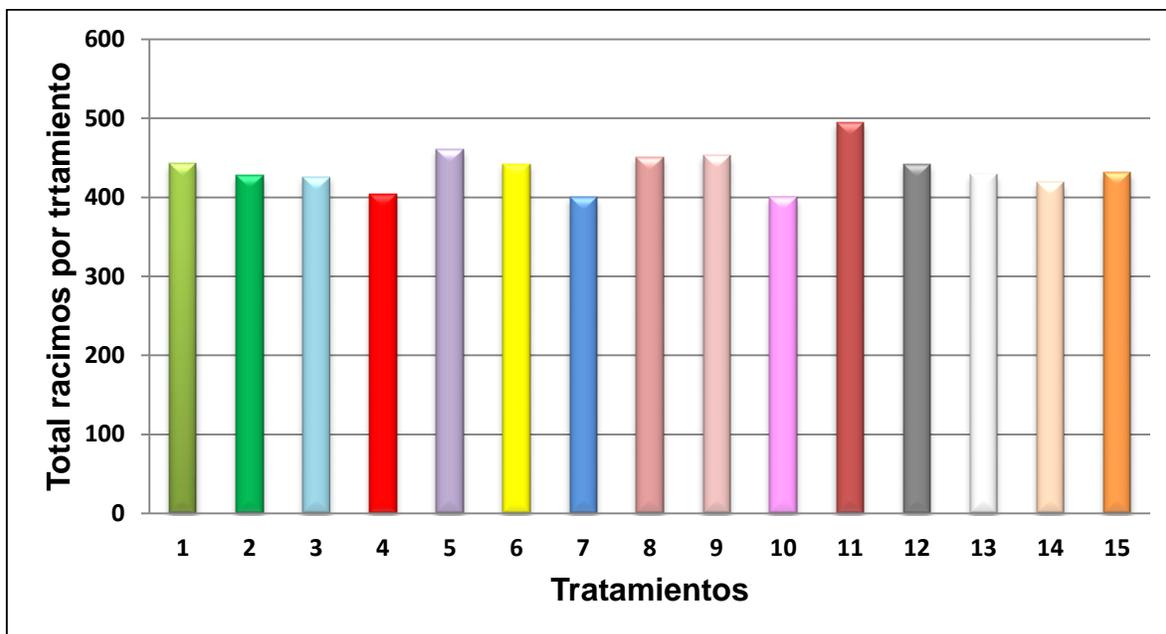


Grafico 20. Incremento total racimos por tratamientos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 4.9; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 11 (0, -1,633, 0) con una dosis de (N, 520 gr), (K, 1,350 gr), (Mg, 1,085 gr). Registró un mayor número de racimos por tratamientos (>495.racimos/año).

4.1.6. Rendimiento acumulada t/ha (R.A/HA)

Para las variable rendimiento acumulado tonelada por hectárea no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

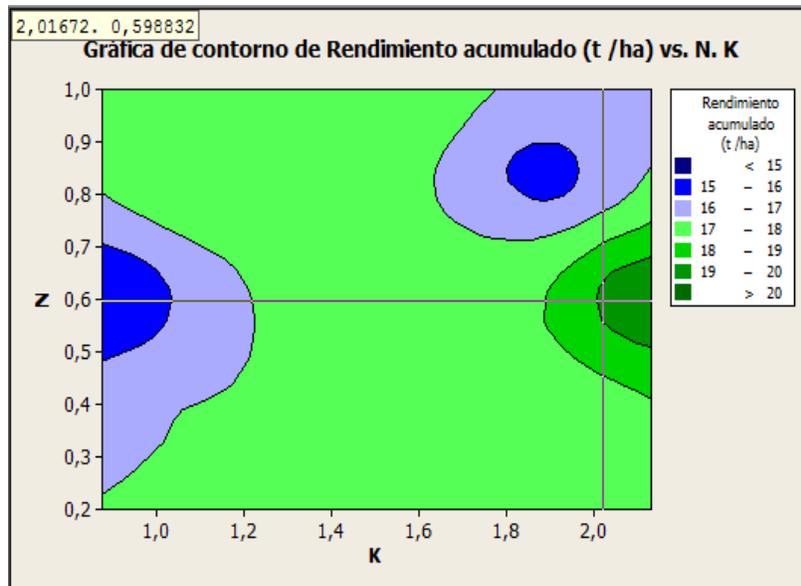


Gráfico 21: de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción N y K.

En el gráfico 21, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (2,016 gr) interactuando con una dosis intermedia de N (598gr) registró un aumento en el rendimiento acumulado (>19,73 t/ha/año).

Claramente se nota que el potasio es el marcador en el rendimiento de la fruta fresca, el incremento de tonelada por hectárea es ascendente, pero el nitrógeno se separa marginalmente de su contexto de interacción lo que da una pauta para regular dosis de potasio hasta el nivel de interacción. Lo cual permite una vegetación estable y por ende una producción de igual manera.

(Vargas 2012). Para los factores relacionados en estudio N y K no se observaron significancias estadísticas para los factores en estudio, el promedio fue de 15.16 t/ha/año; el coeficiente de variación fue (a) fue 12.88% y coeficiente de variación (c) fue 17.96%, siendo bueno para este tipo de investigación en campo.

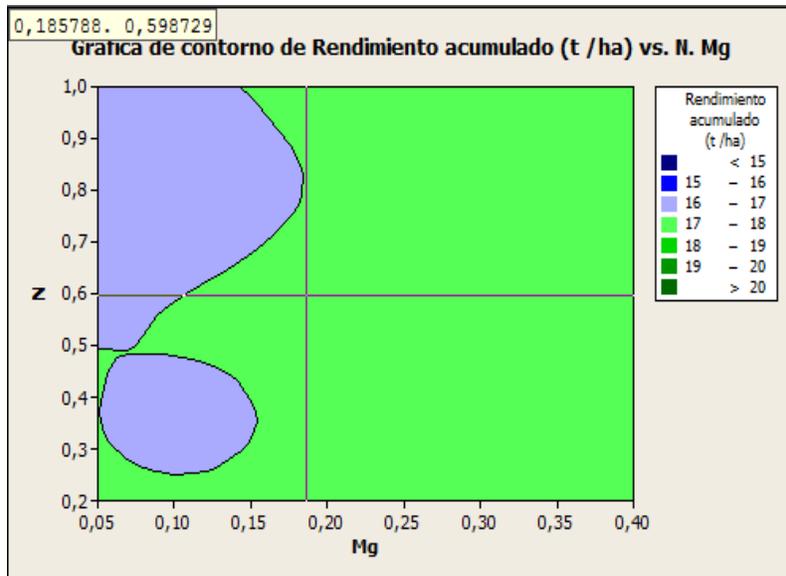


Grafico 22: de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción N y Mg.

En el grafico 22, se observó una tendencia en la cual una dosis intermedias de N (598 gr) interactuando con una dosis baja de Mg (185 gr) registró un aumento en el rendimiento acumulado (>19,73 t/ha/año).

El magnesio se estabiliza en sus funciones, pero no interactúan correctamente con el nitrógeno lo que el indica que dosis de nitrógenos muy elevadas causa un antagonismo entre dosis baja de magnesio. Provocando coloración amarillamiento en la planta.

(Rene 2012). Este es posiblemente uno de los ciclos más complicados, ya que el N se encuentra en varias formas y porque los organismos son los responsables de las de las interconversiones.

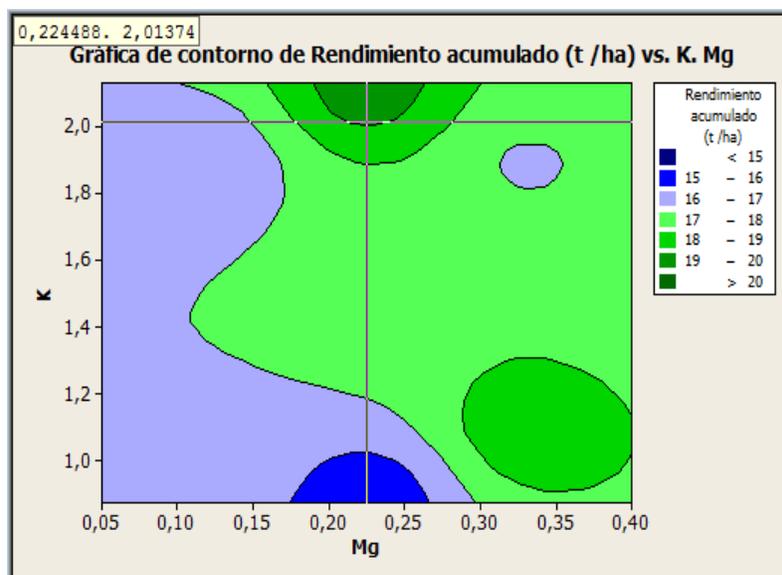


Gráfico 23: Análisis de contorno correspondiente a rendimiento acumulado (t/ha) para la interacción K y Mg.

En el gráfico 23, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (2,013 gr) interactuando con una dosis intermedia de Mg (224 gr) registró un aumento en el rendimiento acumulado (>19,73 t/ha/año).

Claramente se nota que dosis muy elevadas de potasio no están interactuando correctamente frente a un magnesio que se mueve favorable pero que a la vez no tiene función alguna frente a un antagonismo presentado. Lo cual es el indicador que en los primeros 7 meses se presente una cosecha con toda normalidad y que a partir de entonces los tratamientos con dosis altas de potasio presentaron amarillamiento.

(Guañuna, 2012). Mantener el suelo la relación (60%Ca-30%Mg-10%K) pese al cambio en producción durante el quinto año de evaluación, para tener el comportamiento de dicha relación y poder establecer los factores que pueden ocasionar la baja de producción. Durante años anteriores la mejor producción la ha tenido la relación (60/Ca-30%Mg-10%K) con diferencia de 7 a 12 t/ha frente a los demás tratamientos.

Por otra parte, Calvache y López, (2000). 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. además, la absorción total de la planta (material vegetativo, hojas podadas, racimos, inflorescencias llega a 250 Kg de K año⁻¹. El potasio 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 la evapotranspiración la principal función bioquímica del K es la activación de varios sistema 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 de la fertilización potásica es nativa del suelo.

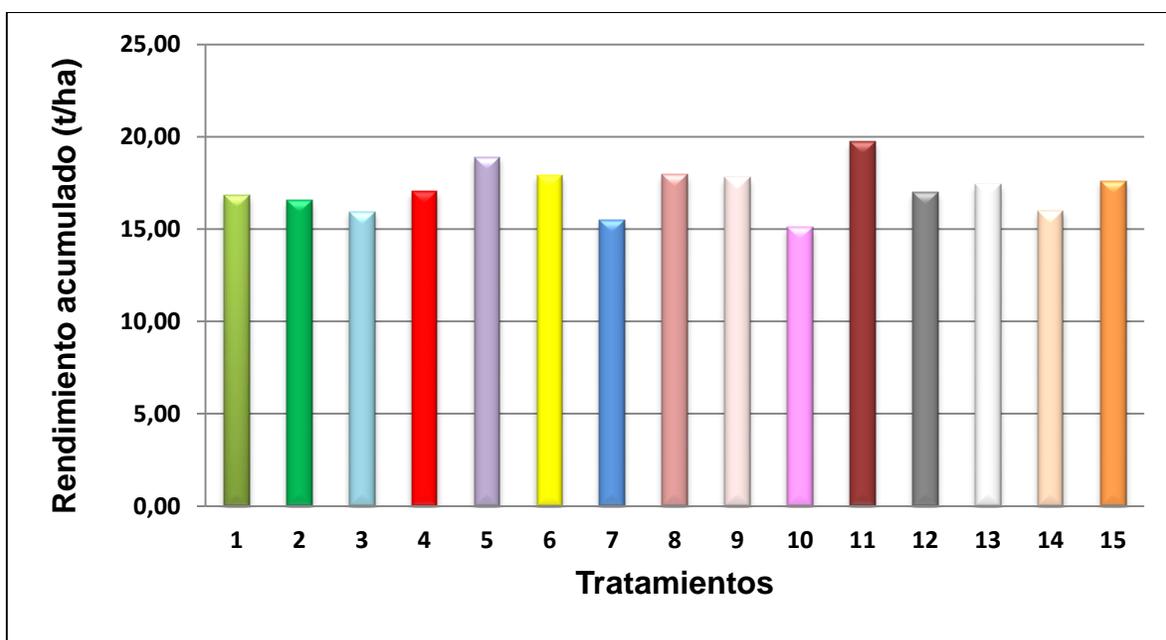


Grafico 24. Incremento en rendimiento acumulado t/ha por tratamientos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 4.7; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 11 (0, -1,633, 0) con una

dosis de (N, 520 gr), (K, 1,350 gr), (Mg, 1,085 gr). Registró un aumento en el rendimiento acumulado tonelada por hectárea y tratamiento (>19,73.t/ha/año).

