



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA EN HORTICULTURA Y**

**FRUTICULTURA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN**

**HORTICULTURA Y FRUTICULTURA**

**TEMA.**

ANALISIS DE LAS VARIACIONES DE LOS ELEMENTOS  
NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA  
**(*Elaeis guineensis Jacq*)** DURANTE LA EPOCA SECA EN LA  
ZONA DE QUEVEDO - LOS RIOS

**AUTOR.**

BYRON RONALD BARZOLA SUAREZ

**DIRECTOR DE TESIS**

ING. MILCIADES FERNANDEZ N.

QUEVEDO-LOS RIOS-ECUADOR

2012



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Tesis de grado presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo para la obtención del título de.

### **INGENIERO EN HORTICULTURA Y FRUTICULTURA**

#### **TEMA.**

ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*) DURANTE LA EPOCA SECA EN LA ZONA DE QUEVEDO - LOS RIOS

#### **AUTOR.**

BYRON RONALD BARZOLA SUÁREZ

APROBADO.

---

**Ing. Félix Valverde Cruz**  
Presidente del tribunal

---

**Ing. Luís Cantos Mendoza**  
Miembro del tribunal

---

**Ing. David Campi Ortiz**  
Miembro del tribunal

El suscrito Ing. Milciades Fernández Nupia, director de tesis y docente en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

**CERTIFICA.**

Que el egresado BYRON RONALD BARZOLA SUÁREZ realizó la tesis de grado titulada “**ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*) DURANTE LA EPOCA SECA EN LA ZONA DE QUEVEDO - LOS RIOS**”, el mismo que cumplió con todas las disposiciones respectivas.

-----  
**Ing. Milciades Fernández Nupia.**  
Director de Tesis

## *DEDICATORIA*

*Al concluir mis estudios superiores dedico este trabajo de investigación a mis padres, Pedro Germán Barzola Pérez y Clara María Suárez la Rosa, por haberme permitido realizar mis metas propuestas, por el esfuerzo, apoyo incondicional, cariño y comprensión en el proceso de mi educación y formación profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos de la manera más humilde primeramente a Dios y a mi familia, por su apoyo y confianza brindada durante mi formación profesional llegando a culminar mis objetivos.**

**Además manifestar un reconocimiento especial a las siguientes personas.**

- ❖ Ing. Milciades Fernández, Director de mi Tesis, por la confianza, paciencia y ayuda en esta investigación.**
- ❖ A los que conformaron mi Tribunal de Tesis, Ing. Valverde, Ing. Cantos, Ing. Campi, por su paciencia y apoyo durante todo el proceso de la presente investigación**
- ❖ Econ. Flavio Ramos, Diseño Experimental, por los conocimientos y consejos brindados durante el desarrollo de esta investigación.**
- ❖ Ing. Javier Naranjo, Dpto. Técnico Extractora Quevepalma por la asesoría y apoyo brindado.**
- ❖ A los docentes de la Carrera de Ing. En Horticultura y Fruticultura por trasmitirme los conocimientos necesarios para el desarrollo profesional.**
- ❖ A mis compañeros y amigos de estudio de la Carrera de Ing. Horticultura y Fruticultura.**
- ❖ Y a quienes de alguna u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo investigativo.**

**La responsabilidad de la investigación, resultados y conclusiones de la presente tesis pertenece exclusivamente al autor, por lo tanto no puede ser reproducida total ni parcialmente sin previa autorización del mismo.**

---

**BYRON RONALD BARZOLA SUÁREZ**

## INDICE GENERAL

## Página

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
A. Definición del Problema.....	2
B. Justificación.....	3
C. Objetivos.....	3
1. General.....	3
2. Específicos.....	4
D. Hipótesis.....	4
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
A. Clasificación Taxonómica.....	5
B. Elementos Nutricionales.....	6
1. Nitrógeno (N).....	6
2. Fósforo (P) .....	7
3. Potasio (K) .....	8
4. Calcio (Ca) .....	8
5. Magnesio (Mg) .....	9
6. Azufre (S).....	10
7. Boro (B) .....	11
8. Manganeso (Mn) .....	11

9. Cobre (Cu) .....	12
10. Zinc (Zn).....	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
A. Características del Sitio Experimental.....	13
1. Localización.....	13
2. Características agro – climáticas.....	13
3. Material genético.....	14
4. Diseño experimental.....	14
5. Especificaciones del ensayo en un cultivo establecido	15
6. Características de las Unidades Experimentales.....	16
7. Materiales de campo.....	16
8. Materiales de oficina.....	17
9. Manejo del experimento.....	17
a. Control de malezas.....	18
b. Fertilización.....	18
10. Datos tomados y formas de evaluación.....	18
11. Datos agronómicos.....	19
a. Número de racimos por hectárea.....	19
b. Relación racimo/tonelada.....	19
c. Rendimiento (kg/ha).....	19
<b>Iç. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
A. Concentración Nutricional en las Hojas.....	20
1. Nitrógeno (N).....	20
2. Fósforo (P).....	21
3. Potasio (K).....	23
4. Calcio (Ca).....	24
5. Magnesio (Mg).....	26

6. Azufre (S).....	27
7. Zinc (Zn).....	28
8. Cobre (Cu).....	30
9. Hierro (Fe) .....	31
10. Manganeseo (Mn).....	33
11. Boro (B).....	34
<b>B. Diferencias en la Producción.....</b>	<b>36</b>
<b>C. Comparación del Contenido Nutricional en la Producción.....</b>	<b>39</b>
1. Nitrógeno (N).....	39
2. Fósforo (P).....	41
3. Potasio (K).....	43
4. Calcio (Ca).....	45
5. Magnesio (Mg).....	47
6. Azufre (S).....	49
7. Zinc (Zn).....	51
8. Cobre (Cu).....	53
9. Hierro (Fe) .....	55
10. Manganeseo (Mn).....	57
11. Boro (B).....	59
<b>ς. DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
1. Relación (Ca+Mg)/K.....	64
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>ςI. RESUMEN.....</b>	<b>68</b>
<b>ςII. SUMMARY.....</b>	<b>70</b>
<b>ςIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>72</b>

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Promedios de porcentajes de contenido de nitrógeno en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011 .....	<b>20</b>
2.	Promedios de porcentajes de contenido de fósforo en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>21</b>
3.	Promedios de porcentajes de contenido de potasio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 201.....	<b>23</b>
4.	Promedios de porcentajes de contenido de calcio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>24</b>
5.	Promedios de porcentajes de contenido de magnesio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>26</b>
6.	Promedios de porcentajes de contenido de azufre en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>27</b>
7.	Promedios de porcentajes de contenido de azufre en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>28</b>
8.	Promedios de porcentajes de contenido de cobre en materia seca en las zonas de Joaquín,	

	Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>30</b>
<b>9.</b>	Promedios de porcentajes de contenido de hierro en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>31</b>
<b>10.</b>	Promedios de porcentajes de contenido de manganeso en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011...	<b>33</b>
<b>11.</b>	Promedios de porcentajes de contenido de boro en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>34</b>
<b>12.</b>	Promedios de producción en kilogramos en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.....	<b>36</b>

### **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
<b>1.</b>	Variación de los contenidos nutricionales durante el periodo evaluado Junio – Diciembre.....	<b>35</b>
<b>2.</b>	Registro mensual de racimos cosechados por hectárea en los lotes muestreados.....	<b>37</b>
<b>3.</b>	Promedios representado en kilogramos por hectárea de los lotes cosechados mensualmente	<b>38</b>
<b>4.</b>	Valores críticos locales alcanzados mediante el lote de mayor rendimiento.....	<b>63</b>

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Grafico</b>		<b>Página</b>
1.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Joaquín.....	39
2.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Canelo.....	40
3.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Zapote. ....	40
4.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fósforo en la producción del lote Joaquín.....	41
5.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fósforo en la producción del lote Canelo.....	42
6.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fósforo en la producción del lote Zapote.....	42
7.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de potasio en la producción del lote Joaquín.....	43
8.	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de potasio en la producción del lote Canelo.....	44

<b>9.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de potasio en la producción del lote Zapote.....	<b>45</b>
<b>10.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Joaquín.....	<b>45</b>
<b>11.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Canelo.....	<b>46</b>
<b>12.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Zapote.....	<b>47</b>
<b>13.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Joaquín.....	<b>47</b>
<b>14.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Canelo.....	<b>48</b>
<b>15.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Zapote..... .....	<b>49</b>
<b>16.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Joaquín.....	<b>49</b>
<b>17.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Canelo.....	<b>50</b>

<b>18.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Zapote.....	<b>51</b>
<b>19.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Joaquín.....	<b>51</b>
<b>20.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Canelo.....	<b>52</b>
<b>21.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Zapote.....	<b>53</b>
<b>22.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Joaquín.....	<b>53</b>
<b>23.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Canelo.....	<b>54</b>
<b>24.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Zapote.....	<b>55</b>
<b>25.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de hierro en la producción del lote Joaquín.....	<b>56</b>
<b>26.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de hierro en la producción del lote Canelo.....	<b>56</b>
<b>27.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de hierro en la producción del lote Zapote.....	<b>57</b>

<b>28.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Joaquín.....	<b>58</b>
<b>29.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Canelo.....	<b>58</b>
<b>30.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Zapote.....	<b>59</b>
<b>31.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Zapote.....	<b>60</b>
<b>32.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de boro en la producción del lote Canelo.....	<b>60</b>
<b>33.</b>	Comparación del contenido nutricional (Correlación) de boro en la producción del lote Zapote.....	<b>61</b>

## I. INTRODUCCION

A nivel mundial se conoce que la palma aceitera, (*Elaeis guineensis* Jacq) es la oleaginosa de mayor rendimiento de aceite por hectárea, a la que también se la llama Palma Africana debido a que es procedente de la región del Golfo de Guinea, de donde su cultivo se ha llegado a expandir considerablemente en los trópicos húmedos del Asia Sur Oriental y de América.

Fue introducida al país en el año 1953, su expansión comercial se inicio a partir de 1965, año en el que habían sembradas aproximadamente 1300 ha, ubicadas en la zona de Santo Domingo de los Colorados extendiéndose en 1994 a 97.850,4 ha y en la actualidad alrededor de 154.582,2 ha.

Durante las últimas décadas la Palma Africana ha llegado a convertirse en una alternativa viable para solucionar las demandas crecientes de materia prima oleaginosa, ya que la características de esta especie la hacen perenne y de alto potencial de producción con un manejo adecuado, sobre todo a la fertilización debiendo ser el uso racional para evitar gastos innecesarios por falta de conocimiento del productor.

Existen zonas y regiones en las que el cultivo tiene un óptimo rendimiento y no necesariamente es preciso realizar varias fertilizaciones al año, como sugieren en zonas con déficit de nutrientes; una planta genera grandes volúmenes de hojas, inflorescencias, racimos, raíces, estípites; por tal motivo la extracción de nutrientes es alta.

La producción mayor de la Palma Africana depende de las exigencias de la planta y las condiciones en la que se encuentre, con la nutrición y manejo adecuado del cultivo conllevan a una planta eficaz con altos niveles de producción ya que esta oleaginosa es una de las más importantes en su grupo.

Como todo cultivo de producción comercial, la palma aceitera refleja requerimientos nutricionales para en diversos niveles de fertilización, de los cuales pueden variar por factores que inciden en el comportamiento de la planta, dado que el proceso de fertilización es el más costoso, por lo tanto este deberá hacerse con exactitud para evitar desbalances nutricionales que ocasionan bajos rendimientos en su producción y por ende, en pérdidas considerables al productor.

### **A. Definición del Problema**

De acuerdo a los requerimientos nutricionales de las plantas es difícil mantener el balance de los nutrientes en ciertas etapas del cultivo, llegando a necesitar diversos niveles de concentración de macro y micro elementos, que aplicados inadecuadamente por no conocer el estado nutricional de la planta, conducen a una mala fertilización por deficiencia o por exceso, reflejándose esa mala práctica en la producción.

## **B. Justificación**

En base al problema definido se hizo necesaria la realización de esta investigación, para llevar a cabo un análisis del comportamiento del cultivo, llevando un registro de los diferentes niveles de concentración nutricional durante las distintas épocas del año.

La presente investigación se realizó también con la intención de efectuar el análisis de las variaciones de la nutrición en la palma aceitera, que presenta problemas de carácter agronómico, fitosanitario, nutricionales y otros que en mayor o menor cantidad influyen negativamente en la obtención de altos rendimientos.

El análisis foliar y sus resultados puede constituir una herramienta importante en la evaluación del estado nutricional de la palma aceitera y en diferentes edades, se puede determinar también los problemas de toxicidad o envenenamiento, las deficiencias de nutrientes, establecer programas de fertilización y hacer racional la inversión en la fertilización.

## **C. Objetivos**

### **1. General**

- Determinar las variaciones de los elementos nutricionales mediante análisis foliar en la palma aceitera.

## **2. Específicos**

- Comparar el desempeño de los contenidos nutricionales en la producción de palma aceitera.
- Conocer los periodos estables de los contenidos nutricionales en el ciclo de la investigación.
- Establecer diferentes niveles de concentración nutricional de la palma aceitera.

## **D. Hipótesis**

- Las posibles interacciones y relaciones de cada nutriente hacen que al menos uno de ellos tenga su momento para actuar con mayor intensidad y eleven la producción de palma aceitera.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Clasificación taxonómica

Según **Umaña (2004)**, la palma aceitera se clasifica en:

División: Fanerógamas,

Tipo: Angiosperma,

Clave: Monocotiledónea,

Orden: Palmales,

Familia: Palmaceae,

Tribu: Coccoinea

Género: *Elaeis* (*guineensis* y *oleífera*).

Especie: *guineensis*

Nombre científico: ***Elaeis guineensis***

**Bernal (2002)**, nos indica que la palma de aceite es un cultivo que se caracteriza por su alto consumo de nutrientes, para satisfacer su desarrollo vegetativo y su alto potencial de producción de fruta y aceite.

Según **TEOH et al., (1996)**, el análisis foliar es una herramienta muy útil para determinar las necesidades de fertilización de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y para evaluar de manera continua el estado nutricional del cultivo. Sin embargo, la interpretación correcta de los análisis foliares debe considerar los diferentes factores que determinan el nivel de concentración que logran los nutrientes en las hojas, entre los cuales están la edad del cultivo, la edad de la hoja, la parte de la hoja que se toma como muestra, la época del año y la hora de muestreo.

**Chávez y Rivadeneira (2003)**, afirman que el análisis químico foliar, constituye un método valioso para evaluar el estado nutricional de las plantaciones de palma africana en producción y sirve para orientar los programas de fertilización junto con el conocimiento de la fertilidad del suelo.

## **B. Elementos Nutricionales**

**Chinchilla (1999)**, indica que las cantidades que deben aplicarse por palma aumentan con la edad y con el incremento en la producción. No obstante, el segundo año de las palmas en el campo (cuando la producción comercial de racimos apenas se inicia), marca la etapa de máxima absorción de algunos elementos vitales como el nitrógeno y el potasio. Una buena nutrición en esta etapa (superior a los requerimientos estimados según la baja producción actual) es clave para garantizar la máxima producción potencial después de los cinco años de edad

### **1. Nitrógeno (N).**

**Munévar (1998)**, asegura que es uno de los elementos esenciales requeridos en mayor cantidad por la mayoría de especies vegetales. Se encuentra como componente de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal (aminoácidos, proteínas estructurales, enzimas, clorofila, citocromos, hormonas y otros compuestos nitrogenados con algunas funciones como alcaloides, amidas, etc. Debido a esto participa en los principales procesos metabólicos como son la fotosíntesis, la respiración y la síntesis de proteínas.

Así este acentúa el color verde de las plantas, dando succulencia a los tejidos, y favorece al desarrollo del follaje y su exceso produce susceptibilidad a plagas y enfermedades.

El N es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas. Se requiere N para la formación de proteínas, la síntesis de la clorofila y para la fotosíntesis.

La falta de N y la consecuente reducción de la cantidad de clorofila reducen la eficiencia del uso de la radiación solar y no permiten la adecuada absorción de nutrientes **(INFOPOS, 2010)**

## **2. Fósforo (P).**

La palma de aceite, como un cultivo permanente no tiene un requerimiento alto de P, si se compara con N y K, sin embargo requiere atención especial, durante el desarrollo inicial de la palma. Es un componente importante en los procesos fisiológicos de respiración y nutrición, además de su influencia en el proceso de maduración, no se puede ignorar **(León, 1998)**.

De igual manera este mismo autor afirma que las palmas deficientes en P presentan una baja tasa de crecimiento, hojas cortas, pequeño diámetro del tronco y racimos pequeños. Las palmas de aceite son generalmente eficientes en la utilización del P del suelo y del fertilizante, probablemente debido a asociaciones muy efectivas de micorrizas.

El desbalance del fósforo afecta no solo al crecimiento, sino a toda productividad, es tanto así que debería llevarse un programa de fertilización balanceada para mejorar las relaciones del cultivo y con mayor razón la asimilación de elementos que presentan sinergismos **(Owen, 1990)**.

### **3. Potasio (K).**

A pesar de que el K no es un constituyente de ninguna de las estructuras o compuesto de la planta, es esencial en casi todos los procesos para mantener la vida de la planta. Cumple un papel muy importante en la fotosíntesis, transporte de los productos de la fotosíntesis, regulación de los poros de la planta (estomas), activación de los catalizadores de la planta (enzimas) y muchos otros procesos, está involucrado directamente en el transporte de azúcares vía floema. Las plantas deficientes en K no pueden usar eficientemente agua y otros nutrientes del suelo o de los fertilizantes y son menos tolerantes a condiciones ambientales extremas como sequía, exceso de agua, viento y bajas y altas temperaturas, además son menos resistentes al ataque de plagas y enfermedades, y su calidad es baja. Se conoce al K como el nutriente de calidad debido a sus importantes efectos en factores como tamaño, forma, color, sabor del fruto y duración de la corteza. **(ACUPALMA, 2011)**

### **4. Calcio (Ca).**

Su principal papel es estructural, porque constituye, como Pectatos de Ca en las láminas medias, la parte cementante de las paredes celulares. Participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lipídicas, y tal vez,

en el transporte de glúcidos. Es necesario en pequeñas cantidades para la mitosis en las zonas meristemáticas pues confiere estabilidad al aparato estructural durante la división celular. Actúa como activador de enzimas y se relaciona con la nodulación y la fijación de N. En las plantas proporciona rigidez, fomenta el desarrollo de raíces, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, favorece el cuaje de flores impulsa la producción de semillas. **(Bertsch, 1998).**

En palma a pesar de que se considera que en un suelo con menos de 3,0 me/100g de Ca intercambiable y menos de 20% de saturación de Ca es un suelo bajo en Ca, hasta ahora no se han reportado deficiencias visibles en este elemento en la palma de aceite. Se han reportado buenas respuestas, fueron debidas a un efecto directo de Ca o a un efecto indirecto al hacer más disponibles los elementos menores, el N y el P. **(León, 1998).**

El calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas, influye en los rendimientos en forma indirecta al reducir la acidez de los suelo. Lo que reduce la solubilidad y toxicidad del manganeso, cobre y aluminio. **(PPI, 1997).**

### **5. Magnesio (Mg).**

Forma parte de la molécula de la clorofila, por lo tanto es determinante sobre la fotosíntesis. Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta, y como activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP en el metabolismo de los azúcares y en la síntesis de ácidos nucleicos, y por lo tanto, también en síntesis de proteínas, en las

plantas produce el color verde debido a la clorofila y ayuda en la absorción de Potasio. **(Bertsch, 1998).**

Las deficiencias de Mg se han encontrado en todas las regiones donde crece la palma. Este es el problema más frecuente en los suelos ácidos y en los de textura fina, donde el suelo superficial ha sido erogado. La deficiencia de Mg se expresa como una clorosis en las hojas viejas que exhibe un color amarillo-naranja brillante. Por esta razón la deficiencia de Mg se ha llamado "hoja naranja". Síntomas tempranos de la deficiencia son parches verde-oliva u ocres que aparecen cerca de la punta de las hojas viejas, expuestas a la luz del sol. Al aumentar la severidad de los síntomas el color cambia a amarillo brillante y amarillo profundo y eventualmente las hojas afectadas se secan. Las deficiencias de Mg se pueden inducir o acentuar por fuertes abonamientos con KCl. **(León, 1998).**

## **6. Azufre (S)**

Según **López y Espinoza (1995)**, el azufre se halla presente en el suelo en forma orgánica e inorgánica, de la cual la principal forma inorgánica es el anión sulfato que proviene de la mineralización de la materia orgánica y del aporte de los fertilizantes, es por esta razón que las deficiencias de este elemento son más comunes en suelos de textura gruesa con bajos contenidos de materia orgánica.

Las plantas deficientes en azufre presentan un color verde pálido. Generalmente ese color es más vistoso en las hojas jóvenes y a medida que la deficiencia progresa, las hojas afectadas tienden a arrugarse y en casos extremos llegan a morir. **(PPI, 1991).**

## **7. Boro (B)**

El boro desempeña un papel de mayor importancia en el crecimiento de la palma; la deficiencia de este elemento provoca anomalías en el desarrollo a la planta limitándola tanto en su desarrollo como en su producción **(Guerrero, 1991)**.

**PPI (1997)**, indica que la deficiencia de boro por lo general atrofia la planta, comenzando por el punto de crecimiento y las hojas nuevas. Esto indica que este micro elemento no es translocado en el interior de la planta.

Un alto contenido de boro, lo cual puede generar una toxicidad que origina una clorosis marginal en las puntas seguida por una necrosis total en la hoja y subsecuente muerte, el daño comienza primero en las hojas viejas y luego avanza hasta las jóvenes, esta excesiva fuente de boro se la puede reducir con la aplicación de N, K y Ca, **(Espinoza 2001)**.

## **8. Manganeso (Mn)**

Debido a que el manganeso no se transloca en la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes como un amarillamiento en las venas. En algunas ocasiones aparecen una serie de puntos de color café oscuro **(PPI, 1997)**.

En este mismo artículo se afirma que las deficiencias de manganeso podrían ser el resultado de un desbalance con otros nutrientes como el calcio, hierro y magnesio. Los síntomas de deficiencias son más severos en suelos con alto contenido de materia orgánica, durante los periodos en los cuales el suelo está saturado. Una aplicación inicial alta en fosforo ayuda a movilizar el manganeso a la planta.

### **9. Cobre (Cu)**

Este elemento al igual que el Boro, se ha discutido bastante por los investigadores de nutrición en palma de aceite y hoy en día no se tiene definido aun cual es su concentración a nivel foliar de la hoja 17.

**Ollagnier et al, (1970)**, establecieron que el nivel optimo o nivel crítico para la hoja 17 de palma aceitera fue de 10 ppm.

### **10. Zinc (Zn)**

**Ng, et al. (1968)**, aseguran que la mayor concentración de zinc se encuentra en el cogollo y la más pequeña en el raquis. El zinc es tanto un constituyente y un activador de algunas enzimas, y es necesario para la síntesis de proteínas, para el metabolismo de carbohidratos y hormonas así como para en mantenimiento de la integridad de la membrana celular.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Características del Sitio Experimental.

##### 1. Localización.

La presente investigación se desarrolló en la hacienda “La Pepita”, de propiedad de la Empresa “AGROAEREO”, la cual se encuentra ubicada en el Recinto La China, Km 7 vía Quevedo – La China, Provincia de Los Ríos.

##### 2. Características agro – climáticas 1/

La hacienda presenta las siguientes características:

Topografía	Plano
Suelo	Franco Arcilloso
Temperatura media anual	24.3 °C
Heliofania promedio anual	894 horas sol
Humedad relativa	84 %
Precipitación media anual	2252.2 mm

---

1/ Datos tomados de la Estación Meteorológica “Pichilingue” del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI ubicada en el km. 5 Vía Quevedo -El Empalme. Serie multianual 1971 – 2000

### 3. Material genético

Como material genético se empleó el híbrido de palma Deli, que ya se encontraba establecido con una edad cercana a los cuatro años en franco proceso de producción.

### 4. Diseño experimental

Por tratarse de material experimental homogéneo con nueve observaciones pareadas, se recolectaron muestras foliares del híbrido de palma Deli, se utilizaron estadígrafos como: media, desviación estándar, coeficiente de variación, para determinar diferencias entre medias y comprobar la hipótesis propuesta, se utilizó la prueba de t "student" ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. Aplicando la siguiente fórmula.

$$t = \frac{\bar{d}}{sd}$$

La fórmula que se empleó para determinar el coeficiente de variación:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

La fórmula que se empleó para determinar la media de la muestra fue la siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

La fórmula para determinar la desviación estándar fue la siguiente:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Para poder determinar la relación entre las variables afines, se empleó un análisis de correlación lineal simple.

$$r = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y)}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n][\sum y^2 - (\sum y)^2 / n]}} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

## 5. Especificaciones del ensayo en un cultivo establecido

Numero de parcelas	9
Área total del ensayo	4374 m <sup>2</sup>
Forma	rectangular
Distancia de siembra	9 x 9 m
Numero de hileras por parcelas	4
Área total de la parcela	1620 m <sup>2</sup>
Longitud de la parcela	45 m
Ancho de la parcela	36 m
Número de plantas por parcela útil	12
Número de plantas del ensayo	108

## **6. Características de las unidades experimentales**

Las plantas se siembran a manera de tres bolillos 9 x 9m lo que dá 143 plantas/ha.

Se determinó tres sectores alrededor de las 58 hectáreas de la hacienda distanciados entre sí, reconocidos como Joaquín, Canelo y Zapote, en los que se ubicaron tres parcelas (repeticiones) en cada sector, con un total de 270 plantas en todo el ensayo considerando en cada parcela 30 plantas, y como parcela útil 15 plantas.

## **7. Materiales de campo**

Fundas de papel

Algodón

Agua destilada

Machete

Cámara fotográfica

Spray

Estacas

## **8. Materiales de oficina**

Calculadora

Herramientas estadísticas (Excel)

Equipos de laboratorio

Libro de campo

Papelería.

## **9. Manejo del experimento**

Inicialmente se procedió a marcar las plantas destinadas al ensayo, para poder diferenciarlas. Entre las parcelas se marcó el área útil con spray color rojo y los bordes color azul.

En cada planta se identificó la hoja N° 17 que es la que muestra los nutrientes estables, procedimiento descrito por Munévar y Franco (2002), una vez reconocida se tomó de la parte central de la hoja tres folíolos a cada lado del ráquis en total seis folíolos los mismos que se cortaron desde el peciolo hasta llegar un poco a la zona central del folíolo. De la misma forma se hizo desde la punta o el ápice hacia adentro donde se tomó la parte media que fue llevada al laboratorio para el análisis.

Antes del envío de las muestras al laboratorio fue necesario lavarlas con algodón y agua destilada cada folíolo tanto en el haz como en el envés para así poder extraer parte del polvo acumulado y demás impurezas, luego como último procedimiento se logró extraer una fina lamina de los bordes como así

también el nervio principal, de esta forma el limbo resultante fue directo al laboratorio para su respectivo análisis.

En cada sector se tomaron muestras cada dos meses, hasta que se completó al menos cuatro muestras a lo largo del ensayo.

#### **a. Control de malezas**

El cultivo cuenta con cobertura vegetal como es la pueraria, por lo tanto no se realizó control de malezas.

#### **b. Fertilización**

No se realizó ninguna aplicación en el periodo de la investigación para poder evaluar el contenido nutricional en la planta.

### **10. Datos tomados y formas de evaluación**

Con la finalidad de evaluar los contenidos nutricionales se pesaron los frutos provenientes de las plantas de la parcela útil para comparar y establecer diferencias en cuanto a la concentración y su influencia en la producción.

Se procedió a relacionar los nutrientes y la variación en el periodo de tiempo prefijado (junio - diciembre).

## **11. Datos Agronómicos**

### **a. Numero de racimos por hectárea**

Se llevó a cabo el registro mensual de los racimos cosechados en cada lote.

### **b. Relación racimo/tonelada**

Se aplicó la regla de tres simple para obtener el número de racimos en toneladas/ha con los datos de los lotes muestreados.

### **c. Rendimiento (kg/ha)**

Una vez cosechados los racimos de palma en cada zona, se pesó utilizando una balanza mecánica para determinar el rendimiento de 15 plantas (parcela) y llevarlos a hectárea.

## IV. RESULTADOS

### A. Concentraciones Nutricionales en las Hojas.

#### 1. Nitrógeno

**Cuadro 1.** Promedios de porcentajes de contenido de nitrógeno en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	2,54	2,42	2,44
<b>Agosto</b>	2,53	2,50	2,44
<b>Octubre</b>	2,62	2,53	2,35
<b>Diciembre</b>	3,02	2,86	2,51
<b>SUMA</b>	10,71	10,31	9,74
<b>MED *</b>	2,68 a	2,58 a	2,44 b
<b>MAX</b>	3,02	2,86	2,51
<b>MIN</b>	2,53	2,42	2,35
<b>DEWSV</b>	0,23	0,19	0,07
<b>COV %</b>	8,66	7,53	2,69

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de nitrógeno entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvieron mayores concentraciones en Joaquín con 2,68 % de nitrógeno (N) en materia seca, estadísticamente igual al contenido en Canelo con 2,58 y superior a Zapote con 2,44 %. (Cuadro 1)

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzó promedios entre 2,53 y 3,02 % de N en materia seca, oscilando dentro de los valores normales para Joaquín que es de 2.5 a 3 % de materia seca.

En Canelo los valores fluctuaron entre 2,42 y 2,86 con una media de 2,58, contenido que estadísticamente resulto superior al de Zapote y que tuvo un promedio de 2,44 %.

En la zona de Joaquín el contenido de Nitrógeno osciló entre el valor mínimo y máximo requerido como normal para la planta, incrementándose este contenido nutricional a partir de agosto hasta el mes de diciembre donde se alcanza el nivel máximo; igual comportamiento se observó en Canelo aun cuando el contenido de Nitrógeno estuvo ligeramente por debajo del mínimo para luego, de agosto diciembre registrar incrementos continuos del contenido de Nitrógeno en las hojas.

La zona de Zapote presento valores inferiores al mínimo que requiere la planta que es de 2.5% de materia seca.

## 2. Fosforo

**Cuadro 2.** Promedios de porcentajes de contenido de fósforo en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	0,17	0,17	0,17
<b>Agosto</b>	0,15	0,14	0,15
<b>Octubre</b>	0,17	0,16	0,16
<b>Diciembre</b>	0,18	0,18	0,18
<b>SUMA</b>	0,67	0,65	0,66
<b>MED *</b>	0,17 a	0,16 b	0,17 a
<b>MAX</b>	0,18	0,18	0,18
<b>MIN</b>	0,15	0,14	0,15
<b>DEWSV</b>	0,01	0,02	0,01
<b>COV %</b>	7,51	10,51	7,82

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas “t” para comparar los contenidos nutricionales de fosforo entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración igual de fósforo (P) en Joaquín y Zapote con 0,17%, estadísticamente superior al contenido de Canelo con 0,16%.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 0,15 y 0,18% oscilando dentro de los valores normales requeridos por la planta.