4.1.7. Peso promedio por racimo Kg (PPR)

Para las variable peso promedio por racimos no se observaron diferencias estadísticas para las interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg), para la interacción triple (N: K: Mg) y para las falta de ajuste lo cual indica que los datos estimados se ajustan a los valores estimados.

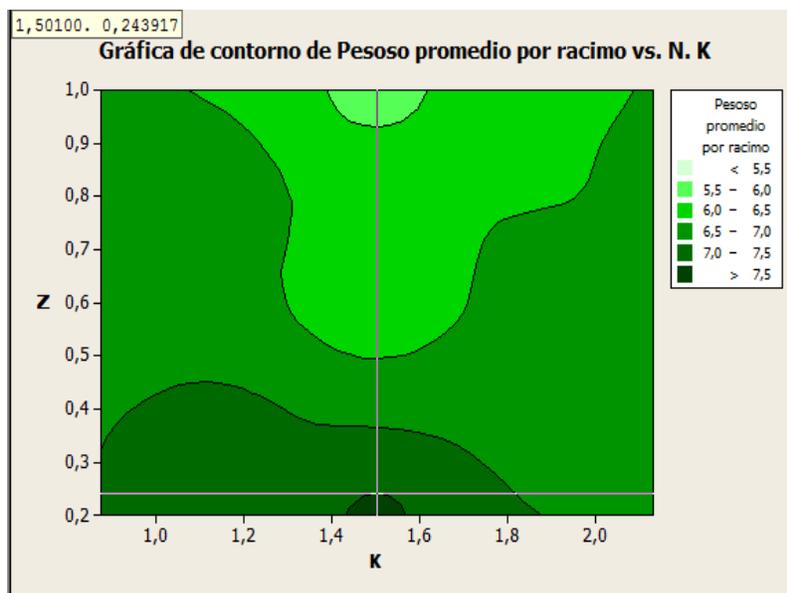


Gráfico 25: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción N y K.

En el gráfico 25, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de K_2O (1,501 gr) interactuando con una dosis intermedia de N (243gr) registró un incremento en el peso promedio por racimos con (>7,56 Kg/r/año).

El peso promedio se muestra favorable en su incremento, el grafico nos muestra claramente que nitrógeno y potasio están interactuando correctamente lo cual permite un incremento en el peso del racimo.

(Informaciones Agronómicas IPNI abril 2008 N° 69) El nitrógeno y el potasio son nutrientes más requeridos, mientras que estos nutrientes son removidos en la cosecha de racimos de fruta fresca, inmovilizados en el crecimiento de la planta según su desarrollo.

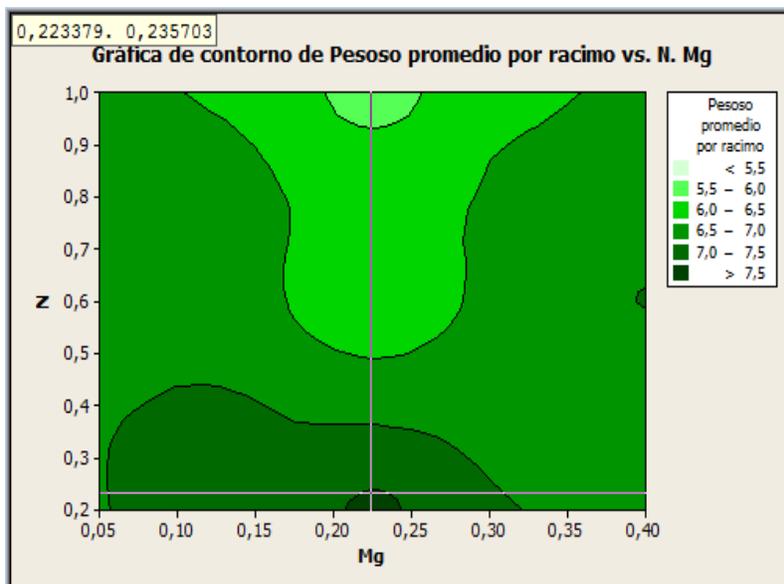


Gráfico 26: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción N y Mg.

En el gráfico 26, se observó una tendencia en la cual una intermedia de Mg (223 gr) interactuando con una dosis baja de N (235 gr) registró un incremento en el peso promedio por racimos con (>7,56 Kg/r/año).

Magnesio con una interacción favorable en el peso promedio del racimo frente al nitrógeno, las dosis que arroja el análisis del gráfico mejoraron el aumento del peso promedio del racimo.

(Informaciones Agronómicas IPNI abril 2008 N° 69,P.6) La eficiencia de estudios realizados de absorción de nutrientes en palma aceitera reportados en Malacia en especial Nitrógeno y Magnesio han comprobado que influyen en los pesos promedios de racimos de fruta fresca cosechados. Por otra parte (Fairhurst,1999) manifiesta que resultados de experimentos de campo, presentados en distintos artículos durante las visita de campo promueven de información que sirve de guía para tomar daciones con respecto, a dosis y fuentes de nutrientes, así como métodos y calendarios de aplicación.

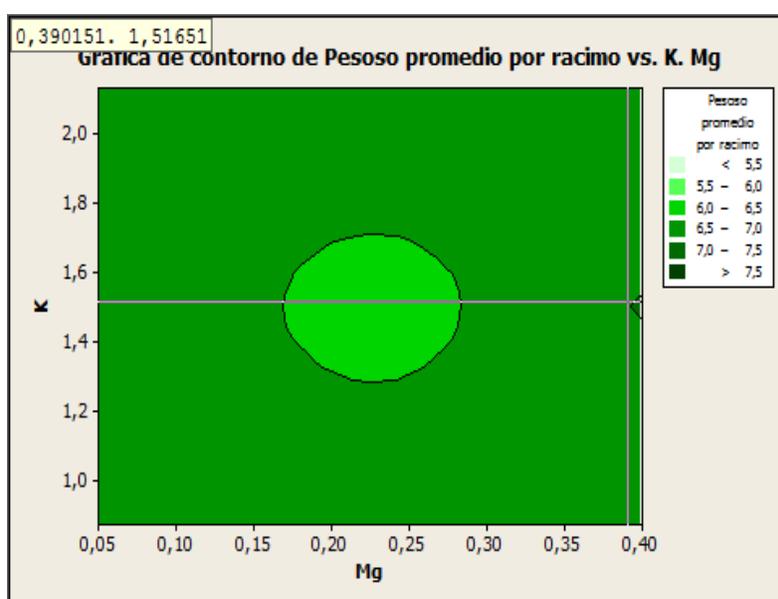


Gráfico 27: Análisis de contorno correspondiente a peso promedio por racimos para la interacción K y Mg.

En la figura 21, se observó una tendencia en la cual una dosis alta de Mg (390 gr) interactuando con una dosis intermedia K₂₀ (1,516 gr) registró un incremento en el peso promedio por racimos con (>7,56 Kg/r/año).

Los colores fuertes nos indican que la interacción es favorable entre magnesio y potasio lo cual incremento el promedio del racimo. Siempre y cuando se tomen las interpretaciones adecuadas de los análisis de suelo y foliar antes de fertilizar.

(León, 1985) citado por Cevallos 2008) Si ésta es menor a 1.0, probablemente el K impedirá la toma del 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 esta último a pesar de que hagan aplicaciones aparentemente adecuadas.

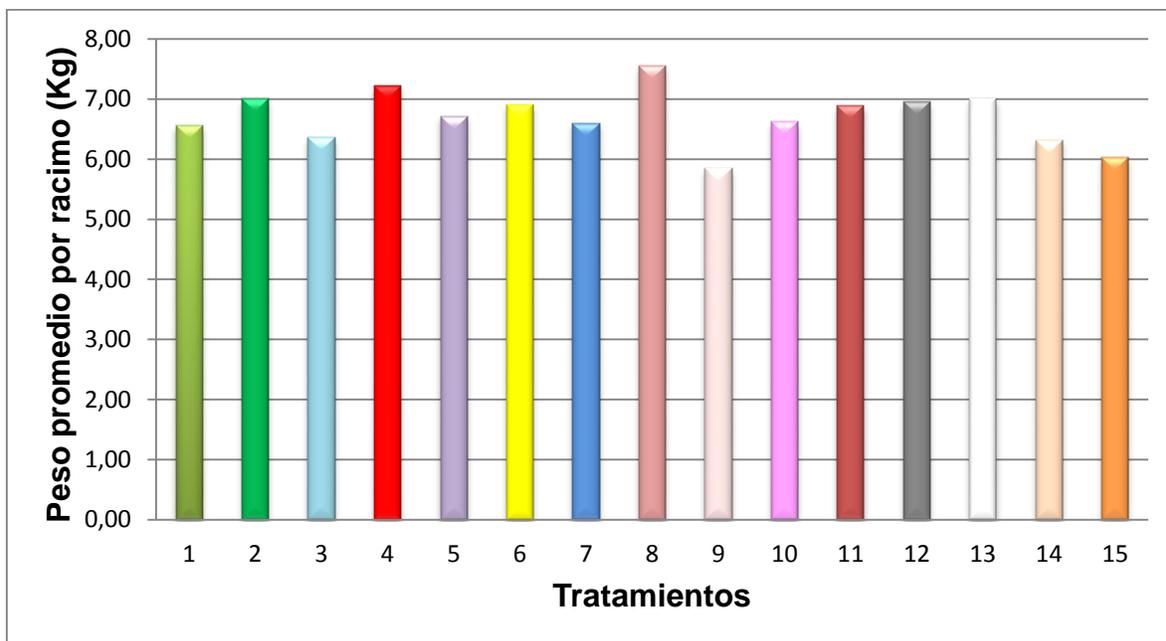


Grafico 28. Incremento en el peso promedio por racimos para la interacciones dobles (N: K; N: Mg y K: Mg) y triples (N: K: Mg) en el Manejo de la nutrición con diferentes dosis de N, K y Mg en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq*) en la zona de Monterrey 2013.

Bajo las condiciones climáticas y edafológicas del estudio (PH: 4.7; T° 23; 3893 mm de precipitación/año se determinó que el tratamiento 8 (1, 1, -1) con una dosis de (N, 1,600 gr), (K, 3,003 gr), (Mg, 425 gr). Registró un aumento en el rendimiento acumulado tonelada por hectárea y tratamiento (>7,56 Kg/año).

Cuadro: 12 Costo de mantenimiento en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la zona de Monterrey, 2013.