De acuerdo al cuadro 2, se puede observar que en la zona de Joaquin en contenido nutricional de Fósforo oscilo entre el valor optimo que requiere la planta para luego disminuir al valor minimo en el mes de agosto, luego mostro un incremento nuevamente al valor normal de Fosforo hasta diciembre; de la misma manera el sector Canelo expresó similar tendencia que Joaquin; mientas que en la zona Zapote el nivel bajó desde junio hasta agosto mostrandose por debajo del nivel minimo normal requerido por la planta para luego incrementarse hasta diciembre llegando a niveles normales de contenido nutricional de fosforo en la planta.

### 3. Potasio

**Cuadro 3.** Promedios de porcentajes de contenido de potasio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011.

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	1,51	1,39	1,49
<b>Agosto</b>	1,03	0,71	1,07
<b>Octubre</b>	1,02	1,04	1,05
<b>Diciembre</b>	0,90	0,77	0,89
<b>SUMA</b>	4,46	3,91	4,50
<b>MED *</b>	1,12 a	0,98 b	1,13 a
<b>MAX</b>	1,51	1,39	1,49
<b>MIN</b>	0,90	0,71	0,89
<b>DEWSV</b>	0,27	0,31	0,26
<b>COV %</b>	24,20	31,73	22,78

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t “student”.

Efectuadas las pruebas “t” para comparar los contenidos nutricionales de potasio entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración igual de potasio (K) en Joaquín con 1,12 % y en Zapote con 1.13% de materia seca estadísticamente superior al contenido de Canelo con 0,98%.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 0,90 y 1,51 oscilando dentro de los valores normales que requiere la planta para la zona de Joaquín.

En Canelo los valores oscilaron entre 0,71 y 1,39 con una media de 0,98%, y en Zapote los valores fluctuaron entre 0.89 y 1,49%.

De acuerdo a la Cuadro, el contenido nutricional de potasio (K) tanto como en la zona de Joaquín como la de Zapote mostraron una tendencia que partió desde el nivel máximo que requiere la planta a bajar considerablemente su nivel de potasio al nivel mínimo en la cual se mantuvo ligeramente estable desde el mes de agosto hasta octubre para luego volver a reducir su contenido nutricional por debajo del rango que requiere la planta. Mientras que, en el lote Canelo se registró un nivel máximo, desde junio hasta agosto bajó considerablemente su concentración de potasio muy por debajo del rango óptimo, luego hasta octubre se elevó hasta llegar a un rango mínimo para la planta para luego descender nuevamente hasta el mes de diciembre.

#### 4. Calcio

**Cuadro 4.** Promedios de porcentajes de contenido de calcio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	0,95	1,04	1,03
<b>Agosto</b>	0,53	0,63	0,63
<b>Octubre</b>	0,50	0,56	0,54
<b>Diciembre</b>	0,28	0,30	0,29
<b>SUMA</b>	2,26	2,53	2,49
<b>MED *</b>	0,57 b	0,63 a	0,62 b
<b>MAX</b>	0,95	1,04	1,03
<b>MIN</b>	0,28	0,30	0,29
<b>DEWSV</b>	0,28	0,31	0,31
<b>COV %</b>	49,53	48,46	49,38

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas “t” para comparar los contenidos nutricionales de calcio entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración mayor de calcio (Ca) en Canelo con 0,63% de materia seca, estadísticamente superior al contenido de Joaquín con 0,57 y al contenido de Zapote con 0.64%.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 0,30 y 1,04 oscilando dentro de los valores normales que requiere la planta para Canelo.

En Joaquín los valores oscilaron entre 0,28 y 0,95 con una media de 0,57 mientras que la zona de Zapote sus valores fluctuaron entre 0.29 y 1.03% obteniéndose un promedio de 0,62.

De acuerdo al Cuadro 4, se observa que el contenido nutricional de calcio (Ca) en los tres sectores (Joaquín, Canelo y Zapote), partió desde un nivel que se encontraba por encima del normal o requerido por la planta presentando exceso de este nutriente, luego disminuyeron simultáneamente hasta el nivel normal requerido por la planta en el mes de agosto, nuevamente su tendencia varió hasta mostrarse al nivel mínimo en el mes de octubre, su variación concluyó en el mes de diciembre a presentarse deficiencias de este nutriente similares entre los sectores anteriormente mencionados.

## 5. Magnesio

**Cuadro 5.** Promedios de porcentajes de contenido de magnesio en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	0,16	0,16	0,15
<b>Agosto</b>	0,21	0,21	0,23
<b>Octubre</b>	0,12	0,17	0,15
<b>Diciembre</b>	0,24	0,21	0,23
<b>SUMA</b>	0,73	0,75	0,76
<b>MED *</b>	0,18 b	0,19 a	0,19 a
<b>MAX</b>	0,24	0,21	0,23
<b>MIN</b>	0,12	0,16	0,15
<b>DEWSV</b>	0,05	0,03	0,05
<b>COV %</b>	29,12	14,03	24,31

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de magnesio entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración igual en Canelo y Zapote con 0,19% de materia seca de magnesio (Mg), estadísticamente superior al contenido de Joaquín con 0,18%.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 0,12 y 0,24% oscilando bajo los valores normales que requiere la planta para Joaquín.

En Canelo los valores oscilaron entre 0,17 y 0,21% con una media de 0,19% contenido que resultó estadísticamente igual al de Zapote pero muy por debajo del nivel normal que corresponde al magnesio.

Se puede observar en los tres sectores del acuerdo al Cuadro 5, el contenido nutricional de magnesio (Mg) es deficiente aunque desde junio a agosto muestra un ligero aumento sobre todo en la zona de Zapote pero no llega a alcanzar los niveles normales requeridos por la planta; luego tiende a disminuir hasta el mes de octubre y a partir de ahí las zonas mostraron aumentos en su concentración hacia el mes de diciembre llegando únicamente el sector Joaquín a tener la concentración mínima de magnesio requerida por la planta.

## 6. Azufre

**Cuadro 6.** Promedios de porcentajes de contenido de azufre en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	<b>ZONAS</b>		
	<b>JOAQUIN</b>	<b>CANELO</b>	<b>ZAPOTE</b>
<b>Junio</b>	0,19	0,20	0,20
<b>Agosto</b>	0,18	0,18	0,19
<b>Octubre</b>	0,16	0,16	0,16
<b>Diciembre</b>	0,17	0,16	0,16
<b>SUMA</b>	0,70	0,70	0,71
<b>MED *</b>	0,18 a	0,18 a	0,18 a
<b>MAX</b>	0,19	0,20	0,20
<b>MIN</b>	0,16	0,16	0,16
<b>DEWSV</b>	0,01	0,02	0,02
<b>COV %</b>	7,38	10,94	11,61

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de azufre entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración igual entre las zonas mencionadas con 0,18% de materia

seca. La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 0,16 y 0,19 oscilando bajo los valores inferiores que requiere la planta para Joaquín.

En Canelo los valores oscilaron entre 0,16 y 0,20 con una media de 0,18 contenido que resultó estadísticamente igual al de Zapote pero ligeramente muy por debajo del nivel normal que corresponde a las concentraciones que requiere la planta.

El Cuadro 6 nos indica que la concentración nutricional de azufre (S) es deficiente en los tres sectores; su comportamiento explica que conforme avanza el tiempo se evidenciaba la carencia de este elemento llegando a niveles muy bajos de azufre en la planta.

## 7. Zinc

**Cuadro 7.** Promedios de porcentajes de contenido de azufre en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	11,83	12,80	11,53
<b>Agosto</b>	15,20	14,47	13,64
<b>Octubre</b>	14,00	14,20	14,20
<b>Diciembre</b>	15,00	17,10	16,40
<b>SUMA</b>	56,03	58,57	55,77
<b>MED *</b>	14,01 a	14,64 a	13,94 b
<b>MAX</b>	15,20	17,10	16,40
<b>MIN</b>	11,83	12,80	11,53
<b>DEWSV</b>	1,54	1,79	2,00
<b>COV %</b>	11,02	12,25	14,35

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas “t” para comparar los contenidos nutricionales de zinc entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo iguales concentraciones en Joaquín y Canelo, estadísticamente superior al de Zapote.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 14,00 y 15,20 ppm para Joaquín con una media de 14,01 por debajo del nivel normal requerido que corresponden al zinc.

En Canelo los valores oscilaron entre 12,80 y 17,10 ppm con una media de 14,64 contenido que resultó estadísticamente más aproximado al nivel normal requerido que corresponden al zinc.

De igual manera el sector Zapote tuvo promedios entre 11,53 y 16,40 ppm con una media de 13,94 muy por debajo del nivel normal requerido.

La variabilidad de este nutriente mostrado en el Cuadro 7, nos revela que en las zonas referenciadas hay similitud del contenido nutricional zinc (Zn); mostrando una deficiencia de este elemento en la cual se generó un aumento en la que únicamente el sector Joaquín alcanza niveles mínimos requeridos en el mes de agosto para luego disminuir en el mes de octubre partiendo de este momento junto con los demás sectores a mostrar un aumento del contenido de zinc llegando a los niveles óptimos solicitados por la planta.

## 8. Cobre

**Cuadro 8.** Promedios de porcentajes de contenido de cobre en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	5,40	5,57	5,03
<b>Agosto</b>	6,90	6,40	7,00
<b>Octubre</b>	9,30	9,70	10,00
<b>Diciembre</b>	4,80	5,30	5,60
<b>SUMA</b>	26,40	26,97	27,63
<b>MED *</b>	6,60 a	6,74 a	6,91 a
<b>MAX</b>	9,30	9,70	10,00
<b>MIN</b>	4,80	5,30	5,03
<b>DEWSV</b>	2,00	2,03	2,22
<b>COV %</b>	30,38	30,06	32,16

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de cobre entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración estadísticamente igual en los sectores mencionados entre 6.60 y 6.91%.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 5,40 y 9,30 ppm de cobre (Cu) para Joaquín con una media de 6,60 por debajo del nivel normal requerido correspondiente al cobre.

En Canelo los valores oscilaron entre 5,30 y 9,70 ppm con una media de 6,74 contenido que resultó estadísticamente inferior al nivel normal requerido.

De igual manera el sector Zapote tuvo promedios de entre 5,03 y 10,00 ppm con una media de 6,91 mostrando niveles bajos en comparación con lo normal requerido.

El Cuadro 8 nos revela que desde el mes de junio hasta el mes de diciembre, el contenido nutricional de cobre (Cu) fue muy deficiente en las zonas evaluadas; aunque muestran equidad en sus incrementos hasta octubre, se encontraron por debajo del nivel óptimo que se requiere.

## 9. Hierro

**Cuadro 9.** Promedios de porcentajes de contenido de hierro en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	<b>ZONAS</b>		
	<b>JOAQUIN</b>	<b>CANELO</b>	<b>ZAPOTE</b>
<b>Junio</b>	73,20	76,47	86,17
<b>Agosto</b>	99,93	97,47	95,63
<b>Octubre</b>	184,70	186,30	192,30
<b>Diciembre</b>	94,90	127,80	110,50
<b>SUMA</b>	452,73	488,04	484,60
<b>MED *</b>	113,18 a	122,01 a	121,15 a
<b>MAX</b>	184,70	186,30	192,30
<b>MIN</b>	73,20	76,47	86,17
<b>DEWSV</b>	49,07	47,76	48,48
<b>COV %</b>	43,35	39,14	40,02

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de hierro entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración estadísticamente igual en las tres zonas ya mencionadas.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios de entre 73,20 y 184,70 ppm de hierro (Fe) para Joaquín con una media de 119,18 oscilando entre el nivel normal que corresponde al hierro requeridos por la planta; mientras que en Canelo los valores oscilaron entre 76,47 y 186,30 ppm con una media de 122,01 contenido que resultó de igual manera estadísticamente dentro del nivel normal que se requiere correspondiente al hierro. Mientras que el sector Zapote tuvo promedios de entre 86,17 y 192,30 ppm con una media de 121,15 mostrando niveles óptimos en comparación con lo normal requerido. Los tres sectores no tuvieron mucha variación en cuanto a sus medias y se mostraron similares. Los niveles de concentración nutricional de hierro (Fe) en los tres sectores mostraron aumentos dentro del rango normal de la planta; pasando en el mes de junio hasta agosto a elevarse un poco su concentración y luego a octubre mostrar un incremento superior de hierro, luego su tendencia en los tres sectores sobre todo en Joaquín disminuyó hasta llegar a un nivel mínimo pero aun requerido para la planta. (Cuadro 9).

## 10. Manganese

**Cuadro 10.** Promedios de porcentajes de contenido de manganeso en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	74,50	80,33	50,70
<b>Agosto</b>	73,40	78,77	96,40
<b>Octubre</b>	74,50	77,60	73,90
<b>Diciembre</b>	89,40	84,70	88,00
<b>SUMA</b>	311,80	321,40	309,00
<b>MED *</b>	77,95 a	80,35 a	77,25 a
<b>MAX</b>	89,40	84,70	96,40
<b>MIN</b>	73,40	77,60	50,70
<b>DEWSV</b>	7,65	3,11	19,99
<b>COV %</b>	9,82	3,87	25,87

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de manganeso entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración estadísticamente igual en las tres zonas ya mencionadas pero muy por debajo del nivel normal requerido correspondiente al manganeso.

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios de entre 74,50y 89,40 ppm de manganeso (Mn) para Joaquín con una media de 77,95.

En Canelo los valores oscilaron entre 77,60 y 84,70 ppm con una media de 80,35 y Canelo tuvo valores de entre 50,70 y 96,40 llegando a una media de 77,25 ppm.

De acuerdo al Cuadro 10, el nivel de concentración nutricional del manganeso (Mn) se encuentra por debajo del nivel normal requerido para la planta; mostrando que la concentración entre Joaquin y Canelo es más o menos similar no tanto así con Zapote en la que su línea tiende a aumentar y luego a disminuir hasta expresarse de la misma manera que las zonas anteriores.

## 11. Boro

**Cuadro 11.** Promedios de porcentajes de contenido de boro en materia seca en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
<b>Junio</b>	28,33	27,90	27,97
<b>Agosto</b>	25,03	22,27	17,30
<b>Octubre</b>	11,60	20,10	14,40
<b>Diciembre</b>	12,40	13,20	16,60
<b>SUMA</b>	77,36	83,47	76,27
<b>MED *</b>	19,34 a	20,87 a	19,07 a
<b>MAX</b>	28,33	27,90	27,97
<b>MIN</b>	11,60	13,20	14,40
<b>DEWSV</b>	8,59	6,08	6,06
<b>COV %</b>	44,41	29,12	31,79

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuadas las pruebas "t" para comparar los contenidos nutricionales de boro entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo una concentración estadísticamente igual entre las medias, pero muy por debajo del nivel normal requerido para la planta correspondiente al boro (B).

La información del contenido nutricional en las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios de entre 11,60 y 28,33 ppm de boro (B) para Joaquín con una media de 19,34 ppm.

En Canelo los valores oscilaron entre 13,20 y 27,90 ppm con una media de 20,81 y Zapote tuvo promedios de entre 14,40 y 27,97 ppm con una media de 19,07 ppm.

La concentración de boro (B) empieza de manera similar con el nivel normal en los tres sectores en la que tiende a disminuir conforme avanza el periodo desde junio a diciembre manteniéndose muy por debajo del nivel normal mostrando deficiencias en los sectores ya mencionados.

Los elementos que mostraron un aumento en cuanto el tiempo que se los evaluó fueron: N, P, Zn y Mn.

Mientras que desde el mes de junio hasta diciembre los elementos que empezaron a descender fueron, K, Ca, S, Cu y B.

Los elementos restantes como el Fe y Mg, tuvieron una variación de manera irregular, es decir aumentaban y disminuían conforme avanzaba el periodo evaluado. **Tabla 1**

ELEMENTOS NUTRICIONALES										
PRIMARIOS			SECUNDARIOS			MENORES				
N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
↑	↑	↓	↓	↑↓	↓	↑	↓	↑↓	↑	↓

**Tabla 1.** Variación de los contenidos nutricionales durante el periodo evaluado Junio – Diciembre

## B. Diferencias en la Producción

**Cuadro 12.** Promedios de producción representado en kilogramos tomados en 10 hectáreas en las zonas de Joaquín, Canelo y Zapote desde Junio a Diciembre del 2011

SEMANAS	ZONAS		
	JOAQUIN	CANELO	ZAPOTE
22	307	476	330
23	3114	4831	3353
24	2401	3724	2998
26	1902	2951	2060
27	1902	2951	2060
28	4327	6711	4658
29	4320	6701	4650
30	3431	5322	3694
31	230	360	250
32	3118	4836	3356
33	3118	4836	3744
34	3066	4756	3301
35	2239	3473	2411
36	1477	2291	1590
37	2824	4381	3041
38	3436	5330	3699
40	3515	5452	3784
41	6756	10479	7273
43	5937	9210	6391
44	2866	4446	3085
46	2606	4042	2805
47	9348	14501	10064
48	1549	2403	1667
49	5705	8850	6142
50	3390	5258	3649
51	2753	4270	2963
52	865	1342	931
1	4730	7337	5092
2	2433	3773	2619
3	4430	6872	4769
4	2806	4353	3021
<b>SUMA</b>	100901	156518	109450
<b>MED *</b>	3254,88 b	5048,96 a	3530,64 b
<b>MAX</b>	9348,00	14501,00	10064,00
<b>MIN</b>	230,00	360,00	250,00
<b>DEWSV</b>	1876,13	2910,08	2014,32
<b>COV</b>	57,64	57,64	57,05

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba t "student".

Efectuada la pruebas “t” para comparar rendimientos entre las zonas Joaquín, Canelo y Zapote, se obtuvo el mayor rendimiento en el sector Canelo con una media de 5048,96 kg de fruta fresca, estadísticamente superior a la producción de Joaquín con 3254,88 y Zapote con 3530,64 kg; mientras que las evaluaciones realizadas entre junio y diciembre alcanzaron promedios entre 230 y 9348 kg en el sector Joaquín. En Canelo los valores oscilaron entre 360 y 14501, y Zapote que obtuvo valores entre 250 y 10064 kg llegando a un promedio de 3530,64 kg.

#### Numero de racimos por hectárea

<b>Meses</b>	<b>RACIMOS</b>		
	<b>Joaquín</b>	<b>Canelo</b>	<b>Zapote</b>
Junio	190	295	205
Julio	320	497	345
Agosto	192	298	207
Septiembre	189	294	204
Octubre	272	422	293
Noviembre	261	405	281
Diciembre	197	306	213
Enero	274	425	295
<b>Total</b>	<b>1895</b>	<b>2942</b>	<b>2043</b>
<b>Promedio</b>	<b>237</b>	<b>368</b>	<b>255</b>

**Tabla 2.** Registro mensual de racimos cosechados por hectárea en los lotes muestreados.

## Rendimiento por hectárea

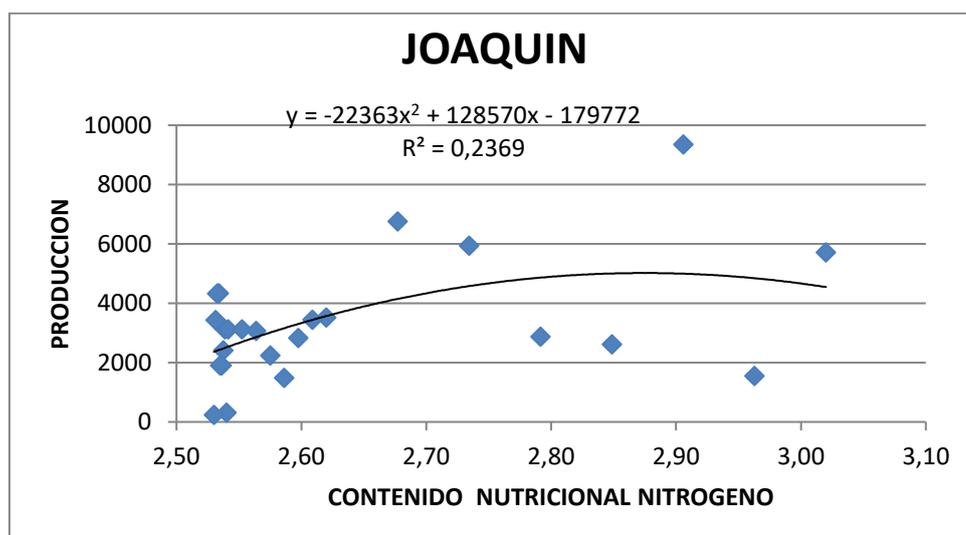
<b>MESES</b>	<b>JOAQUIN</b>	<b>CANELO</b>	<b>ZAPOTE</b>
Junio	772	1198	874
Julio	1398	2169	1506
Agosto	953	1479	1065
Septiembre	998	1548	1074
Octubre	1621	2514	1745
Noviembre	1637	2539	1762
Diciembre	1271	1972	1369
Enero	1440	2234	1550
<b>TOTAL</b>	<b>10090</b>	<b>15653</b>	<b>10945</b>

**Tabla 3.** Promedios representado en kilogramos por hectárea de los lotes cosechados mensualmente

## C. Comparación del contenido nutricional en la producción

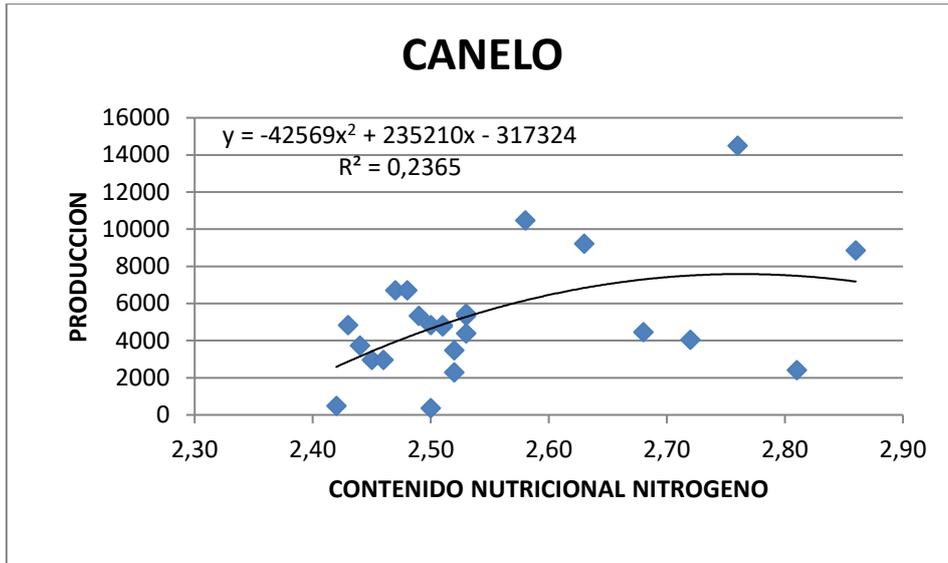
### 1. Nitrógeno

La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de nitrógeno (N) y el nivel de producción en el lote Joaquín; de acuerdo al valor de  $r = 0,4449$  y  $r^2 = 0,198$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de nitrógeno, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 19,80% del rendimiento es atribuible al contenido de nitrógeno; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



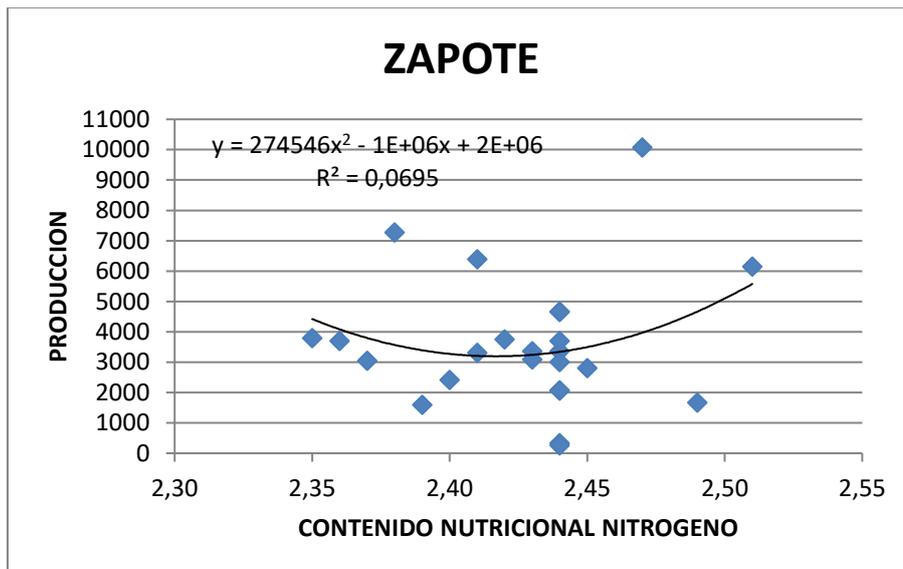
**Grafico 1.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Joaquín.

La relación entre la variable contenido nutricional de nitrógeno y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,4483$  y  $r^2 = 0,201$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de nitrógeno, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20,10% del rendimiento es atribuible al contenido de nitrógeno.



**Grafico 2.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Canelo.

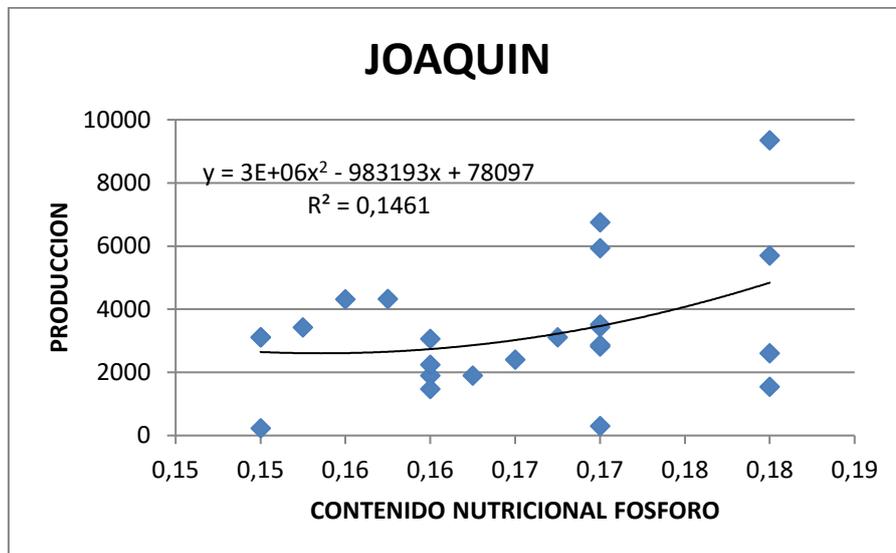
En el lote Zapote se observa que la relación es casi nula de acuerdo al grado de correlación indicando que apenas el 0,50% del rendimiento es atribuible al contenido del fósforo lo cual se podría decir que no existe ninguna relación entre el contenido nutricional y la producción aunque ligeramente muestra una tendencia positiva pero no significativa.



**Grafico 3.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de nitrógeno en la producción del lote Zapote.

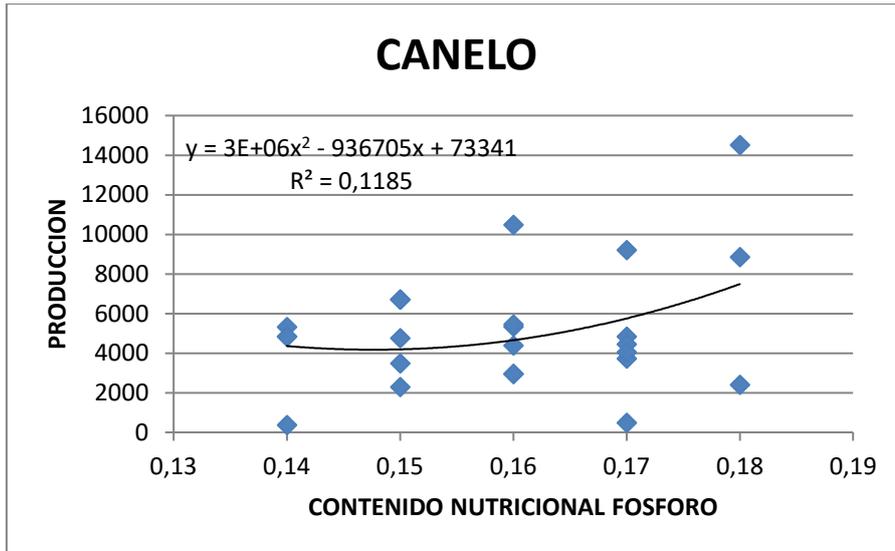
## 2. Fosforo

Se muestra la relación entre la variable contenido nutricional fosforo y el nivel de producción en el lote Joaquín; la relación que se observa es positiva (a mayor disponibilidad de fosforo, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativa ya que de acuerdo al valor de  $r=0,3521$  y  $r^2=0,124$  el grado de correlación es bajo indicando que apenas el 12,44% del rendimiento es atribuible al contenido de fosforo.



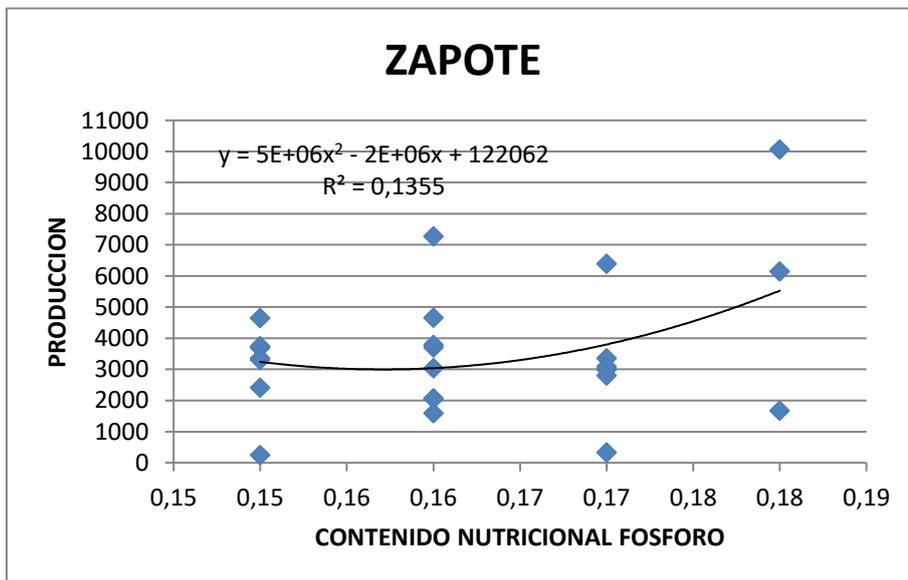
**Grafico 4.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fósforo en la producción del lote Joaquín.

En canelo se observa que aunque la relación es positiva (a mayor disponibilidad de fosforo, mayor rendimiento del cultivo) se deduce que el rendimiento es atribuible al contenido de fósforo en apenas un 9,20% de acuerdo al valor de  $r=0,303$  y  $r^2=0,092$  indicando que el grado de correlación es bajo.