RUBRO		COSTO TOTAL / TRATAMIENTOS (USD)																							
		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24
MANEJO AGRÓNIMICO		53,00	52,00	50,00	53,00	59,00	57,000	49,00	57,00	56,00	47,00	62,00	54,00	55,00	50,00	61,00	62,00	62,00	58,00	49,00	43,00	66,00	50,00	50,00	54,00
Corte y recolección de la fruta		8,82	8,75	8,41	8,29	9,97	9,380	8,12	9,48	9,41	7,92	10,41	8,97	9,14	8,38	10,14	10,40	10,30	9,76	8,15	7,26	10,93	8,29	8,43	9,10
Transporte de la fruta		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,000	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Aplicación insecto polinizadores		3,50	3,53	3,36	3,57	3,98	3,750	3,24	3,79	3,76	3,16	4,16	3,65	3,65	3,35	4,05	4,12	4,11	3,90	3,26	2,90	4,37	3,37	3,37	3,63
Alzada de fruta		38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	39,000	39,00	39,00	42,28	39,00	39,00	39,00	39,00	43,20	43,20	39,00	39,00	39,00	39,00	35,64	39,00	39,00	39,00	39,00
Chapia manual		48,60	48,60	49,00	49,00	49,00	49,000	49,00	49,00	55,35	49,00	49,00	49,00	49,00	54,00	54,00	49,00	49,00	49,00	49,00	44,55	49,00	49,00	49,00	49,00
Corona invertida (moto guaraña)		4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,450	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
Limpieza de caminos parcela (me)		2,28	2,30	2,30	2,30	2,30	2,300	2,30	2,30	2,59	2,30	2,30	2,30	2,30	2,53	2,53	2,30	2,30	2,30	2,10	2,30	2,30	23,00	2,30	2,30
Control saboya		7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,920	7,92	7,92	9,02	7,92	7,92	7,92	7,92	8,80	8,80	7,92	7,92	7,92	7,92	7,26	7,92	7,92	7,92	7,92
Poda sanitaria		11,52	12,96	15,84	17,28	10,08	14,000	14,40	15,84	21,32	20,16	18,72	18,72	18,72	20,80	20,80	18,72	18,72	18,72	18,72	17,16	18,72	18,72	18,72	18,72
Aplicación de fertilizante		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Chequeo fito		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,500	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Control de arrieras		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,600	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Chequeo defoliadores		3,46	3,46	0,00	3,46	0,00	3,460	3,46	0,00	0,00	3,46	0,00	0,00	3,46	3,46	0,00	0,00	0,00	3,46	0,00	10,38	0,00	0,00	3,46	0,00
Eradicación, fumigación y resiembra																									
Productos fitosanitarios																									
Endosulfan		0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,100	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,27	0,00	0,00	0,10	0,00
Glifosato		0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,860	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Metamix		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,330	0,00	0,00	0,00	0,00	12,48	0,00	0,00	17,32	18,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,66	0,00	0,00	0,00
Fertilizantes																									
Urea		0,00	24,00	0,00	24,00	0,00	24,000	0,00	24,00	0,00	33,36	12,48	12,48	12,48	13,87	13,87	12,48	12,48	12,48	12,48	11,44	12,48	12,48	12,48	12,48
Sulfato de amonio		19,43	22,50	19,43	22,50	19,43	22,500	19,43	22,50	5,36	20,45	20,45	20,45	20,45	22,73	22,73	20,45	20,45	20,45	20,45	18,75	20,45	20,45	20,45	20,45
MS-Z		37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,500	37,50	37,50	42,70	37,50	37,50	37,50	37,50	41,66	41,66	37,50	37,50	37,50	37,50	34,31	37,50	37,50	37,50	37,50
Muriato de potasio		69,48	40,13	69,48	69,48	40,13	40,130	69,48	69,48	62,48	55,03	30,96	79,11	55,03	61,15	61,15	55,03	55,03	55,03	55,03	50,45	55,03	55,03	55,03	55,03
Sulfato de magnesio		21,91	5,28	5,28	21,91	52,80	21,910	21,91	5,28	15,34	13,41	13,47	13,47	0,00	30,14	14,97	13,47	13,47	13,47	13,47	12,35	13,47	13,47	13,47	13,47
Kmag		6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,290	6,29	6,29	7,17	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	6,29	5,77	6,29	6,29	6,29	6,29
Azufre elemental		1,08	3,24	3,24	1,08	3,24	1,080	1,08	3,24	2,46	2,16	2,16	2,16	3,76	0,60	2,40	2,16	2,16	2,16	2,16	1,98	2,16	2,16	2,16	2,16
PLANTAS /UNIDAD EXPERIMENTAL		36	36	36	36	36	36	36	36	41	36	36	36	36	40	40	36	36	36	36	33	36	36	36	36
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO		347,2	330,9	330,4	380,0	353,9	357,06	345,6	366,0	348,6	361,6	342,7	368,4	337,2	401,8	399,7	354,3	352,0	353,0	337,9	319,2	367,7	360,1	343,1	344,5
PLANTAS/UNIDAD NETA		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
COSTO/PLANTAS NETA		153,6	146	146	168	157	158,4	154	162	136	160	152	163,2	148,8	160	158	157	157	157	148,8	154	163,2	160	152	152
COSTO /PLANTA NETA		9,6	9,1	9,1	10,5	9,8	9,9	9,6	10,1	8,5	10	9,5	10,2	9,3	10	9,9	9,8	9,8	9,8	9,3	9,6	10,2	10	9,5	9,5

Fuente Rivas 2013

FUENTE Rivas 2013

Cuadro: 13 Beneficio/Costo por planta en Manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la zona de Monterrey, 2013.

																	
MANEJO DE LA NUTRICIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE (N,K y Mg) EN LA PRODUCCIÓN DE LA PALMA ACEITERA (<i>elaeis guineensis</i> jacq.) EN LA ZONA DE MONTERREY CANTÓN LA CONCORDIA.																	
T	Tratamiento / Elementos			Tratamiento/ Elementos							BENEFICIO COSTO /PLANTAS NETAS						
	Coeficientes			Dosis (Kg/ planta)							DE EVALUACIÓN						
	N	K	Mg	Sulfato de Amonio (kg; 21%N, 24% S) (kg)	Urea (46% N) (kg)	MESZ (kg; 12%N, 40% P2O5, 10% S; 1% Zn) (kg)	KMag (kg)	Sulfato de Magnesio (kg)	Azufre elemental (kg)	Muriato de Potasio (kg)	TOTAL Kg/año	PRECIO USD/Kg	INGRESO USD/Kg	INGRESO /P, EVALUADA/USD	COSTO /P,EVALUADA. USD	BENEFICIO/COSTO/ P, EVALUADA.USD	RENDIMIENTO USD /HA
1	-1	-1	1	0,950	0,000	1,250	0,278	1,765	0,100	1,750	1768,90	0,15	265,335	16,58	9,6	1,73	247
2	1	-1	-1	1,100	1,000	1,250	0,278	0,425	0,300	1,750	1719,00	0,15	257,850	16,12	9,6	1,68	240
3	-1	1	-1	0,950	0,000	1,250	0,278	0,425	0,300	3,030	1676,23	0,15	251,435	15,71	9,6	1,64	234
4	1	1	1	1,100	1,000	1,250	0,278	1,765	0,100	3,030	1784,45	0,15	267,668	16,73	9,6	1,74	249
5	-1	-1	-1	0,950	0,000	1,250	0,278	0,425	0,300	1,750	1960,50	0,15	294,075	18,38	9,6	1,91	274
6	1	-1	1	1,100	1,000	1,250	0,278	1,765	0,100	1,750	1818,75	0,15	272,813	17,05	9,6	1,78	254
7	-1	1	1	0,950	0,000	1,250	0,278	1,765	0,100	3,030	1593,80	0,15	239,070	14,94	9,6	1,56	223
8	1	1	-1	1,100	1,000	1,250	0,278	0,425	0,300	3,030	1876,85	0,15	281,528	17,60	9,6	1,83	262
9	-1,633	0	0	0,230	0,000	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1856,05	0,15	278,408	17,40	9,6	1,81	259
10	1,633	0	0	1,000	1,390	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1533,20	0,15	229,980	14,37	9,6	1,50	214
11	0	-1,633	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	1,350	2057,35	0,15	308,603	19,29	9,6	2,01	287
12	0	1,633	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	3,450	1785,84	0,15	267,876	16,74	9,6	1,74	249
13	0	0	-1,633	1,000	0,520	1,250	0,278	0	0,348	2,400	1765,85	0,15	264,878	16,55	9,6	1,72	247
14	0	0	1,633	1,000	0,520	1,250	0,278	2,185	0,050	2,400	1599,65	0,15	239,948	15,00	9,6	1,56	223
15	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	2000,15	0,15	300,023	18,75	9,6	1,95	279
16	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	2057,95	0,15	308,693	19,29	9,6	2,01	287
17	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	2032,65	0,15	304,898	19,06	9,6	1,99	284
18	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1913,00	0,15	286,950	17,93	9,6	1,87	267
19	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1607,25	0,15	241,088	15,07	9,6	1,57	224
20	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1431,10	0,15	214,665	13,42	9,6	1,40	200
21	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	2092,10	0,15	313,815	19,61	9,6	2,04	292
22	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1629,60	0,15	244,440	15,28	9,6	1,59	228
23	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1700,25	0,15	255,038	15,94	9,6	1,66	237
24	0	0	0	1,000	0,520	1,250	0,278	1,085	0,200	2,400	1800,20	0,15	270,030	16,88	9,6	1,76	251
TOTAL, USD											43060,67	0,15	6459,101	403,69	230,4	42,05	6013

Análisis realizado 2013

Fuente Rivas

Análisis realizado 2013

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RCOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, sin embargo, se detectaron tendencias en cuanto a los niveles de nutrientes evaluados, registrándose las mayores respuestas en el Tratamiento 11 (0 Nitrógeno, nivel medio; - 1,633 Potasio, nivel bajo; - 0 Magnesio, nivel medio) para variables vegetativas como emisión foliar y materia seca vegetativa y para variables productivas como rendimiento y número de racimos por tratamiento.

Los fertilizantes, tuvieron efecto positivos en la emisión foliar en el T11, con (>2,86 h/promedio mes).

Los fertilizantes, en estudio se reflejó mayores efectos del área foliar en metro cuadrado en el T6 con (>198,41m²/año). Durante el periodo de investigación a pesar de no verse encontrado diferencia estadística entre elementos.

A pesar de la combinación entre estos tres elementos en estudio, influyen en el desarrollo de del peso seco foliar con mayor impacto en el T11 con (>1,87 Kg/año). En el periodo de investigación.

A pesar de no verse encontrado diferencia estadística en el análisis de varianza de regresiones, las combinaciones entre los tres elementos en estudio, influye en el aumento de materia seca vegetativa reflejado con mayor volumen en el T11 con (>77,17 Kg/año) en el primer año de investigación.

Podemos concluir que entre N y K son los elementos que mayor influencia tienen con el número de racimos por tratamiento, a pesar de no verse encontrado diferencias estadísticas en el primer año de investigación, sobresale el T11 con (>495 racimos/año). En el periodo de investigación.

Los fertilizantes, en estudio se vieron reflejados en el incremento del rendimiento por hectárea. A pesar de no verse encontrado diferencias estadística en el primer año de evaluación, su potencial mayor se reflejó en el T11 con (>19,73) t/h año en el primer periodo de un año de investigación.

De los fertilizantes en estudio, de mayor influencia surge entre N y K, los cuales muestran mayor combinación entre sí. Provocando un incremento en el promedio del racimos de fruta fresca en kg. Teniendo un mayor impacto en el T8, con (>7,56 Kg/promedio año). En el primer año de evaluación.

El mayor beneficio costo lo registro el Tratamiento 11 (0 Nitrógeno – 1,633 Potasio - 0 Magnesio) con \$ 2,01, es decir que por cada dólar invertido, se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 1,01 USD. Que hace referencia cuadro 12y13.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda continuar con la investigación, ya que al ser un cultivo perenne se obtienen respuestas a largo plazo (luego de años de investigación).

Determinar si la tendencia registrada durante el primer año, en la cual el tratamiento 11 presento mayores respuestas, se mantiene en el tiempo para introducirla en las estrategias de fertilización del cultivo.

Tener presente en las interpretaciones de los análisis de suelo y foliares, que los niveles de Mg estén siempre por encima del K o en niveles medios.

Es de importancia regirse a un programa de fertilización para cumplir los intervalos de aplicación de los fertilizantes.

La aplicación del fertilizante debe realizarse en todo el palto de la corona de la planta, y tener en consideración el calibrar las medidas estándares para un mayor éxito en el manejo nutricional de la planta.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

ANCUPA2010. Estación experimental, manejo sostenible del cultivo de la palma africana.

AFRICANO, F. 2000. Labores de mantenimiento en cultivos establecidos de palma de aceite. Bogotá, CO. CEDEPALMA. P. 173.

ANCUPA, F. 2010. Producción de palma aceitera en Ecuador, proyección de la producción al año 2019.

ARROBO, N. 2006. Extracción de nutrientes en la producción anual de racimos y hojas podadas de Palma Aceitera (*Elaeis guinensis* Jacq). Híbrido Tenera INIAP) en tres edades diferentes de cultivo y dos épocas de muestreo. Santo.

ARROBO, N. 2006. Extracción de nutrientes en la producción anual de racimos y hojas podadas de Palma Aceitera (*Elaeis guinensis* Jacq). Híbrido Tenera INIAP) en tres edades diferentes de cultivo y dos épocas de muestreo. Santo domingo de los Colorados. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias A graciolas. P. 3-63.

ANCUPA. 2010. Estadísticas Nacionales de Palma Africana. www.ancupa.com.

ANCUPA 2009.Cadenas de oleaginozas para el Ecuador.

AIKAWA.1981, CITADO POR CORDOVA 2009. Magnesio, un macronutriente vital,<http://creas.bligoo.com/content/view/612667/mangnesio-un-macronutriente>.

ANDRÉS SUÁREZ, 2010. Recuperación de plantas en estrés bajo tres factores de N, K Mg. En el Cantón la concordia.

ALVARADO, ET.AL. 1998 CITADO POR AYALA 2010. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, K y Mg .bajo condiciones de riego y sin riego en el cantón la Concordia.

ANCUPA (2012), Estación de investigación.

ANCUPA (2012), Registros de regiones visitadas

ANCUPA (2011), Abriendo brechas

AYALA (2010), Manejo de riego en la palma aceitera.

AYALA (2010), Rendimiento en la palma aceitera.

BERNAL, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo porcicultor. Bogotá, CO. FEDEPALMA. P. 23-28.

BERNAL, F, Y ALMONACID, M. ANCUPA. 2006. Desarrollo cronológico del fruto de la palma aceitera.

BERTSCH, F 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, CR. Asociación Costarricense de la ciencia.

BLOGGER, 2011. Relación potasio y magnesio en el desarrollo vegetativo del cultivo de la palma aceitera. Manual de manejo del cultivo de la palma Africana p.3.

BIBLIOTECA VIRTUAL. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID, 2013. La importancia del nitrógeno en las moléculas vegetal.

BUSTAN Y GOLDS CHMIDT. 2005). Desordenes nutricionales y manejo de nutrientes. Manual de bolsillo. P.18.

BIOAGRO V.20N.3 BARQUISIMETO DIC, 2008. Efectos de la fertirregación con nitrógeno y potasio en el incremento de la palma de coco enano verde de Jiqui.

BOECK, 2007. La nutrición una ventaja en el desarrollo productivo de la palma aceitera.

BREURE (2006), Nutrición vegetal.

COOPERATIVA AGROPECUARIA ORELLANA, F. 2007 a 2012. Datos históricos de análisis de suelo y foliares. Manejo y criterios.

COOPERATIVA AGROPECUARIA ORELLANA (2012), Estación meteorológica.

COCOINEAE JACQUIN, 1763. Taxonomía vegetal de la palma aceitera.

CORLEY Y TINKEER, 2009. "La palma de aceite" Por E. Maldonado. Y F. Maldonado. EC. Cuarta edición. Bogotá Colombia, Blackwell science Ltd. Pg.585.

CORLEY Y MOK; FOSTER Y PRABOWO; GURMIT; KEEY Y CHEW, CITADOS POR CORLEY; TINKER Y RAÚL GALLARDO (2009,2012). Medición de clorofila, para detectar de deficiencia temprana.

CORLEY (1076), Taxonomía de la palma africana. [https://www.goole.com.es/search ? q.](https://www.goole.com.es/search?q)

CEVALLOS 2008, Evaluación de diferentes relaciones de Ca Mg y K en palma aceitera bajo condiciones de riego y sin riego en la concordia.

CARLOS DUQUE, CARLOS PERDOMO Y JUAN JARAMILLO, 2004. Manejo con diferente sistema de nutrición relacionada con el desarrollo vegetativo.

CALVACHE Y MAGDALENA LÓPEZ, 2000. Analisis de los nitratos de tejido relaciones en Nitrógeno y potasio en el cultivo de la palma aceitera.

DUBOS et al., 2004. Manejo de nutrición mineral en palma de aceite situación actual y perspectivas. Palma –volumes.25 No. Especial, Tomo i, 2004 P.42.

D.MATTOS JUNIOR, IPNI. ABRIL 2013. Manejo de la fertilidad del suelo para cítricos de alto rendimiento. Boletín agronómico, P.5-6.

EL CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA, 2013. Un cultivo rentable en la agricultura.

EN NUESTRO PAÍS EN (1953), Historia del cultivo de la palma aceitera.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTODOMINGO (2010), Materia seca vegetativa.

FOSTER (1986), Nutrición orgánica edición 5, p.2.

FAIRHURST. Et al., 2005. Principios clave para el manejo del cultivo y nutriente en la palma aceitera. Artículo de información agronómica.P.6

FEDEPALMA (1993), Articulo

GOH et al., 1994, Manual, calendario de fertilización agrícola. p 3-4

GIOVANNA ALEJANDRA CEVALLOS MEDINA 2008. Universidad central del Ecuador “Evaluación de diferentes relaciones de ca, mg y ken palma aceitera (*elaeisguineensisjacq.*) Bajocondiciones de riego y sin riego. La concordia. Esmeraldas”.

HARTLEY (1986). Genero de la palma africana.

HARLEY (1985), El uso de los minerales.

HERNÁNDEZ, 2009. Estimulación vegetativa en desordenes nutricionales en el cultivo de la palma aceitera.

HERTLEY (1983), Variación de la producción.

IPNI.Jaramillo.rjaramillo@ipni.net. 2.012. Manejo en investigación con sistema de diseño central compuesto.

IPNI 2005, Internacional plan nutrición. Desórdenes nutricionales y manejo de nutrición. P14-15.

INPOFOS, 1997Nuevos criterios en la recomendación de fertilizantes en sistema de alta productividad, información agronómica, volumen 3 edición 6.p 2.

INPOFOS, (1997), Guía de bolcillo para las mejores prácticas agronómicas.

IAN RANKINE Y THOMAS FAIRHURST 1999. Función del potasio en la palma aceitera, guía de campo fase madura volumen 3.p, 57.

IAN RANKINE Y THOMAS FAIRHURST 1999. Función del nitrógeno en la planta, guía de campo fase madura volumen 3. P, 49.

IPNI INFORMACIÓN AGRONÓMICA ABRIL 2008 N°69. Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera.

IPNI (2005), Internacional Plan Nutrición.

IPNI (2005), Manual de bolcillo P.5.

IPNI (2012), Internacional Plan Nutrición. Guía técnica.

JARAMILLO, (2012), Rendimiento sostenible 1 edición p 20.

JARAMILLO 2012 Manejo para rendimientos sostenible en el cultivo de la palma aceitera segundo congreso de palma africana.

KALI GMBH- BERTHA – VON- SUTTNER- STR, 2013. Fertilización correcta en cereales – cosecha con calidad. P. 15.

KEE Y GOH 2006. Desordenes nutricionales y manejo de la nutrición en la palma aceitera.

LEÓN (1987), citado por GABRIEL VACA, 2006. Evaluación de influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos en híbrido cirad de palma aceitera *elaeis guineensis jacq.*) En Quinde

MUÑOZ, 2002. Manejo de la nutrición balanceada en el cultivo de la palma aceitera.

MIRIAM MOLINA, 2010. Bioestimulantes en el cultivo de la palma aceitera, en el cantón la concordia Cital.

MOTTA ET.AL. 2003. Estimaciones de requisitos nutricionales en clones de la palma aceitera.

MUTERI (1998), Manejo nutricional.

MANTTOS JUNIOR (2003), Disponibilidad del nitrógeno.

ORLANDO GUAÑUNA, 2012. Evaluación con diferentes relaciones de Ca, Mg, Y K en palma aceitera (*Elaeis Guinensis* Jacq) bajo condiciones de riego y sin riego, en el quinto año de evaluación. La Concordia Sntodomingo de lo Taschila.

OSWALDO VÉLEZ, 2009. Factores de la nutrición relacionados entre aniones y cationes, en el buen manejo agrícola.

ORELLANA (2012), Costo de labores en vivero.

ORELLANA (2012), Costo de siembra.

COOPERATIVA AGROPECUARIA ORELLANA, (2012). Registros de control sanitario.

ORTIZ Y FERNANDEZ (1994), Descripción de la palma aceitera.

PARRA (2010), Causa de baja en la producción.

PEDRO SUMMERS RIVERO, 2005. El magnesio elemento principal en la clorofila del pigmento verde.

PADILLA, 1993, citado por JENNY PARRA, 2010. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma aceitera (*Elaeis Guineensis* Jacq) bajo condiciones de riego y sin riego, en el tercer año de ejecución. La Concordia Esmeraldas.

QUESADA (2010), CITADO POR JENNY PARRA 2010. Efecto de la fertirregación reflejados en la producción del cultivo de la palma aceitera

ROSERO (1997), Pluviometría control y desarrollo ambiental, En el manejo intermedio de recuperación de nutrientes.

RANKINE Y FAIRHURST (1998), Citado por VERDOOREN, 2012. Manejo para rendimiento sostenible, Diseño y análisis de los experimentos de fertilización. P.285.

RODRIGO BASANTES MORALES, 2012. Efecto de la aplicación de dos niveles de nitrógeno y dos niveles de fosforo en el rendimiento del cultivo de maíz.

RUBÉN Y VEROCHO, CITADOS POR CORLEY TIKER, 2009, Y RAÚL GALLARDO, 2012, Relación del contenido de clorofila sobre el estado nutricional de la palma aceitera. Parroquia Monterrey la Concordia.

RENE 2012.Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Manual de bolsillo. Para el manejo de suelo p.8

RAÚL GALLARDO 2011-2012. Relación entre el contenido clorofílico sobre el estado nutricional de la palma aceitera en la parroquia Monterrey Cantón la Concordia.

RANKINE Y FAIRHURST, 1998.Síntomas de deficiencia y desordenes nutricionales en palma aceitera; Guía de bolsillo. Potash Phosphat Institute, Singapore Office.

REVELO, 2002.Tarasclocación de energía en base a la relación de cloroplastos en el sistema vegetativo de la palma aceitera.

REDSHAW (1985), Manejo nutricional. Manual de bolsillo edición 3, p.15

ROSCOE SCOTT (1953).Historia del inicio de la palma aceitera.

RIVAS (2013), Resultados de las regresiones y análisis de varianza.

SILVA, (1998), La influencia de materia orgánica en el desbalance del magnesio en el cultivo de la palma aceitera.

SMITH, (1993), Las interacciones de los macronutrientes relacionados con el desarrollo vegetativo.

SMITH (1993), Materia seca vegetativa.