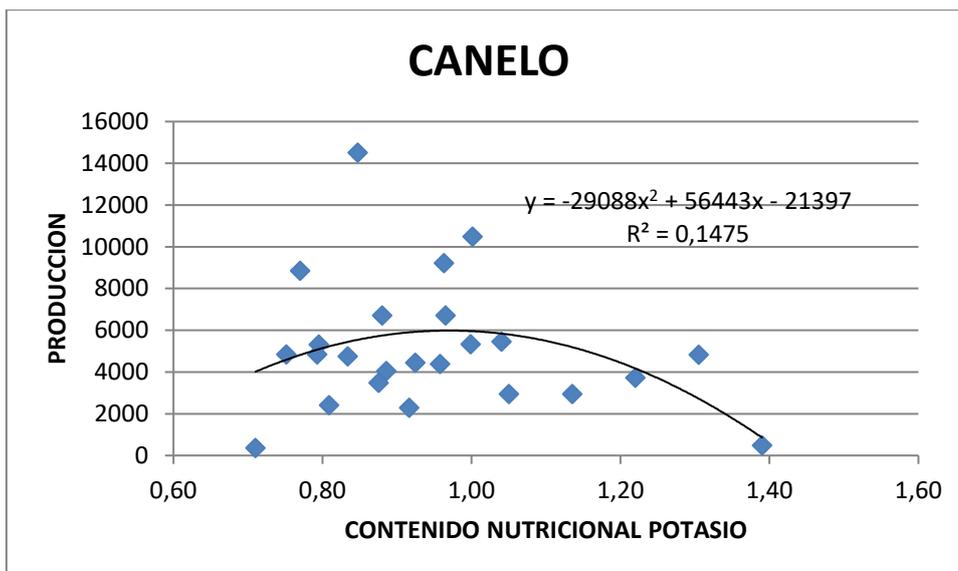
**Grafico 5.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fosforo en la producción del lote Canelo.

En el lote zapote de acuerdo al valor de  $r=0,298$  y  $r^2=0,089$  indica el grado de correlación es más bajo que en los lotes anteriores ya que nos indica que solo un 8,90% del rendimiento es atribuible al contenido de fosforo.



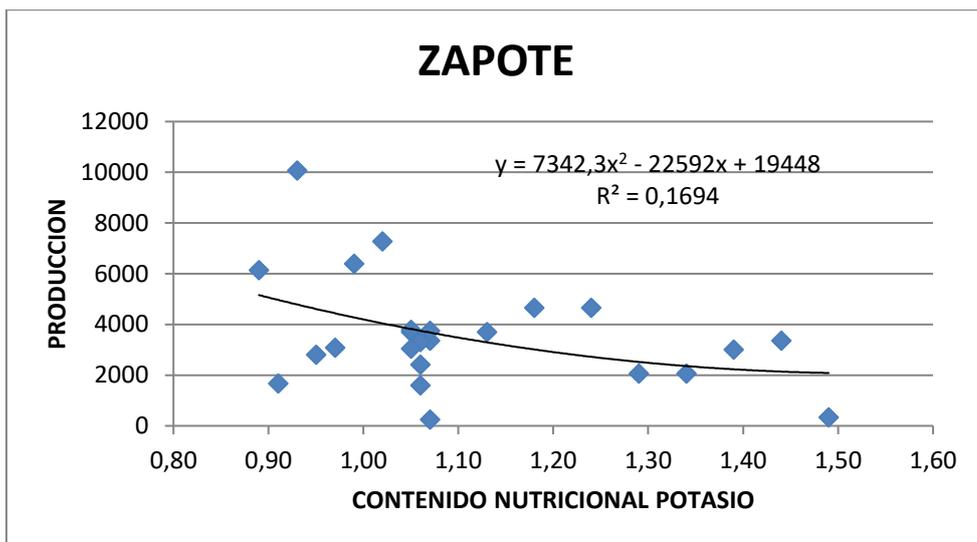
**Grafico 6.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de fósforo en la producción del lote Zapote.





**Grafico 8.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de potasio en la producción del lote Canelo.

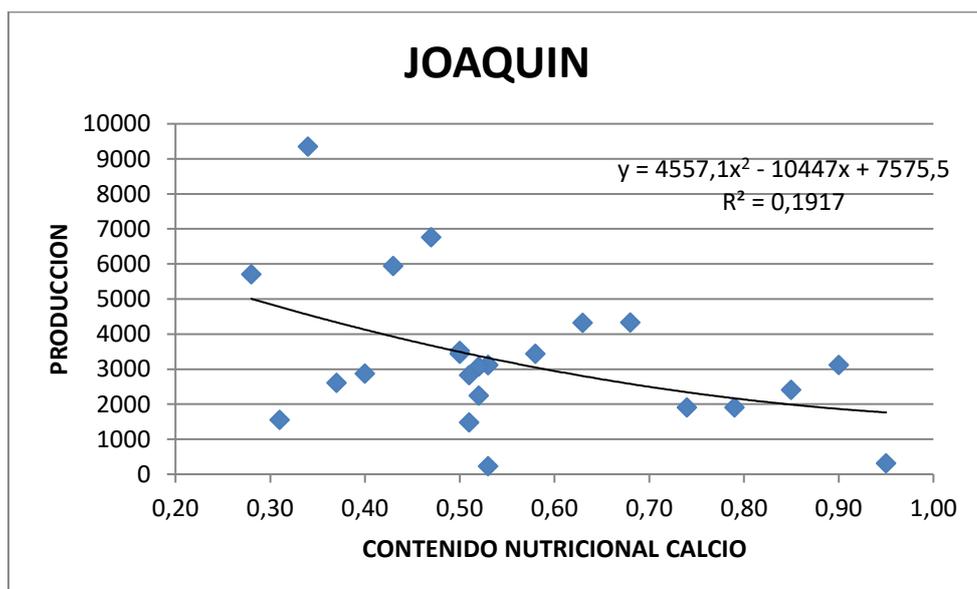
En el lote Zapote la ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de potasio (K) y el nivel de producción en el lote Zapote; de acuerdo al valor de  $r = 0,40$  y  $r^2 = 0,160$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de potasio menor rendimiento del cultivo en este sector) pero no significativo, indicando además que apenas el 16 % del rendimiento es atribuible al contenido de potasio; no pudiéndose explicar la fracción restante.



**Grafico 9.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de potasio en la producción del lote Zapote.

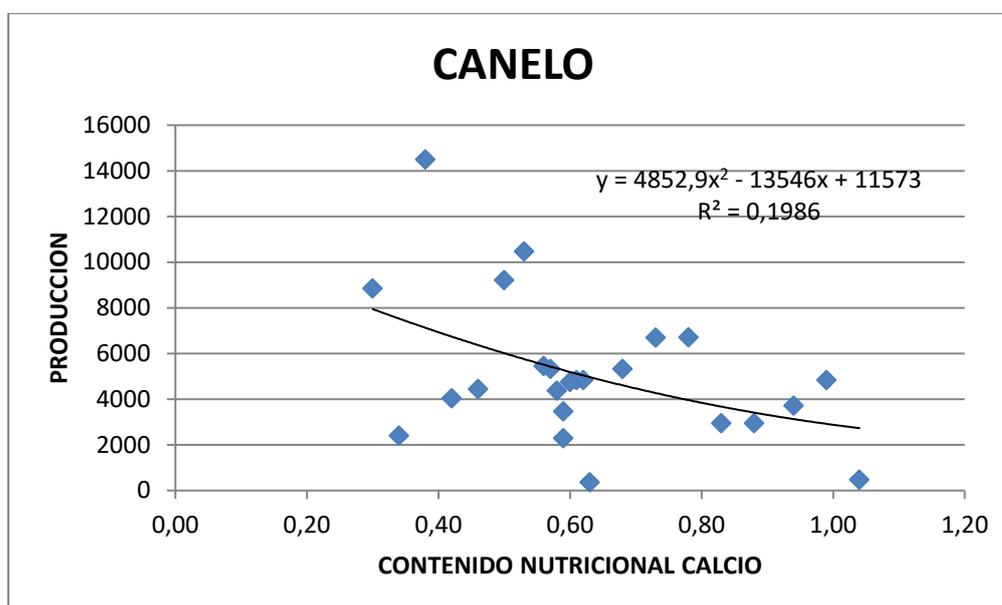
#### 4. Calcio

De acuerdo al valor de  $r=0,430$  y  $r^2=0,185$  la relación que se observa es negativa (a mayor disponibilidad de calcio, menor rendimiento del cultivo) en el lote Joaquín; el grado de correlación es bajo mostrando que apenas 18,50 % de la variación de la producción es atribuible al contenido de calcio.



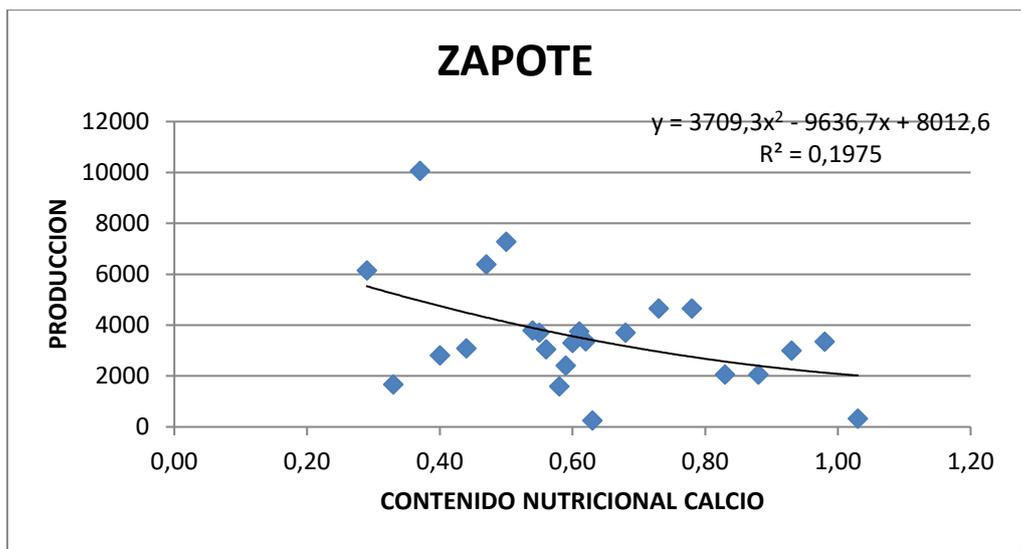
**Grafico 10.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Joaquín.

La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de calcio (Ca) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,439$  y  $r^2 = 0,193$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de calcio, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 19,30% del rendimiento es atribuible al contenido de calcio; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



**Grafico 11.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Canelo.

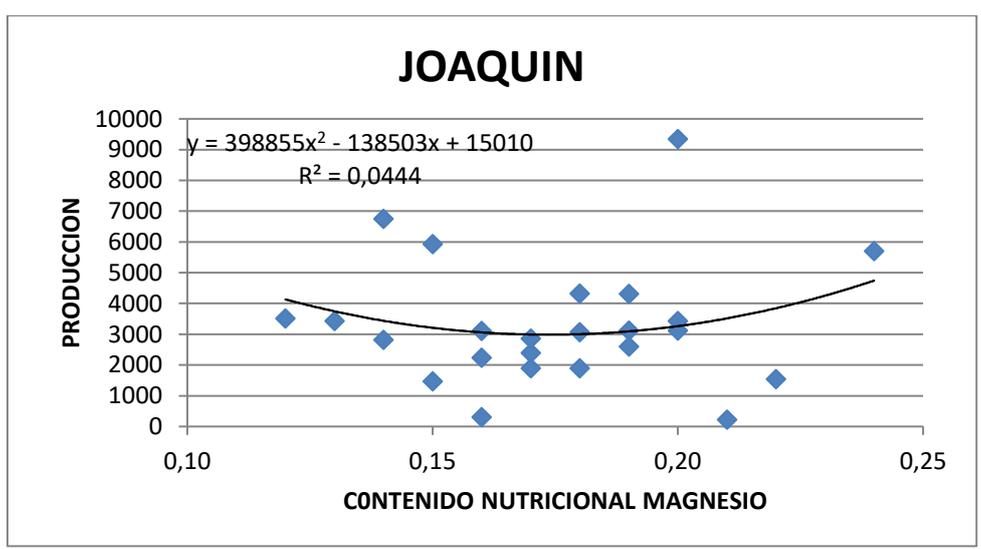
En Zapote se muestra la relación entre la variable contenido nutricional de calcio (Ca) y el nivel de producción en el lote mencionado; de acuerdo al valor de  $r = 0,437$  y  $r^2 = 0,191$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de calcio, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 19,10% del rendimiento es atribuible al contenido de calcio.



**Grafico 12.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de calcio en la producción del lote Zapote.

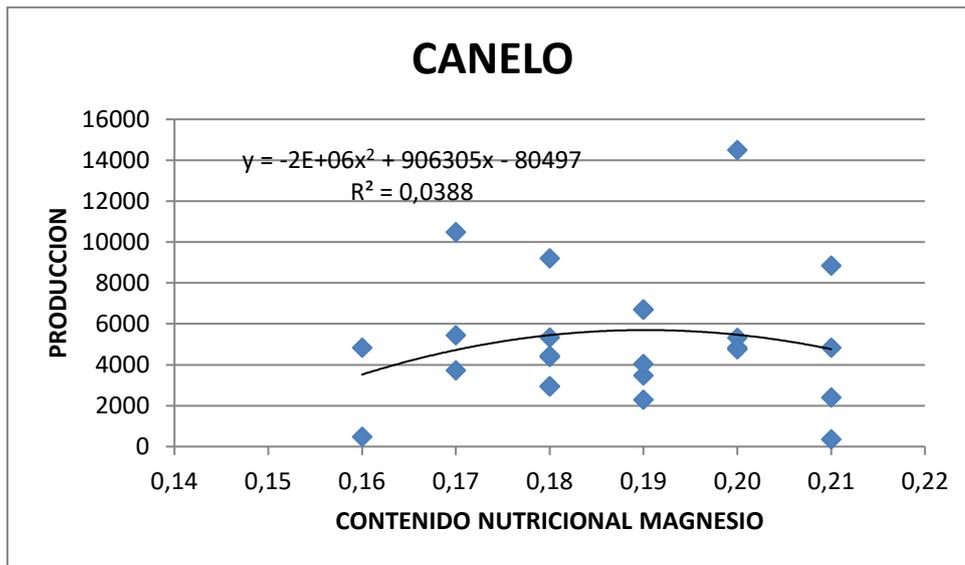
**5. Magnesio**

De acuerdo al valor de  $r = 0,03$  y  $r^2 = 0,001$  en el lote Joaquín; el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de magnesio, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 0,1 % del rendimiento es atribuible al contenido de magnesio; no pudiéndose explicar el valor restante.



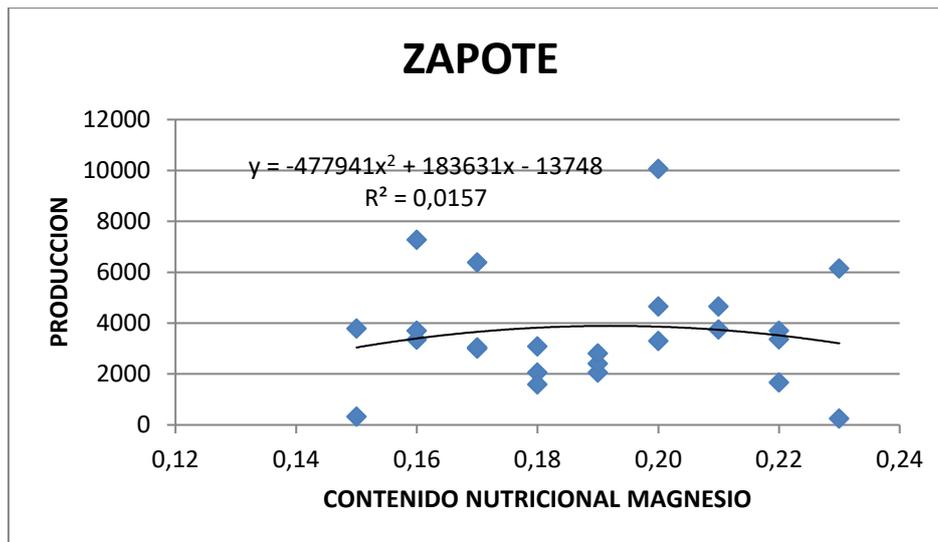
**Grafico 13.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Joaquín.