THOMAS FAIRHURST, 2005. Desordenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes.

VALLEJO Y FIGUEROA (1986), CITADO POR AYALA 2010. Manejo del cultivo de la palma aceitera con riego y sin riego en el cantón la concordia.

VARGAS 2012. Recuperación de palma aceitera *Elaeis guineensis* jacq de siete años de edad bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con uso de diferentes fuentes. La Concordia Santo domingo de los Tachilas.

VERDOREN (2012), Diseño experimentales.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Análisis de regresión: Emisión foliar vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elais guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\text{EFOL} = 4,13 - 1,24 \text{ N} - 1,17 \text{ K} - 4,72 \text{ Mg} - 0,082 \text{ N}^{**2} + 0,072 \text{ K}^{**2} + 2,87 \text{ Mg}^{**2} + 1,15 \text{ N}^* \text{ K} + 4,12 \text{ N}^* \text{ Mg} + 2,96 \text{ k}^* \text{ Mg} - 3,89 \text{ N}^* \text{ K}^* \text{ Mg}$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	4,1350	0,6244	6,62	0,000
N	-1,2432	0,9455	-1,31	0,211
K	-1,1660	0,5040	-2,31	0,038
Mg	-4,724	2,377	-1,99	0,068
N**2	-0,0817	0,2846	-0,29	0,779
K**2	0,0720	0,1154	0,62	0,543
Mg**2	2,875	1,488	1,93	0,076
N*K	1,1484	0,5728	2,00	0,066
N*Mg	4,117	3,550	1,16	0,267
k*Mg	2,961	1,479	2,00	0,067
N*K*Mg	-3,893	2,299	-1,69	0,114

S = 0,0656363 R-cuad. = 60,8% R-cuad.(ajustado) = 30,7%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	0,086927	0,008693	2,02	0,118
Error residual	13	0,056006	0,004308		
Falta de ajuste	4	0,030832	0,007708	2,76	0,095
Error puro	9	0,025173	0,002797		
Total	23	0,142932			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC	sec.
N	1	0,000044	
K	1	0,029267	
Mg	1	0,000055	
N**2	1	0,000149	
K**2	1	0,002102	
Mg**2	1	0,016074	
N*K	1	0,005286	
N*Mg	1	0,015957	
k*Mg	1	0,005642	
N*K*Mg	1	0,012351	

Observaciones poco comunes

Obs	N	EFOL	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
1	0,35	2,6889	2,7465	0,0592	-0,0576	-2,03R
5	0,35	2,7292	2,7925	0,0592	-0,0633	-2,24R
11	0,60	2,8594	2,7592	0,0501	0,1002	2,36R

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

Anexo 2. Análisis de regresión: Área foliar en (m²) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\text{Área foliar en (m}^2\text{)} = 303 - 148 N - 25,9 K + 155 Mg + 19,9 N^{**2} + 21,8 K^{**2} - 148 Mg^{**2} - 131 N*K - 90 N*Mg - 5 k*Mg + 213 N*K*Mg$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	303,1	113,8	2,66	0,019
N	-147,85	87,34	-1,69	0,114
K	-25,86	32,46	-0,80	0,440
Mg	154,73	80,79	1,92	0,078
N**2	19,92	81,10	0,25	0,810
K**2	21,85	20,70	1,06	0,311
Mg**2	-148,1	447,7	-0,33	0,746
N*K	-131,5	103,5	-1,27	0,226
N*Mg	-89,5	493,5	-0,18	0,859
k*Mg	-4,9	190,9	-0,03	0,980
N*K*Mg	213,3	351,5	0,61	0,554

S = 19,2371 R-cuad. = 46,2% R-cuad.(ajustado) = 4,7%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	4124,0	412,4	1,11	0,419
Error residual	13	4810,9	370,1		
Falta de ajuste	4	972,0	243,0	0,57	0,691
Error puro	9	3838,9	426,5		
Total	23	8934,9			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC sec.
N	1	357,5
K	1	14,1
Mg	1	1260,6
N**2	1	838,7
K**2	1	454,5
Mg**2	1	368,0
N*K	1	232,1
N*Mg	1	413,8
k*Mg	1	48,5
N*K*Mg	1	136,2

Anexo 3. Análisis de regresión: Peso seco foliar en (m²) Kg vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\begin{aligned} \text{Peso seco foliar H9 en (m}^2\text{) Kg} = & 1,82 + 0,093 \text{ N} + 0,118 \text{ K} - 0,271 \text{ Mg} \\ & - 0,332 \text{ N}^{**2} - 0,070 \text{ K}^{**2} + 3,97 \text{ Mg}^{**2} \\ & + 0,312 \text{ N}^* \text{K} - 3,21 \text{ N}^* \text{Mg} - 1,66 \text{ k}^* \text{Mg} \\ & + 2,62 \text{ N}^* \text{K}^* \text{Mg} \end{aligned}$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	1,8242	0,6276	2,91	0,012
N	0,0928	0,4818	0,19	0,850
K	0,1179	0,1790	0,66	0,522
Mg	-0,2714	0,4457	-0,61	0,553
N**2	-0,3322	0,4474	-0,74	0,471
K**2	-0,0699	0,1142	-0,61	0,551
Mg**2	3,965	2,470	1,61	0,132
N*K	0,3124	0,5712	0,55	0,594
N*Mg	-3,207	2,722	-1,18	0,260
k*Mg	-1,656	1,053	-1,57	0,140
N*K*Mg	2,617	1,939	1,35	0,200

S = 0,106116 R-cuad. = 36,4% R-cuad. (ajustado) = 0,0%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	0,08385	0,00838	0,74	0,675
Error residual	13	0,14639	0,01126		
Falta de ajuste	4	0,04671	0,01168	1,05	0,432
Error puro	9	0,09968	0,01108		
Total	23	0,23024			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC	sec.
N	1	0,02709	
K	1	0,00254	
Mg	1	0,00132	
N**2	1	0,00810	
K**2	1	0,00472	
Mg**2	1	0,00091	
N*K	1	0,00066	
N*Mg	1	0,00674	
k*Mg	1	0,01125	
N*K*Mg	1	0,02051	

Observaciones poco comunes

Peso seco				Residuo		
Obs	N	en (m ²) Kg	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	estándar
21	0,60	1,5177	1,7388	0,0322	-0,2211	-2,19R

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

Anexo 4. Análisis de regresión: Materia seca vegetativa (Kg) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\begin{aligned} \text{Materia seca vegetativa (Kg)} = & 70,4 + 2,5 N + 6,35 K + 0,0 Mg - 9,5 N^{**2} \\ & - 5,75 K^{**2} + 165 Mg^{**2} + 13,6 N*K - 195 N*Mg \\ & - 46,2 k*Mg + 121 N*K*Mg \end{aligned}$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	70,39	23,91	2,94	0,011
N	2,55	18,36	0,14	0,892
K	6,348	6,822	0,93	0,369
Mg	0,01	16,98	0,00	1,000
N**2	-9,47	17,05	-0,56	0,588
K**2	-5,754	4,352	-1,32	0,209
Mg**2	164,85	94,11	1,75	0,103
N*K	13,58	21,77	0,62	0,543
N*Mg	-195,5	103,7	-1,88	0,082
k*Mg	-46,18	40,14	-1,15	0,271
N*K*Mg	120,98	73,89	1,64	0,126

S = 4,04372 R-cuad. = 43,0% R-cuad.(ajustado) = 0,0%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	160,53	16,05	0,98	0,502
Error residual	13	212,57	16,35		
Falta de ajuste	4	114,71	28,68	2,64	0,104
Error puro	9	97,86	10,87		
Total	23	373,11			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC	sec.
N	1	17,36	
K	1	0,29	
Mg	1	6,87	
N**2	1	19,71	
K**2	1	39,05	
Mg**2	1	0,02	
N*K	1	1,08	
N*Mg	1	30,73	
k*Mg	1	1,58	
N*K*Mg	1	43,84	

Observaciones poco comunes

Materia seca vegetativa			Residuo			
Obs	N	(Kg)	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	estándar
2	0,35	68,404	72,287	3,609	-3,883	-2,13R
11	0,60	77,173	71,907	3,306	5,266	2,26R

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

Anexo 5. Análisis de regresión: Total racimos por tratamiento vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\begin{aligned} \text{Total racimos por tratamiento} = & 528 - 26 N - 0,2 K - 122 \text{ Mg} - 106 N^{**2} \\ & + 9,2 K^{**2} + 40 \text{ Mg}^{**2} - 3 N*K + 536 N*\text{Mg} \\ & - 233 k*\text{Mg} - 122 N*K*\text{Mg} \end{aligned}$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	528,2	174,6	3,03	0,010
N	-26,4	134,0	-0,20	0,847
K	-0,23	49,81	-0,00	0,996
Mg	-122,1	124,0	-0,98	0,343
N**2	-105,9	124,5	-0,85	0,410
K**2	9,16	31,77	0,29	0,778
Mg**2	40,0	687,2	0,06	0,954
N*K	-2,8	158,9	-0,02	0,986
N*Mg	536,4	757,5	0,71	0,491
k*Mg	-232,8	293,1	-0,79	0,441
N*K*Mg	-122,0	539,5	-0,23	0,825

S = 29,5257 R-cuad. = 33,3% R-cuad.(ajustado) = 0,0%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	5650,7	565,1	0,65	0,751
Error residual	13	11333,0	871,8		
Falta de ajuste	4	3284,6	821,1	0,92	0,494
Error puro	9	8048,4	894,3		
Total	23	16983,6			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC	sec.
N	1	56,3	
K	1	1033,9	
Mg	1	236,9	
N**2	1	630,3	
K**2	1	1628,8	
Mg**2	1	804,2	
N*K	1	8,8	
N*Mg	1	167,1	
k*Mg	1	1039,6	
N*K*Mg	1	44,6	

Observaciones poco comunes

Obs	N	Total racimos por tratamiento	Ajuste	Ajuste SE	Residuo	Residuo estándar
20	0,60	365,00	435,69	8,95	-70,69	-2,51

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

Anexo 6. Análisis de regresión: Rendimiento acumulado (t /ha) vs. N. K. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\text{Rendimiento acumulado (t /ha)} = 25,3 - 5,42 \text{ N} - 0,63 \text{ K} - 0,47 \text{ Mg} - 6,40 \text{ N}^{**2} - 0,41 \text{ K}^{**2} - 30,4 \text{ Mg}^{**2} - 0,9 \text{ N}^* \text{K} + 18,0 \text{ N}^* \text{Mg} + 0,3 \text{ k}^* \text{Mg} - 0,9 \text{ N}^* \text{K}^* \text{Mg}$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	25,28	11,63	2,17	0,049
N	-5,416	8,926	-0,61	0,554
K	-0,625	3,317	-0,19	0,853
Mg	-0,473	8,258	-0,06	0,955
N**2	-6,399	8,289	-0,77	0,454
K**2	-0,406	2,116	-0,19	0,851
Mg**2	-30,40	45,76	-0,66	0,518
N*K	-0,89	10,58	-0,08	0,935
N*Mg	18,00	50,44	0,36	0,727
k*Mg	0,34	19,52	0,02	0,986
N*K*Mg	-0,85	35,93	-0,02	0,981

S = 1,96619 R-cuad. = 24,5% R-cuad.(ajustado) = 0,0%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	10	16,286	1,629	0,42	0,912
Error residual	13	50,257	3,866		
Falta de ajuste	4	6,794	1,698	0,35	0,837
Error puro	9	43,463	4,829		
Total	23	66,543			

14 filas sin réplica

Fuente	GL	SC sec.
N	1	0,298
K	1	0,867
Mg	1	1,838
N**2	1	4,669
K**2	1	4,181
Mg**2	1	1,692
N*K	1	0,261
N*Mg	1	2,479
k*Mg	1	0,000
N*K*Mg	1	0,002

Anexo 7. Análisis de regresión: Peso promedio por racimo vs. K. Mg. ... en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.