Mientras que la relación entre la variable contenido nutricional de magnesio (Mg) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,08$  y  $r^2 = 0,006$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de magnesio, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 0,6 % del rendimiento es atribuible al contenido de magnesio.



**Gráfico 14.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Canelo.

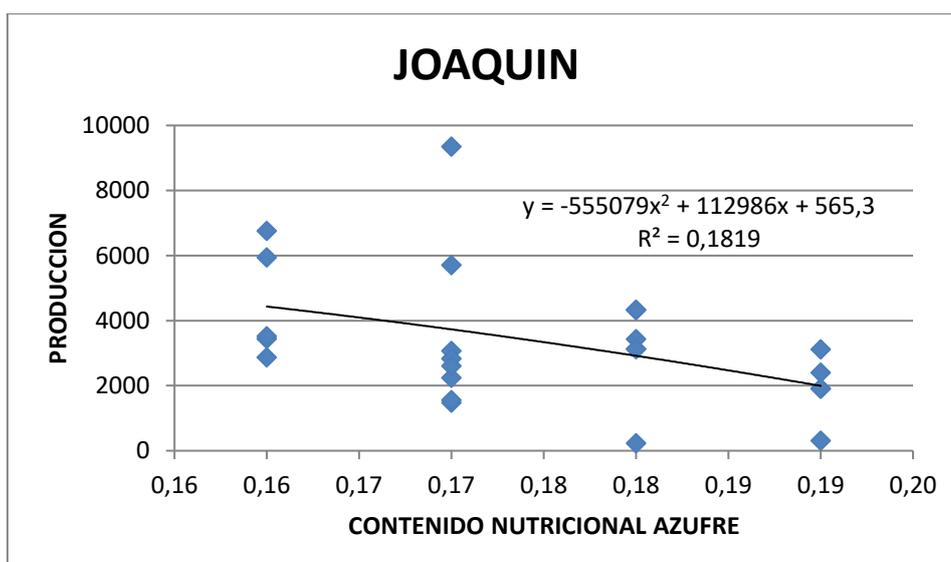
La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de magnesio (Mg) y el nivel de producción en el lote Zapote; de acuerdo al valor de  $r = 0,00$  y  $r^2 = 0,000$  el grado de correlación muestra una tendencia donde no es significativa mostrando además que el contenido de magnesio en este lote no tiene ninguna influencia en cuanto a la producción



**Gráfico 15.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de magnesio en la producción del lote Zapote.

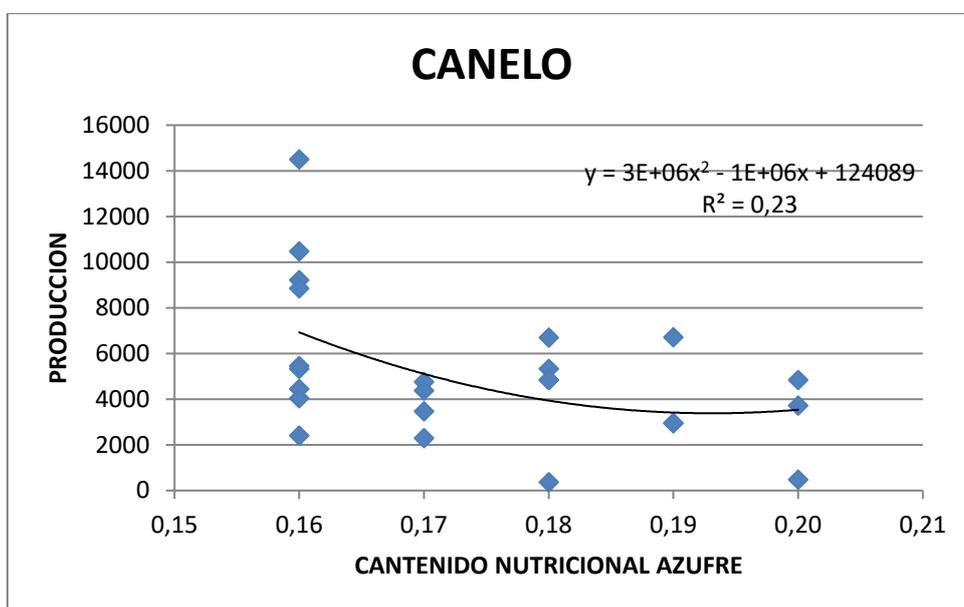
## 6. Azufre

Entre la variable contenido nutricional de azufre (S) y el nivel de producción en el lote Joaquín; de acuerdo al valor de  $r = 0,426$  y  $r^2 = 0,181$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de azufre, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 18,10 % del rendimiento es atribuible al contenido de azufre.



**Gráfico 16.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Joaquín.

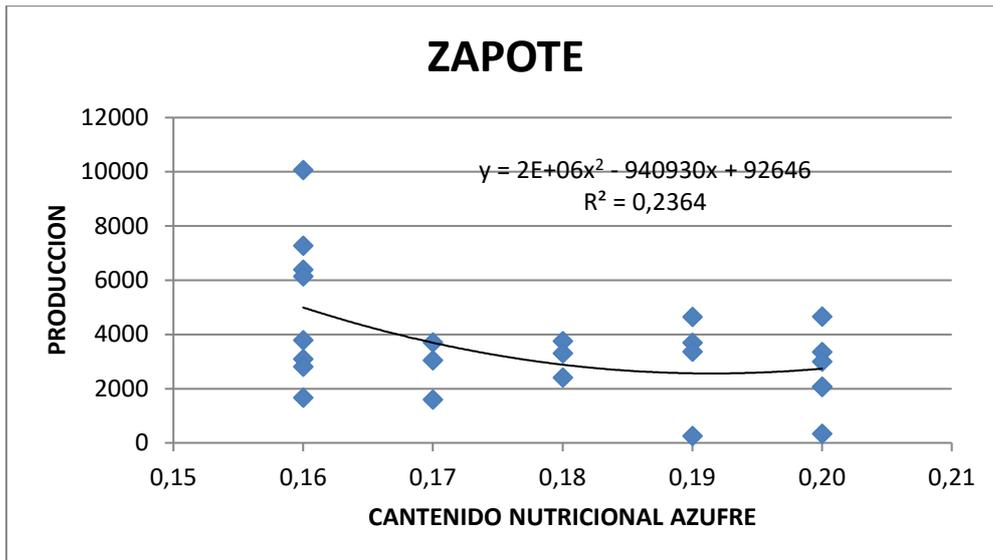
La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de azufre (S) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,447$  y  $r^2 = 0,200$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de azufre, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20 % del rendimiento es atribuible al contenido de azufre; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



**Gráfico 17.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Canelo.

En el lote Zapote de acuerdo al valor de  $r = 0,447$  y  $r^2 = 0,200$  el grado de correlación es negativo (a mayor disponibilidad de azufre, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20 % del rendimiento es atribuible al contenido de azufre.

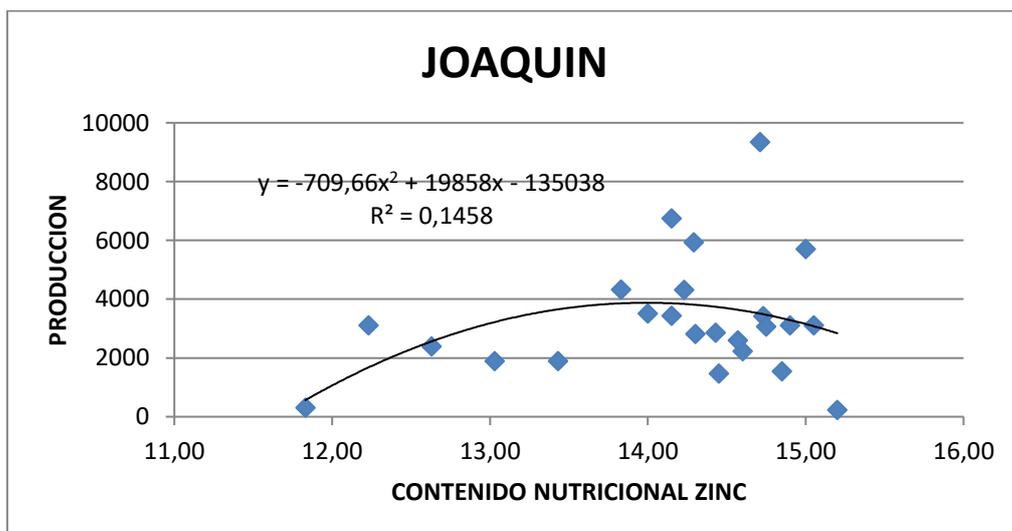
De acuerdo a la grafica y el grado de correlación del gráfico 18 es similar al Gráfico 17.



**Gráfico 18.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de azufre en la producción del lote Zapote.

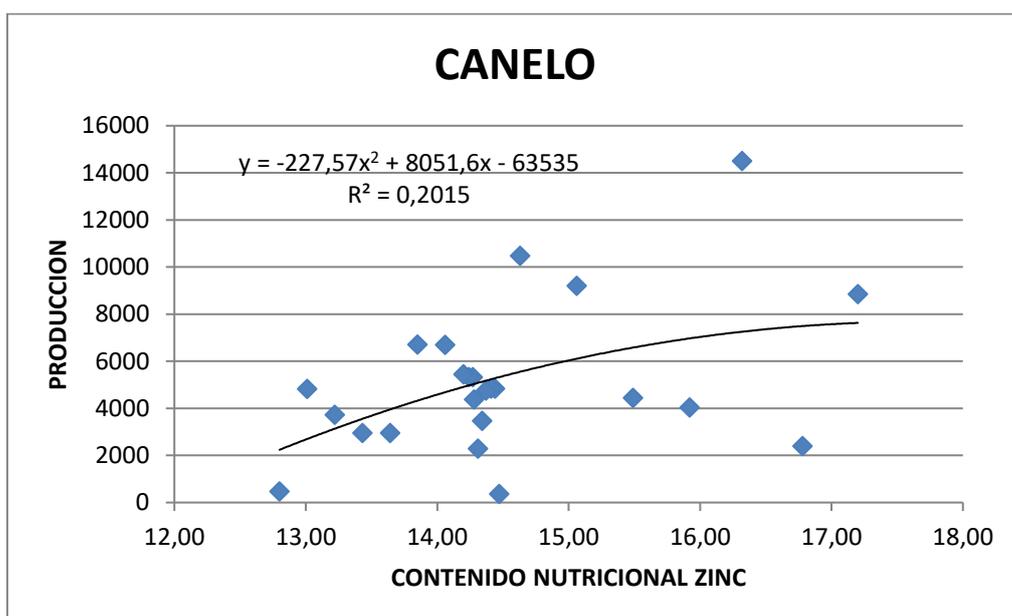
## 7. Zinc

Entre la variable contenido nutricional de zinc (Zn) y el nivel de producción en el lote Joaquín; de acuerdo al valor de  $r = 0,247$  y  $r^2 = 0,061$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de zinc, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 6,10 % del rendimiento es atribuible al contenido de zinc.



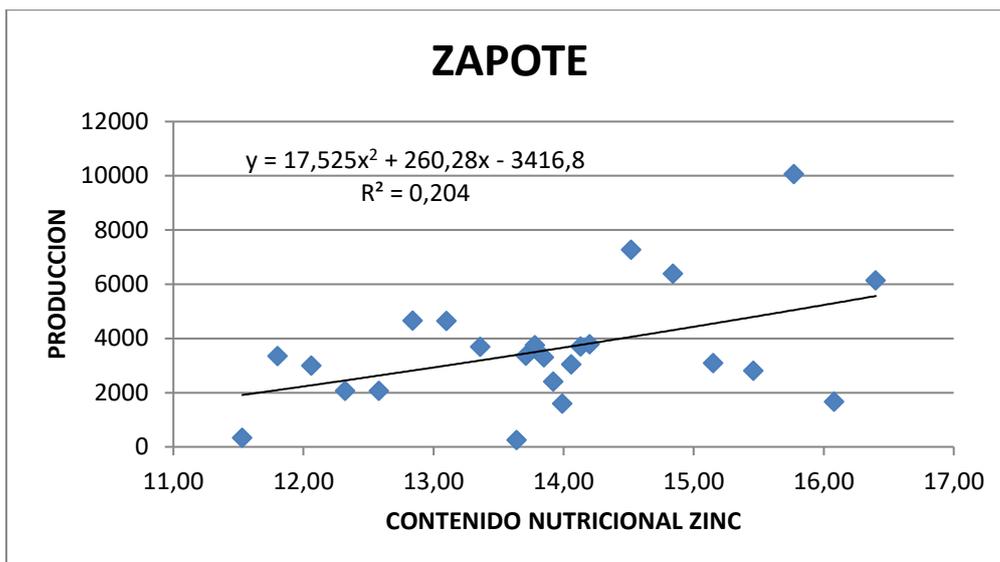
**Gráfico 19.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Joaquín.

La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de zinc (Zn) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,435$  y  $r^2 = 0,189$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de zinc, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 18,90 % del rendimiento es atribuible al contenido de magnesio.



**Gráfico 20.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Canelo.

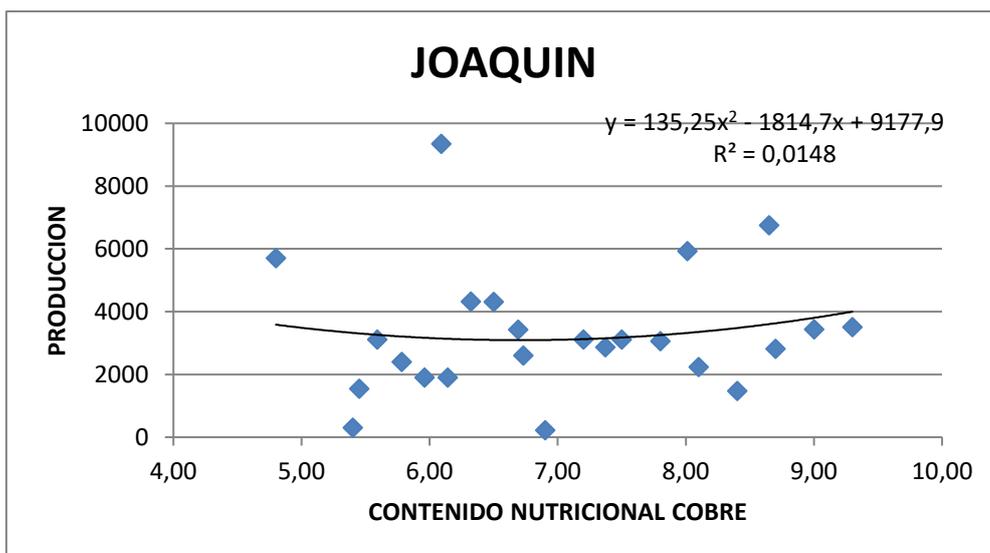
De acuerdo al valor de  $r = 0,451$  y  $r^2 = 0,203$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de zinc, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20,30 % del rendimiento es atribuible al contenido de magnesio; no pudiéndose explicar el valor restante.