La ecuación de regresión es

$$\text{Peso promedio por racimo} = 7,14 + 0,415 K - 2,17 \text{ Mg} + 2,47 N^{**2} + 0,601 K^{**2}$$

$$+ 30,1 \text{ Mg}^{**2} - 1,63 N^*K - 17,4 N^*Mg - 11,4$$

k*Mg

$$+ 13,5 N^*K^*Mg$$

Coef.

Predictor	Coef	de EE	T	P
Constante	7,137	1,376	5,19	0,000
K	0,4147	0,5854	0,71	0,490
Mg	-2,172	2,286	-0,95	0,358
N**2	2,469	2,066	1,19	0,252
K**2	0,6007	0,4886	1,23	0,239
Mg**2	30,06	11,77	2,55	0,023
N*K	-1,630	1,874	-0,87	0,399
N*Mg	-17,36	14,34	-1,21	0,246
k*Mg	-11,416	5,149	-2,22	0,044
N*K*Mg	13,53	10,15	1,33	0,204

$$S = 0,567776 \quad R\text{-cuad.} = 46,9\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 12,8\%$$

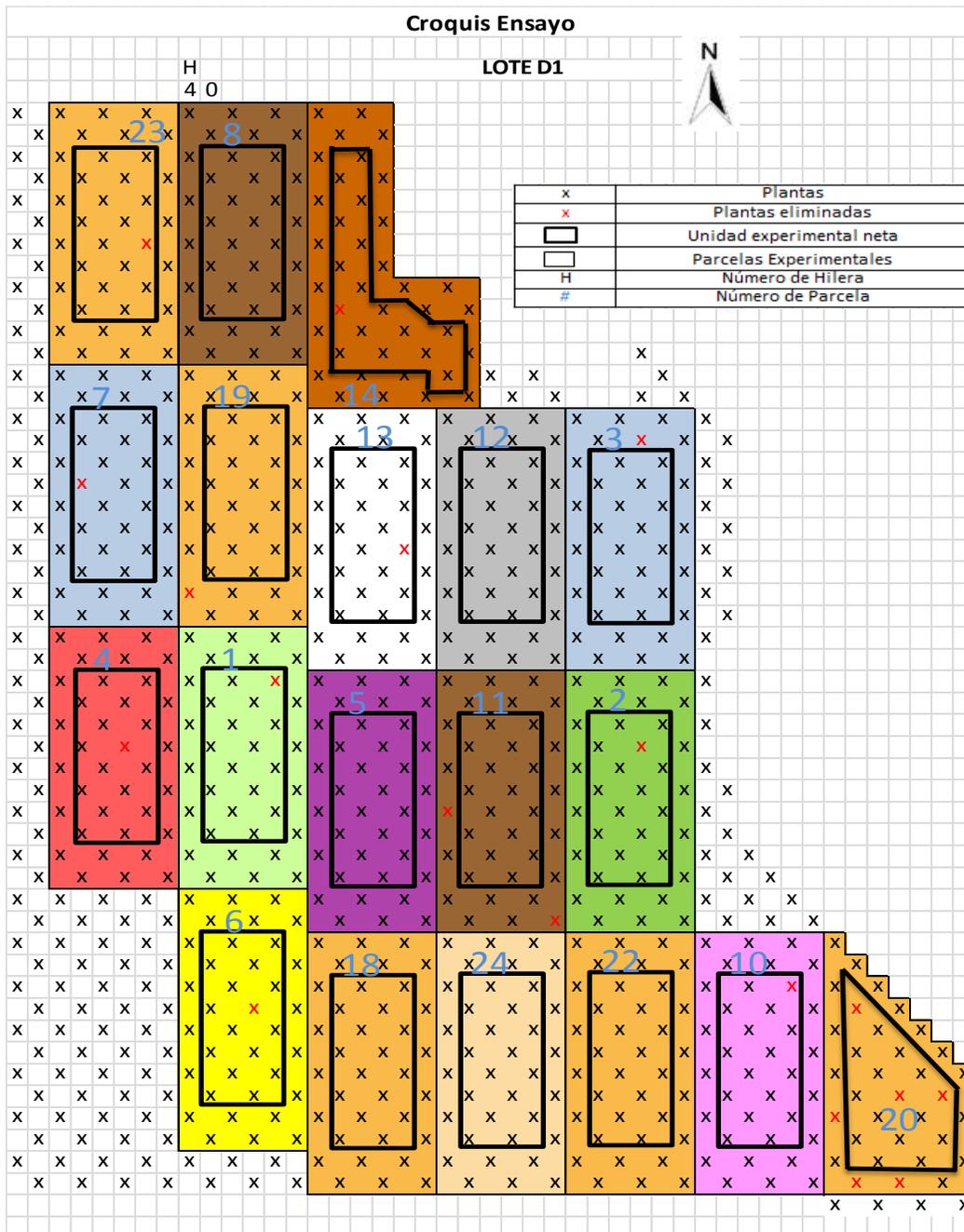
Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	9	3,9926	0,4436	1,38	0,286
Error residual	14	4,5132	0,3224		
Falta de ajuste	5	1,4502	0,2900	0,85	0,547
Error puro	9	3,0630	0,3403		
Total	23	8,5058			

14 filas sin réplica

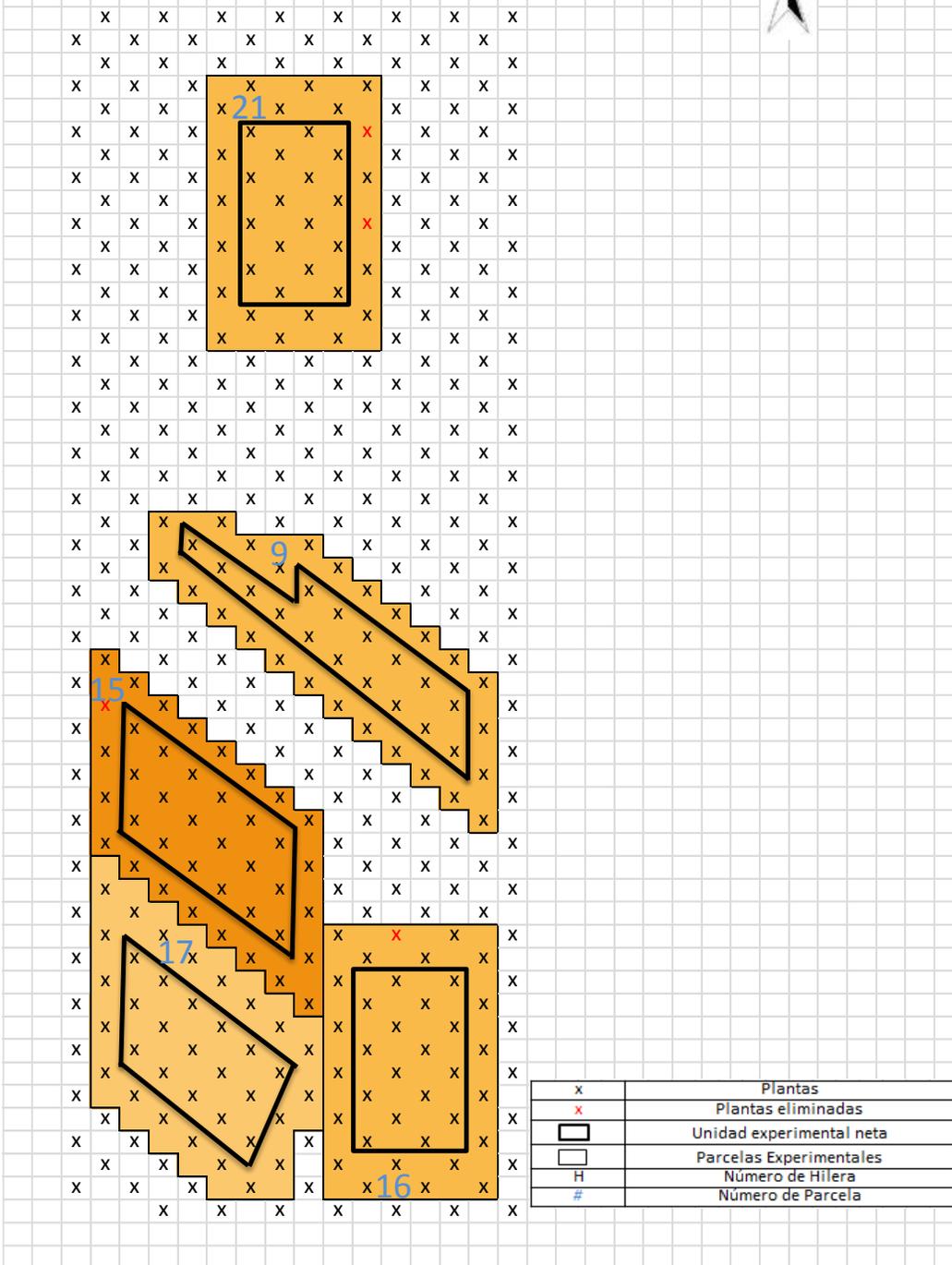
Fuente	GL	SC sec.
K	1	0,0093
Mg	1	0,0649
N**2	1	1,2606
K**2	1	0,1347
Mg**2	1	0,0131
N*K	1	0,0717
N*Mg	1	0,8375
k*Mg	1	1,0284
N*K*Mg	1	0,5724

Anexo 8 Croquis de ensayo (Unidades experimentales) en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



Croquis Ensayo

LOTE D2



Anexo 9 Reporte de análisis de suelo y foliar en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Cooperativa Agropecuaria Orellana	Nombre :	Coop. Agrop. Orellana	Cultivo Actual :	Palma Aceitera
Dirección :	ANCUPA	Provincia :	Esmeraldas	N° Reporte :	001639
Ciudad :	La Concordia	Cantón :	La Concordia	Fecha de Muestreo :	01/10/2011
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	07/11/2011
Fax :		Ubicación :	Sitio Monterrey	Fecha de Salida :	05/12/2011

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm																		
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B													
60706	Lote Par 1 Exter		5,2	Ac	RC	19	B	4	B	0,38	M	5	M	0,8	B	11	M	1,8	B	5,7	A	177	A	1,7	B	0,44	B
60707	Lote Par 2 Exter		5,3	Ac	RC	27	M	7	B	0,47	A	6	M	1,0	M	10	M	3,0	M	5,8	A	199	A	1,9	B	0,37	B
60708	Lote Par 3 Exter		5,3	Ac	RC	30	M	6	B	0,49	A	8	M	1,0	M	11	M	2,5	M	6,3	A	207	A	2,3	B	0,26	B
60709	Lote Par 4 Exter		5,4	Ac	RC	23	M	5	B	0,51	A	7	M	0,8	B	11	M	2,2	M	6,1	A	199	A	1,7	B	0,23	B
60710	Lote Par 5 Exter		5,3	Ac	RC	27	M	8	B	0,61	A	6	M	0,9	B	10	M	3,0	M	6,1	A	209	A	1,9	B	0,22	B
60711	Lote Par 6 Exter		5,3	Ac	RC	30	M	6	B	0,54	A	7	M	1,0	M	10	M	3,0	M	6,3	A	197	A	2,0	B	0,41	B
60712	Lote Par 7 Exter		5,4	Ac	RC	24	M	6	B	0,56	A	8	M	1,0	M	10	M	2,5	M	6,3	A	186	A	1,8	B	0,42	B
60713	Lote Par 8 Exter		5,5	Ac	RC	30	M	9	B	0,89	A	7	M	1,1	M	10	M	2,0	M	7,2	A	214	A	1,8	B	0,34	B
60714	Lote Par 9 Exter		5,3	Ac	RC	21	M	5	B	0,54	A	6	M	0,8	B	10	M	3,2	M	6,9	A	194	A	1,6	B	0,32	B
60715	Lote Par 10 Exter		5,4	Ac	RC	23	M	5	B	0,44	A	6	M	0,8	B	11	M	2,8	M	6,7	A	207	A	1,4	B	0,17	B
60716	Lote Par 11 Exter		5,5	Ac	RC	21	M	14	M	0,71	A	6	M	0,9	B	11	M	3,3	M	8,6	A	210	A	1,5	B	0,18	B
60717	Lote Par 12 Exter		5,3	Ac	RC	27	M	7	B	0,54	A	7	M	1,0	M	10	M	2,5	M	5,8	A	195	A	1,7	B	0,62	M
60718	Lote Par 13 Exter		5,5	Ac	RC	25	M	7	B	0,61	A	7	M	0,8	B	10	M	2,8	M	5,6	A	208	A	1,6	B	0,34	B