**Gráfico 21.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de zinc en la producción del lote Zapote.

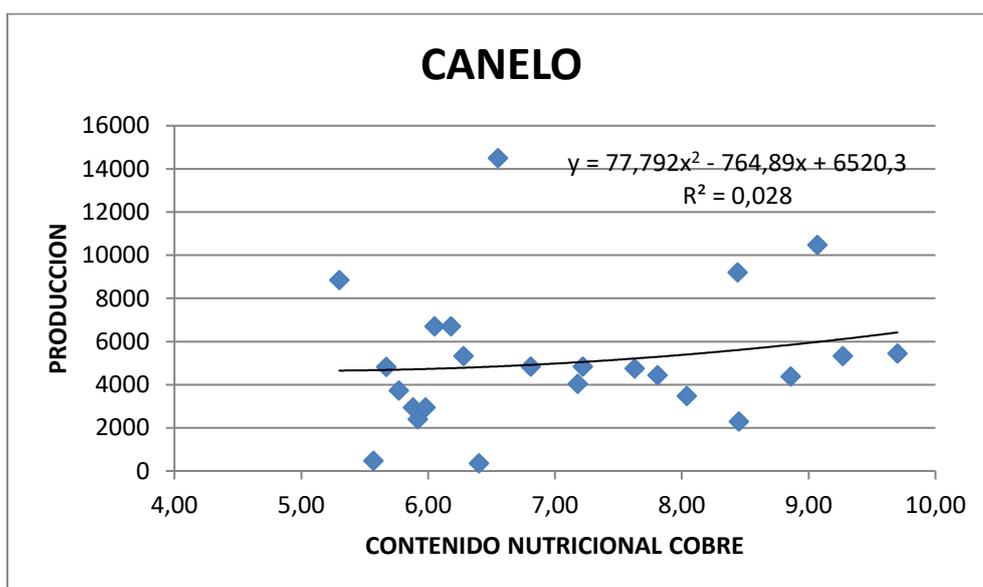
### 8. Cobre

Entre la variable contenido nutricional de cobre (Cu) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,063$  y  $r^2 = 0,004$  el grado de correlación es ligeramente positivo (a mayor disponibilidad de cobre, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 0,40 % del rendimiento es atribuible al contenido de cobre.



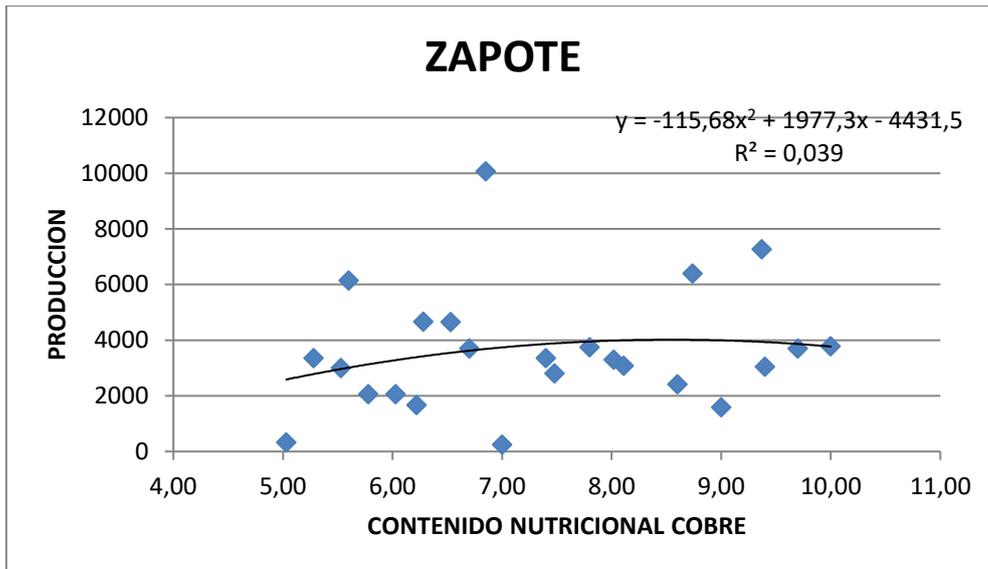
**Gráfico 22.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Joaquín.

Se muestra la relación entre la variable contenido nutricional de cobre (Cu) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,161$  y  $r^2 = 0,026$  el grado de correlación es ligeramente positivo (a mayor disponibilidad de cobre, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 2,60 % del rendimiento es atribuible al contenido de cobre.



**Gráfico 23.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Canelo.

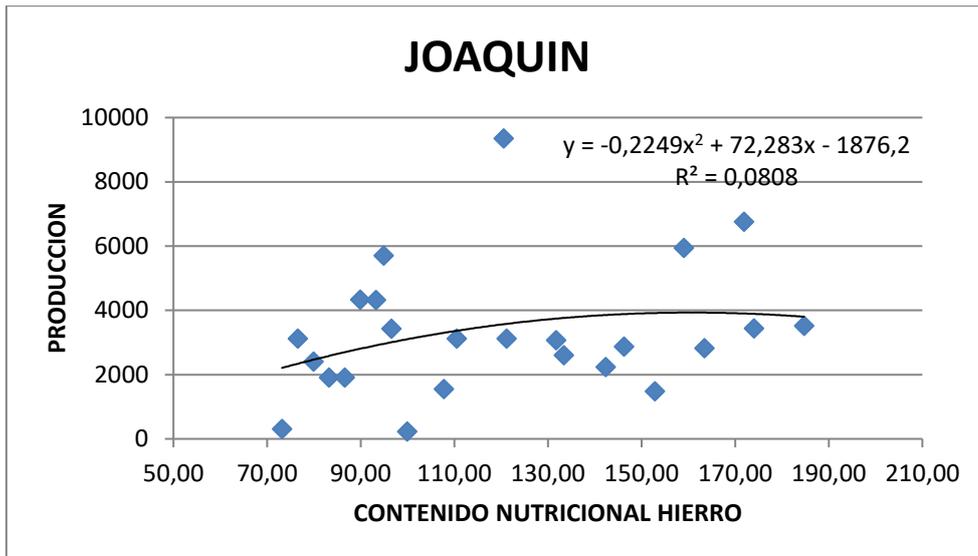
Entre la variable contenido nutricional de cobre (Cu) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,167$  y  $r^2 = 0,028$  el grado de correlación es ligeramente positivo (a mayor disponibilidad de cobre, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 2,80 % del rendimiento es atribuible al contenido de cobre; no pudiéndose explicar el valor restante.



**Gráfico 24.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de cobre en la producción del lote Zapote.

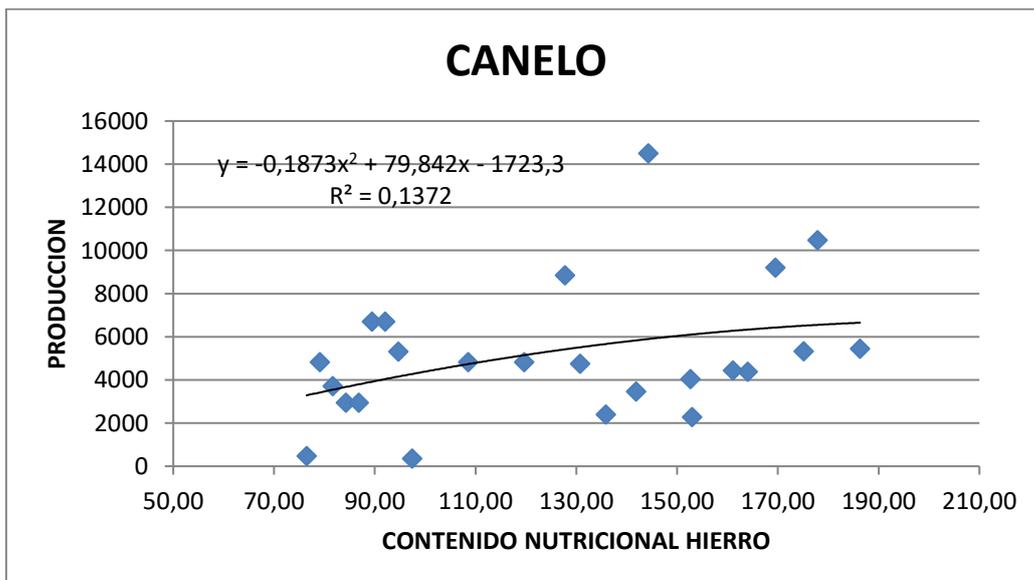
## 9. Hierro

La ecuación de regresión muestra la relación entre la variable contenido nutricional de hierro (Fe) y el nivel de producción en el lote Joaquín; de acuerdo al valor de  $r = 0,262$  y  $r^2 = 0,069$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de hierro, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 6,90 % del rendimiento es atribuible al contenido de hierro; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



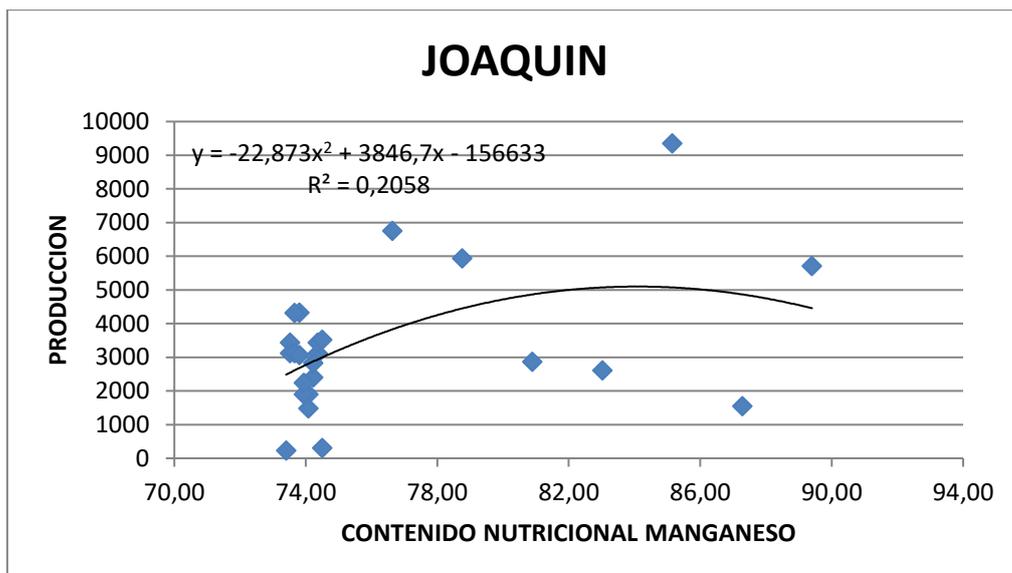
**Gráfico 25.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de hierro en la producción del lote Joaquín.

En el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,365$  y  $r^2 = 0,133$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de hierro, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 13,30 % del rendimiento es atribuible al contenido de hierro; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



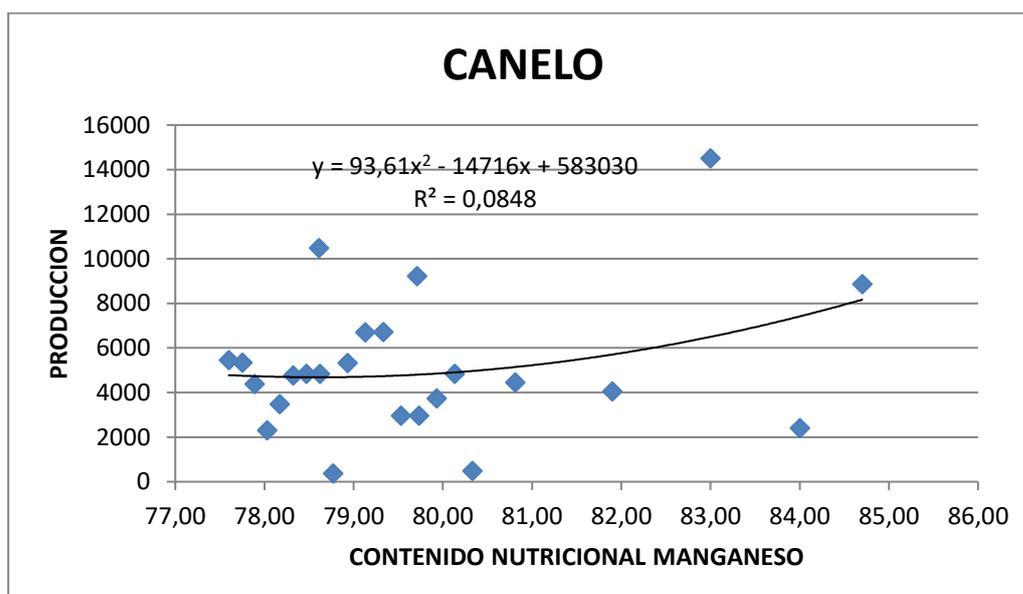
**Gráfico 26.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de hierro en la producción del lote Canelo.





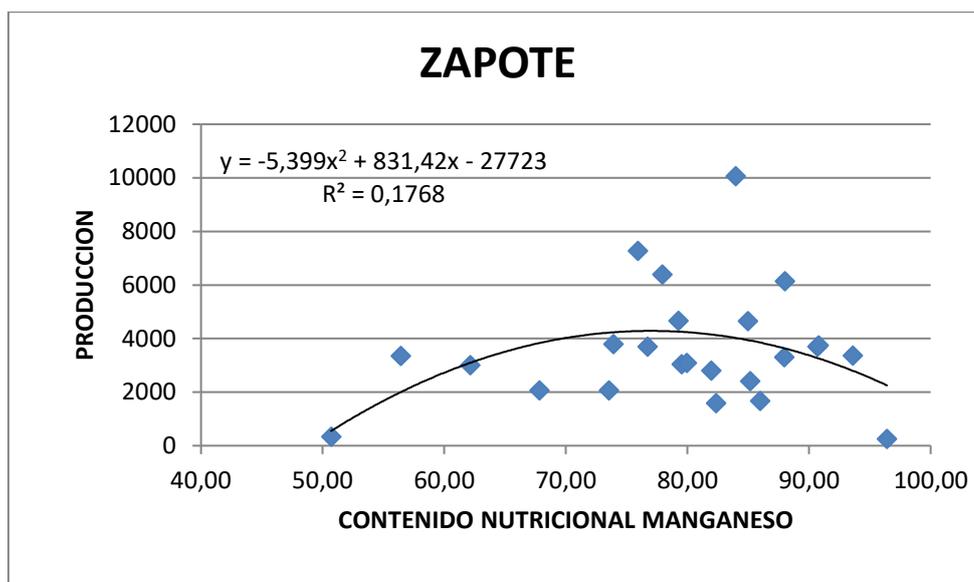
**Gráfico 28.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Joaquín.