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES			
pH				Elementos: de N a B		pH = Suelo: agua (1:2,5)		Oslen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn			
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico			
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	BS			

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por sus usas, tiempo en el que se acepte; Reclamos en los resultados

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Cooperativa Agropecuaria Orellana
 Dirección : ANCUPA
 Ciudad : La Concordia
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Coop. Agrop. Orellana
 Provincia : Esmeraldas
 Cantón : La Concordia
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio Monterrey

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : Palma Aceitera
 N° Reporte : 001639
 Fecha de Muestreo : 01/10/2011
 Fecha de Ingreso : 07/11/2011
 Fecha de Salida : 05/12/2011

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm				
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
60719	Lote Par 14 Exter		5,4 Ac RC	25 M	7 B	0,77 A	10 A	1,1 M	10 M	2,4 M	6,0 A	198 A	1,5 B	0,28 B
60720	Lote Par 15 Exter		5,3 Ac RC	27 M	8 B	0,65 A	6 M	1,0 M	11 M	2,8 M	6,3 A	209 A	1,6 B	0,24 B
60721	Lote Par 16 Exter		5,5 Ac RC	27 M	8 B	0,61 A	7 M	1,0 M	10 M	2,2 M	5,9 A	202 A	1,5 B	0,35 B
60722	Lote Par 17 Exter		5,2 Ac RC	33 M	9 B	0,55 A	6 M	0,9 B	10 M	2,2 M	5,3 A	216 A	1,6 B	0,46 B
60723	Lote Par 18 Exter		5,4 Ac RC	23 M	6 B	0,42 A	6 M	0,8 B	10 M	1,9 B	5,3 A	180 A	1,4 B	0,18 B
60724	Lote Par 19 Exter		5,4 Ac RC	22 M	6 B	0,55 A	6 M	0,8 B	10 M	1,9 B	5,5 A	184 A	1,4 B	0,26 B
60725	Lote Par 20 Exter		5,5 Ac RC	25 M	9 B	0,80 A	7 M	1,3 M	10 M	2,3 M	6,6 A	199 A	1,5 B	0,21 B
60726	Lote Par 21 Exter		5,4 Ac RC	17 B	5 B	0,49 A	6 M	0,7 B	11 M	1,6 B	6,3 A	180 A	1,2 B	0,32 B
60727	Lote Par 22 Exter		5,5 Ac RC	19 B	5 B	0,58 A	8 M	1,1 M	10 M	1,9 B	5,9 A	186 A	1,1 B	0,27 B
60728	Lote Par 23 Exter		5,5 Ac RC	23 M	10 M	0,52 A	8 M	0,9 B	10 M	2,8 M	6,9 A	191 A	1,9 B	0,19 B
60729	Lote Par 24 Exter		5,5 Ac RC	18 B	10 M	0,52 A	6 M	1,0 M	10 M	2,6 M	6,6 A	182 A	1,1 B	0,15 B
60730	Lote Par 1 Pl 15 Coro		5,3 Ac RC	20 M	7 B	0,70 A	7 M	1,1 M	16 M	1,8 B	5,4 A	172 A	1,3 B	0,16 B
60731	Lote Par 2 Pl 15 Coro		5,0 Ac RC	27 M	32 A	0,78 A	5 M	0,9 B	18 M	2,4 M	5,3 A	209 A	3,3 B	0,33 B
60732	Lote Par 3 Pl 16 Coro		5,2 Ac RC	22 M	22 A	0,80 A	7 M	1,1 M	17 M	2,3 M	6,3 A	210 A	2,0 B	0,20 B
60733	Lote Par 4 Pl 15 Coro		5,5 Ac RC	19 B	6 B	0,67 A	6 M	0,8 B	10 M	1,9 B	5,5 A	191 A	1,4 B	0,24 B
60734	Lote Par 5 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	26 M	17 M	0,78 A	6 M	1,0 M	17 M	3,2 M	5,7 A	209 A	1,8 B	0,15 B
60735	Lote Par 6 Pl 15 Coro		5,3 Ac RC	24 M	6 B	0,66 A	6 M	0,9 B	9 B	2,1 M	5,5 A	191 A	1,5 B	0,30 B
60736	Lote Par 7 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	21 M	6 B	0,71 A	6 M	0,8 B	13 M	1,7 B	5,6 A	183 A	1,6 B	0,34 B
60737	Lote Par 8 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	25 M	11 M	1,13 A	7 M	1,1 M	9 B	3,1 M	7,3 A	205 A	1,5 B	0,43 B
60738	Lote Par 9 Pl 16 Coro		5,4 Ac RC	14 B	10 M	0,94 A	6 M	1,2 M	19 M	1,9 B	7,4 A	174 A	1,2 B	0,51 M

INTERPRETACION

pH			Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto

METODOLOGIA USADA

pH	= Suelo: agua (1:2,5)
N,P,B	= Colorimetría
S	= Turbidimetría
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica

EXTRACTANTES

Olsen Modificado
N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Fosfato de Calcio Monobásico
BS

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados

RO

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Cooperativa Agropecuaria Orellana
 Dirección : ANCUPA
 Ciudad : La Concordia
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Coop. Agrop. Orellana
 Provincia : Esmeraldas
 Cantón : La Concordia
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio Monterrey

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : Palma Aceitera
 N° Reporte : 001639
 Fecha de Muestreo : 01/10/2011
 Fecha de Ingreso : 07/11/2011
 Fecha de Salida : 05/12/2011

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
60739	Lote Par 10 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	21 M	23 A	1,13 A	6 M	1,2 M	16 M	2,2 M	6,2 A	204 A	1,9 B	0,43 B
60740	Lote Par 11 Pl 16 Coro		5,2 Ac RC	19 B	30 A	0,97 A	7 M	1,2 M	22 A	3,2 M	6,7 A	211 A	2,2 B	0,41 B
60741	Lote Par 12 Pl 16 Coro		5,1 Ac RC	17 B	10 M	0,80 A	5 M	0,9 B	15 M	2,0 M	5,8 A	171 A	2,0 B	0,41 B
60742	Lote Par 13 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	19 B	7 B	0,90 A	6 M	0,8 B	12 M	2,3 M	5,3 A	192 A	2,3 B	0,38 B
60743	Lote Par 14 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	8 B	12 M	0,87 A	6 M	1,2 M	18 M	2,5 M	6,0 A	172 A	2,3 B	0,32 B
60744	Lote Par 15 Pl 15 Coro		5,1 Ac RC	21 M	11 M	0,90 A	7 M	1,3 M	17 M	2,6 M	5,9 A	181 A	2,1 B	0,37 B
60745	Lote Par 16 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	14 B	14 M	0,75 A	7 M	1,1 M	13 M	1,9 B	5,5 A	169 A	2,0 B	0,31 B
60746	Lote Par 17 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	20 M	11 M	0,84 A	7 M	1,0 M	14 M	2,5 M	5,2 A	181 A	2,3 B	0,59 M
60747	Lote Par 18 Pl 16 Coro		4,9 MAc RC	17 B	19 M	0,99 A	7 M	1,4 M	19 M	2,7 M	5,3 A	188 A	3,8 B	0,61 M
60748	Lote Par 19 Pl 16 Coro		5,3 Ac RC	12 B	6 B	0,74 A	6 M	0,9 B	11 M	1,8 B	5,3 A	151 A	2,0 B	0,36 B
60749	Lote Par 20 Pl 15 Coro		5,1 Ac RC	12 B	13 M	0,75 A	5 M	1,0 M	14 M	1,7 B	5,7 A	169 A	2,8 B	0,25 B
60750	Lote Par 21 Pl 16 Coro		5,2 Ac RC	18 B	8 B	0,73 A	6 M	1,1 M	17 M	1,7 B	5,7 A	146 A	1,9 B	0,23 B
60751	Lote Par 22 Pl 16 Coro		5,1 Ac RC	11 B	18 M	0,82 A	6 M	1,2 M	18 M	1,6 B	5,6 A	161 A	2,3 B	0,28 B
60752	Lote Par 23 Pl 16 Coro		5,4 Ac RC	10 B	8 B	0,63 A	6 M	0,8 B	11 M	2,1 M	6,8 A	151 A	1,9 B	0,30 B
60753	Lote Par 24 Pl 16 Coro		5,1 Ac RC	10 B	14 M	1,12 A	7 M	1,3 M	19 M	2,3 M	6,0 A	151 A	2,9 B	0,10 B

INTERPRETACION				
pH				Elementos: de N a B
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptaran reclamos en los resultados



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Cooperativa Agropecuaria Orellana	Nombre	: Coop. Agrop. Orellana	Cultivo Actual	: Palma Aceitera
Dirección	: ANCUPA	Provincia	: Esmeraldas	Nº de Reporte	: 001639
Ciudad	: La Concordia	Cantón	: La Concordia	Fecha de Muestreo	: 01/10/2011
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 07/11/2011
Fax	:	Ubicación	: Sitio Monterrey	Fecha de Salida	: 05/12/2011

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(% M.O.)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	(meq/l)½ RAS	ppm Cl	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K				Arena	Limo	Arcilla	
60706	2,12 T	0,15 B				6,2	2,11	15,26	8,30						
60707	2,00 T	0,15 B				6,0	2,13	14,89	9,47						
60708	1,89 T	0,15 B				8,0	2,04	18,37	11,38						
60709	2,00 T	0,15 B				8,7	1,57	15,29	10,31						
60710	2,50 T	0,18 B				6,6	1,48	11,31	10,01						
60711	2,72 T	0,18 B				7,0	1,85	14,81	11,26						
60712	2,50 T	0,16 B				8,0	1,79	16,07	12,06						
60713	2,00 T	0,10 B				6,3	1,24	9,10	10,99						
60714	1,50 M	0,15 B				7,5	1,48	12,59	8,84						
60715	1,72 T	0,15 B				7,5	1,82	15,45	8,96						
60716	1,51 T	0,09 B				6,6	1,27	9,72	9,12						
60717	1,50 M	0,12 B				7,0	1,85	14,81	10,04						
60718	1,00 M	0,08 B				8,7	1,31	12,79	9,41						
60719	1,00 M	0,10 B				9,0	1,43	14,42	12,87						

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

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

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Wetkley Black
Al+H = Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el laboratorio por los meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados





ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Cooperativa Agropecuaria Orellana	Nombre :	Coop. Agrup. Orellana	Cultivo :	PALMA AFRICANA < 6 AÑOS
Dirección :	Ancupa	Provincia :	Esmeraldas	N° de Reporte :	001639
Ciudad :	Quimindé	Cantón :	Quimindé	Fecha de Muestreo :	01/10/2011
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	07/11/2011
Fax :		Ubicación :	Sitio	Fecha de Salida :	21/11/2011

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
44303	Lote D1-N°1 P.23		3,0 E	0,16 A	0,97 D	0,91 E	0,21 D	0,10 D		83 E	8 A	111 A	127 D	31 E			
44304	Lote D1-N°2 P.7		3,0 E	0,16 A	1,02 D	0,84 E	0,23 D	0,10 D		43 E	7 A	117 A	141 D	29 E			
44305	Lote D1-N°3 P.4		3,0 E	0,16 A	0,84 D	0,91 E	0,23 D	0,09 D		68 E	7 A	197 A	130 D	18 A			
44306	Lote D1-N°4 P.6		2,9 A	0,16 A	0,95 D	0,89 E	0,22 D	0,10 D		40 E	7 A	141 A	120 D	11 D			
44307	Lote D1-N°5 P.1		3,2 E	0,16 A	0,88 D	0,88 E	0,23 D	0,09 D		38 E	7 A	93 A	122 D	13 D			
44308	Lote D1-N°6 P.19		2,3 D	0,16 A	0,91 D	0,90 E	0,25 D	0,09 D		45 E	7 A	104 A	142 D	16 A			
44309	Lote D1-N°7 P.8		3,5 E	0,16 A	0,92 D	0,93 E	0,24 D	0,09 D		64 E	7 A	137 A	116 D	29 E			
44310	Lote D1-N°8 P.14		2,0 D	0,17 A	0,99 D	0,89 E	0,23 D	0,09 D		45 E	7 A	167 A	128 D	34 E			
44311	Lote D1-N°9 P.13		2,3 D	0,16 A	0,94 D	0,91 E	0,21 D	0,10 D		53 E	8 A	127 A	134 D	33 E			
44312	Lote D1-N°10 P.5		2,9 A	0,17 A	1,05 D	0,90 E	0,23 D	0,10 D		62 E	7 A	104 A	106 D	29 E			
44313	Lote D1-N°11 P.18		2,2 D	0,16 A	0,99 D	0,88 E	0,20 D	0,10 D		54 E	7 A	88 A	125 D	25 A			
44314	Lote D1-N°12 P.24		2,2 D	0,17 A	1,09 D	0,93 E	0,22 D	0,08 D		26 E	7 A	89 A	126 D	26 E			
44315	Lote D1-N°13 P.11		2,8 A	0,17 A	0,99 D	0,99 E	0,22 D	0,09 D		49 E	7 A	111 A	100 D	24 A			
44316	Lote D1-N°14 P.12		3,2 E	0,16 A	0,90 D	0,94 E	0,24 D	0,09 D		35 E	7 A	96 A	141 D	43 E			
44317	Lote D1-N°15 P.3		3,0 E	0,15 D	0,81 D	0,83 E	0,21 D	0,09 D		32 E	6 A	79 D	122 D	33 E			

INTERPRETACION
 D = Deficiente
 A = Adecuado
 E = Excesivo



[Handwritten Signature]
LIDER DPTO. MAC. SUELOS Y AGUAS

[Handwritten Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por los next. tiempo en el que se accionará

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Cooperativa Agropecuaria Orellana
 Dirección : ANCUPA,
 Ciudad : La Concordia
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Coop. Agrop. Orellana
 Provincia : Esmeraldas
 Cantón : La Concordia
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio Monterrey

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual : Palma Aceitera
 N° Reporte : 001639
 Fecha de Muestreo : 01/10/2011
 Fecha de Ingreso : 07/11/2011
 Fecha de Salida : 05/12/2011

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			msec/100ml			ppm			
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
60739	Lote Par 10 Pl 16 Coro		5,3 Ac	23 A	1,13 A	6 M	1,2 M	16 M	2,2 M	6,2 A	204 A	1,9 B	0,43 B
60740	Lote Par 11 Pl 16 Coro		5,2 Ac	30 A	0,97 A	7 M	1,2 M	22 A	3,2 M	6,7 A	211 A	2,2 B	0,41 B
60741	Lote Par 12 Pl 16 Coro		5,1 Ac	10 M	0,80 A	5 M	0,9 B	15 M	2,0 M	5,8 A	171 A	2,0 B	0,41 B
60742	Lote Par 13 Pl 16 Coro		5,3 Ac	7 B	0,90 A	6 M	0,8 B	12 M	2,3 M	5,3 A	192 A	2,3 B	0,38 B
60743	Lote Par 14 Pl 16 Coro		5,3 Ac	12 M	0,87 A	6 M	1,2 M	18 M	2,5 M	6,0 A	172 A	2,3 B	0,32 B
60744	Lote Par 15 Pl 15 Coro		5,1 Ac	11 M	0,90 A	7 M	1,3 M	17 M	2,6 M	5,9 A	181 A	2,1 B	0,37 B
60745	Lote Par 16 Pl 16 Coro		5,3 Ac	14 M	0,75 A	7 M	1,1 M	13 M	1,9 B	5,5 A	169 A	2,0 B	0,31 B
60746	Lote Par 17 Pl 16 Coro		5,3 Ac	11 M	0,84 A	7 M	1,0 M	14 M	2,5 M	5,2 A	181 A	2,3 B	0,59 M
60747	Lote Par 18 Pl 16 Coro		4,9 MAc	19 M	0,99 A	7 M	1,4 M	19 M	2,7 M	5,3 A	188 A	3,8 B	0,61 M
60748	Lote Par 19 Pl 16 Coro		5,3 Ac	6 B	0,74 A	6 M	0,9 B	11 M	1,8 B	5,3 A	151 A	2,0 B	0,36 B
60749	Lote Par 20 Pl 15 Coro		5,1 Ac	13 M	0,75 A	5 M	1,0 M	14 M	1,7 B	5,7 A	169 A	2,8 B	0,25 B
60750	Lote Par 21 Pl 16 Coro		5,2 Ac	8 B	0,73 A	6 M	1,1 M	17 M	1,7 B	5,7 A	146 A	1,9 B	0,23 B
60751	Lote Par 22 Pl 16 Coro		5,1 Ac	18 M	0,82 A	6 M	1,2 M	18 M	1,6 B	5,6 A	161 A	2,3 B	0,28 B
60752	Lote Par 23 Pl 16 Coro		5,4 Ac	8 B	0,63 A	6 M	0,8 B	11 M	2,1 M	6,8 A	151 A	1,9 B	0,30 B
60753	Lote Par 24 Pl 16 Coro		5,1 Ac	14 M	1,12 A	7 M	1,3 M	19 M	2,3 M	6,0 A	151 A	2,9 B	0,10 B

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
MAc = Muy Acido	LAI = Liger. Acido	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olson Modificado	N.P.K.,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	N.P.B	Colorimetria	Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	S	Turbidimetria	B.S	
		K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	Absorción atómica		



[Handwritten signature]

RESPONSABLE LABORATORIO
 Su muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo : PALMA AFRICANA < 6 AÑOS
 N° de Reporte : 001639
 Fecha de Muestreo: 01/10/2011
 Fecha de Ingreso : 07/11/2011
 Fecha de Salida : 21/11/2011

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Coop. Agrop. Orellana
 Provincia : Esmeraldas
 Cantón : Quimindé
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Cooperativa Agropecuaria Orellana
 Dirección : Ancupa
 Ciudad : Quimindé
 Teléfono :
 Fax :

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
44318	Lote D1-N°16 P.2		3,8 E	0,16 A	0,91 D	0,98 E	0,22 D	0,08 D		36 E	7 A	105 A	146 D	35 E			
44319	Lote D1-N°17 P.22		3,0 E	0,16 A	0,86 D	0,98 E	0,25 D	0,10 D		37 E	7 A	94 A	147 D	31 E			
44320	Lote D1-N°18 P.10		3,0 E	0,16 A	0,84 D	0,83 E	0,22 D	0,09 D		52 E	7 A	100 A	129 D	24 A			
44321	Lote D1-N°19 P.20		3,9 E	0,16 A	0,86 D	0,92 E	0,24 D	0,10 D		41 E	7 A	103 A	137 D	26 E			
44322	Lote D1-N°20 P.16		2,2 D	0,17 A	0,85 D	0,95 E	0,22 D	0,09 D		60 E	7 A	91 A	114 D	25 A			
44323	Lote D2-N°21 P.17		1,5 D	0,17 A	0,94 D	0,98 E	0,20 D	0,10 D		49 E	7 A	139 A	106 D	47 E			
44324	Lote D2-N°22 P.15		2,6 A	0,16 A	0,87 D	1,03 E	0,22 D	0,10 D		36 E	7 A	93 A	111 D	30 E			
44325	Lote D2-N°23 P.9		1,9 D	0,17 A	0,97 D	1,06 E	0,24 D	0,10 D		59 E	8 A	102 A	115 D	29 E			
44326	Lote D2-N°24 P.21		2,0 D	0,16 A	0,84 D	0,99 E	0,25 D	0,10 D		40 E	7 A	92 A	115 D	32 E			



INTERPRETACION
 D = Deficiente
 A = Adecuado
 E = Excesivo

[Signature]
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

ANEXO 10. Láminas de fotografías en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



Lámina 1. Coordinación de la investigación



Lámina 2. Representantes de instituciones inmersas en la investigación: CAO, IPNI, ANCUPA Y UTEQ



Lámina 3. Identificación de parcelas inicial



Lámina 4. Identificación de parcela final



Lámina 5. Unida experimental 1



Lámina 6. Unidad experimental 1



Lámina 7. Unidad experimental 2



Lámina 8. Unidad experimental 2



Lámina 9. Unidad experimental 3



Lámina 10. Unidad experimental 3



Lámina 11. Unidad experimental 4



Lámina 12. Unidad experimental 4



Lámina 13. Unidad experimental 5



Lámina 14. Unidad experimental 5



Lámina 15. Unidad experimental 6



Lámina 16. Unidad experimental 6



Lámina 17. Muestreo de suelo



Lámina 18. Identificación h 9 para muestra foliar



Lámina 19. registro de la muestra foliar



Lámina 20. Secado de la muestra foliar



Lámina 21. Despacho de bodega



Lámina 22. Coordinación de fertilización



Lámina 23. Ubicación a cada una de las parcelas

Anexo 11. Láminas de fotografías de Variables vegetativas evaluadas en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



Lámina 24. Identificación h 1 de Emisión



Lámina. 25. Emisión foliar en el tiempo



Lámina 26. Ancho del peciolo



Lámina 27. Espesor del peciolo



Lámina 28. Diámetro de la base del estipete Inicial en cm.



Lámina 29. Diámetro de la base del estipete en el tiempo en cm.



Lámina 30. Número total de hojas



Lámina 31. Registro de datos biométricos



Lámina 32. Largo del foliolo en cm.



Lámina 33. Ancho del foliolo en cm

Anexo 12. Variables de producción evaluadas en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



Lámina 34 cosecha por planta



Lámina 35. Calibración de balanza



Lámina 36. Identificación de parcela



Lámina 37. Peso de racimos



Lámina 38. Número de racimos por planta



Lámina 39. Kiloramos por racimos



Lámina 40. Puesto de entrega (tambo)



Lámina 41 Transporte a extractora

Anexo 12. Visita director de tesis UTEQ en manejo de la nutrición con diferentes dosis de (N, K y Mg) en la producción de la palma aceitera (*elaeis guineensis jacq.*) en la zona de monterrey, 2013.



Lámina 42. Visita en oficina con director



Lámina 43. Revisión libro de campo



Lámina 44. Identificación de unidades exprime



Lámina 45. Sectores con focos de amarillamiento y secamiento



Lámina 46. Frente a la unidad experimental con amarillamiento



Lámina 47. Revisión de registro de variable de producción



Lámina 48. Conversación, con Ing., Ancupa y Ing. Arteaga director



Lámina 49. Recorrido por las unidades experimentales



Lámina 50. Recorrido por divisiones de unidades experimentales



Lámina 51. Verificación de emisión foliar



Lámina 52. Revisión de mantenimiento agronómico



Lámina 53. Identificación de textura de suelo