En el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,267$  y  $r^2 = 0,071$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de manganeso, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 7,10 % del rendimiento es atribuible al contenido de manganeso; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



**Gráfico 29.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Canelo.

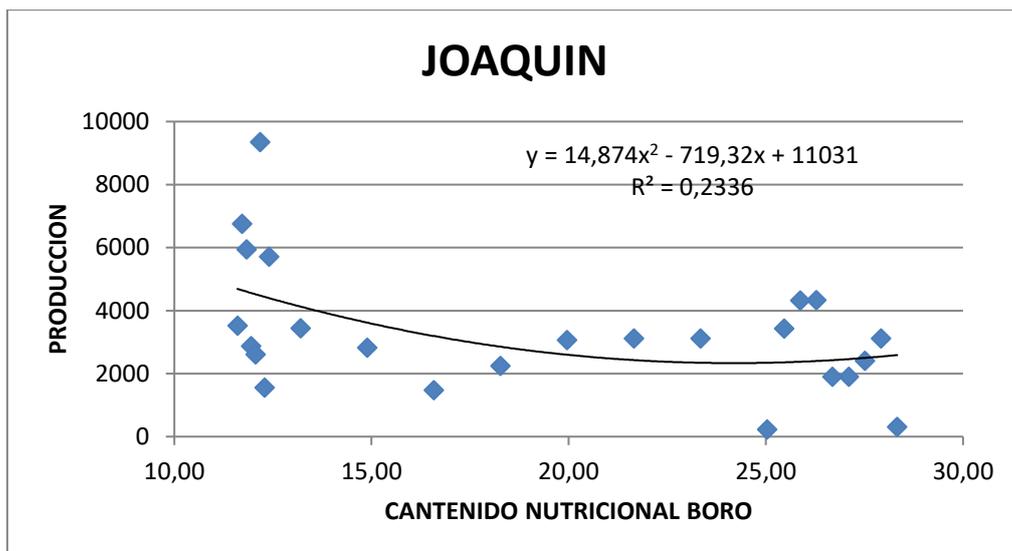
En el lote Zapote; de acuerdo al valor de  $r = 0,155$  y  $r^2 = 0,024$  el grado de correlación es positivo (a mayor disponibilidad de manganeso, mayor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 2,40 % del rendimiento es atribuible al contenido de manganeso; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



**Gráfico 30.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Zapote.

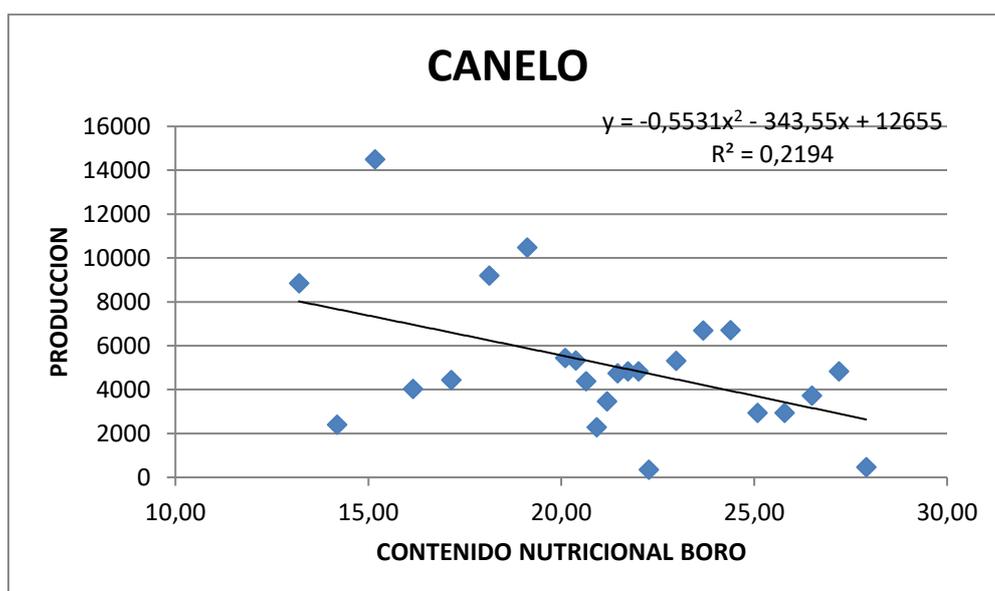
## 11. Boro

Se muestra la relación entre la variable contenido nutricional de boro (B) y el nivel de producción en el lote Joaquín; de acuerdo al valor de  $r = 0,453$  y  $r^2 = 0,205$  el grado de correlación es negativa (a mayor disponibilidad de boro, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20,50 % del rendimiento es atribuible al contenido de boro; mientras que el valor restante corresponde a la fracción no explicable.



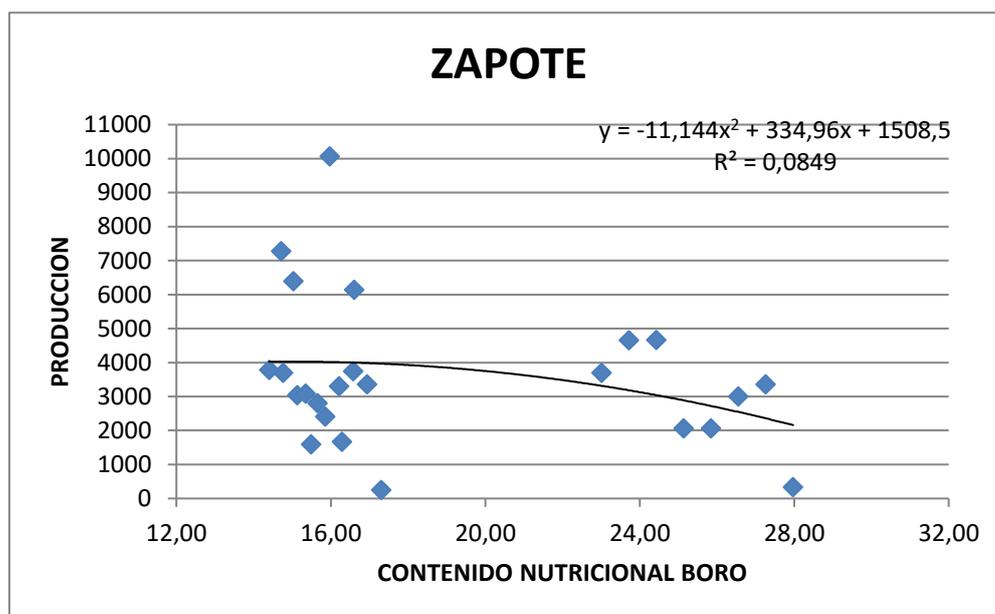
**Gráfico 31.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de manganeso en la producción del lote Zapote.

Entre la variable contenido nutricional de boro (B) y el nivel de producción en el lote Canelo; de acuerdo al valor de  $r = 0,468$  y  $r^2 = 0,219$  el grado de correlación es negativa (a mayor disponibilidad de boro, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 20,50 % del rendimiento es atribuible al contenido de boro.



**Gráfico 32.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de boro en la producción del lote Canelo.

En el lote Zapote; de acuerdo al valor de  $r = 0,284$  y  $r^2 = 0,081$  el grado de correlación es negativa (a mayor disponibilidad de boro, menor rendimiento del cultivo) pero no significativo, indicando que apenas el 8,10 % del rendimiento es atribuible al contenido de boro; no pudiéndose explicar el valor restante.



**Gráfico 33.** Comparación del contenido nutricional (Correlación) de boro en la producción del lote Zapote.

## V. DISCUSIÓN

Durante el periodo de muestreo los elementos, nitrógeno (N), fósforo (P), zinc (Zn) y manganeso (Mn), empezaron a aumentar conforme avanzaba el tiempo, mientras que los elementos como potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), cobre (Cu) y boro (B) empezaron a disminuir a diferencia del hierro (Fe) y magnesio (Mg) que se mantuvieron en el rango de lo normal lo que puede deberse a que el tipo de suelo en los tres sectores es bastante similar. Tabla 1.

El máximo rendimiento en los tres sectores se alcanzó con el contenido nutricional de nitrógeno (N) que oscilaba entre 2,51 y 2,91 %, encontrándose una relación directa que mientras las concentraciones disminuían de igual manera lo hacía el rendimiento, llegándose a establecer como nivel crítico local 2,70 % de nitrógeno, lo que concuerda con Ollagnier (1970), quien había propuesto el valor de 2,70 % como concentración óptima a nivel de la hoja 17. Este valor fue encontrado entre octubre y noviembre cuando hubo mayor producción.

Por otra parte los contenidos en los que había un aumento conforme avanzaba el tiempo como es el caso de fósforo (p) con 0,18 %, zinc (Zn) con valores que oscilaron entre 14,71 y 16,32 ppm lo que se compara con lo dicho por NG, S.K 1972 al establecer como nivel óptimo la concentración de 15-20 ppm y manganeso (Mn) con valores entre 83,00 y 85,15 ppm lo que no concuerda con NG, S.K 1972, quien sostuvo que lo ideal es 150-200 ppm, considerando que a mayor disposición de estos elementos se notaba un aumento en la producción.

Cabe señalar que los niveles óptimos o críticos para estos elementos fueron alcanzados entre octubre y diciembre con la diferencia del manganeso que se mantuvo por ese rango todos los meses evaluados excepto el lote Zapote que desde octubre se equiparó con los demás sectores.

De esta manera las concentraciones como nivel crítico o nivel óptimo fueron tomadas de acuerdo al sector de mayor producción que se registró. Tabla 4.

% en materia seca						p.p.m				
N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
2,70	0,18	0,85	0,40	0,20	0,16	16,32	6,55	144,30	83,00	15,17

**Tabla 4.** Valores críticos locales alcanzados mediante el lote de mayor rendimiento.

Los niveles que mantenían una tendencia a disminuir conforme avanzaba el tiempo como es el caso de potasio (K) con concentraciones entre 0,85 y 0,93% considerándose valor crítico la cual no se ajusta a lo sostenido por Ferrand, M. 1960, que sostiene que el valor crítico es 1,00 %; calcio (Ca) entre 0,34 y 0,38 %, lo que no concuerda con Hagstron (1988) asumiendo que el valor crítico es entre 0,60 a 0,70%; azufre (S) entre 0,16 y 0,17%, lo que no coincide con Hagstron (1988) estableciendo concentración óptima entre 0,20 – 0,23%; cobre (Cu) entre 6,55 y 6,09 ppm concordando con Rosenquest (1972) estableciendo el nivel crítico entre 5-8 ppm; boro (B) entre 12,17 – 15,97 ppm lo que no se ajustó a lo establecido por Ollagnier et. Al. (1970) reportando 8 ppm para este elemento. Estos valores se llegaron a alcanzar dentro del rango crítico entre las fechas de octubre a diciembre

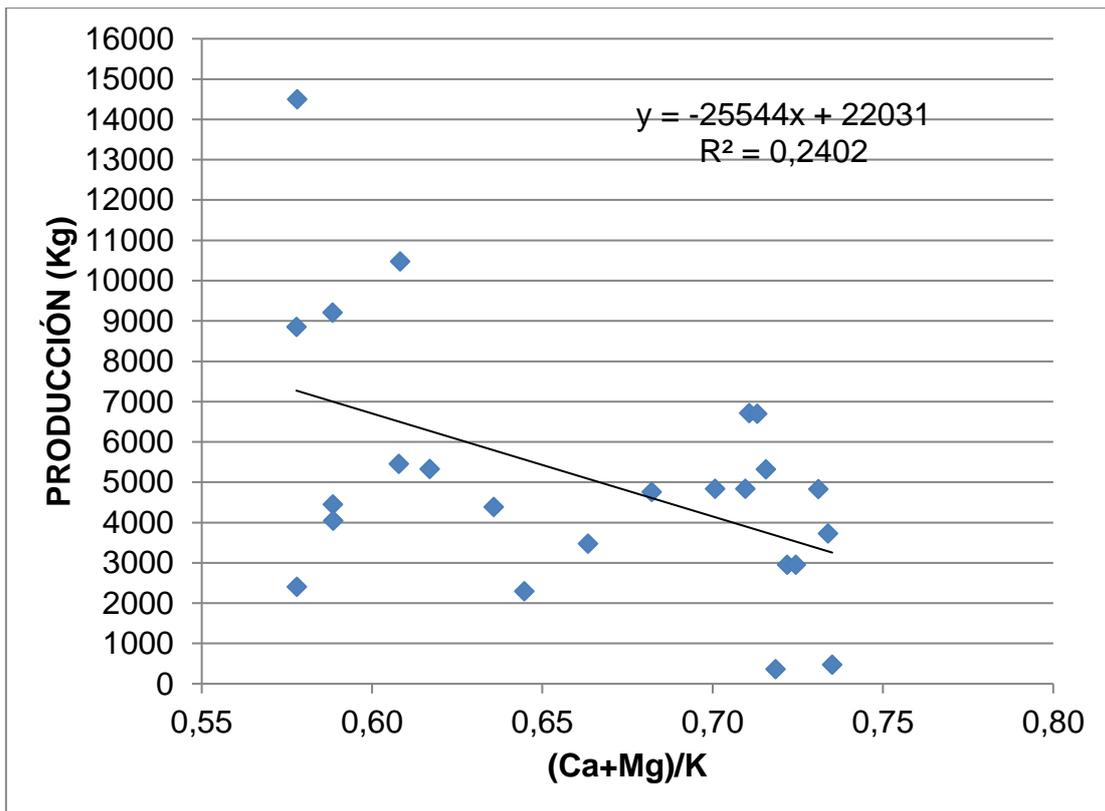
Se estableció que estos elementos cuando disminuían su concentración a nivel foliar aumentaba la probabilidad de rendimiento de fruta a diferencia de los elementos anteriores.

En cuanto al hierro (Fe) sus valores para el máximo rendimiento oscilaron entre 130-170 ppm; magnesio (Mg) con 0,20 % de concentración nutricional la cual no se asocia con lo establecido por Corrado (1988) que establecía un nivel crítico de 0,24%.

Cabe señalar que para estos elementos no existió mucha variabilidad en su relación con la producción aunque ligeramente hubo un rendimiento elevado con las concentraciones ya establecidas las cuales fueron entre agosto-septiembre y noviembre-diciembre tanto para el hierro como el magnesio.

### **Relación (Ca+Mg)/K**

Al tomar los valores medios de esta relación en los lotes muestreados se encontró que los máximos rendimientos fueron registrados con una concentración de 0,58%, la cual al aumentar los valores de dicha relación de la misma manera aumentaba la probabilidad de disminución de rendimiento de la fruta.



**Gráfico 34.** Comparación de la relación de los contenidos (Ca+Mg)/K con la producción.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los elementos como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Magnesio (Mg) y Zinc (Zn), tendieron a aumentar al entrar la época lluviosa. Los restantes elementos tendieron a disminuir o a mantenerse estables como fue el caso de Azufre (S) y Manganeso (Mn).

El Cobre (Cu) y el Manganeso (Mn) no mostraron variabilidad en todo el periodo de evaluación comparándolo con el nivel crítico que se estableció en la investigación.

Los menores rendimientos de los lotes se obtuvieron cuando hubo exceso de K, Ca, S y B a la vez deficiencia de Fe, N y Mg.

Se observó una posible relación entre el K, Ca, S y B en los contenidos altos en comparación con el Mg, Fe y Zn que contenían concentraciones bajas y conforme había aumentos de unos los demás disminuían y viceversa.

Hubo una mayor variabilidad de K en el lote de mayor rendimiento (Canelo) y de Mg en el lote Zapote.

Se observó una estrecha relación inversa entre el potasio y magnesio ya que el aumento de uno se refleja en la disminución del otro y viceversa.

Se recomienda:

Analizar las variaciones de las concentraciones nutricionales en base a dosis de fertilización y comparar con un testigo

Realizar las investigaciones en la época lluviosa y comparar con los resultados obtenidos en la época seca.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la hacienda “Pepita” de propiedad de la empresa “AGROAEREO” ubicada en el km 7 vía Quevedo – Rcto. La China provincia de Los Ríos. Se planteó como objetivo; determinar las variaciones de los contenidos nutricionales mediante análisis foliar en el cultivo de palma aceitera.

Se tomaron muestras foliares en tres zonas en donde la edad del cultivo alcanza los cuatro años y se encuentra en proceso de producción, partiendo desde el mes de junio con intervalos de dos meses hasta el mes de diciembre; eligiendo la hoja número 17 de las plantas, acorde a estudios realizado por investigadores.

De las muestras solo se extrajo la parte central de los folíolos para enviarlas al laboratorio para su respectivo análisis. Los datos fueron sometidos a la prueba de t “student” ( $p \leq 0.05$ ) para la comparación, se utilizaron estadígrafos como: media, desviación estándar, coeficiente de variación, para determinar diferencias entre medias y comprobar la hipótesis propuesta.

Se llevó un registro tanto semanal como mensual de la producción de los sectores evaluados.

Se comprobó que los elementos como nitrógeno, fosforo, zinc y manganeso mantuvieron generalmente un aumento desde junio a diciembre mostrando además que a mayor disposición de estos elementos hubo mayor producción que prácticamente fueron alcanzados entre octubre y diciembre.

Los elementos como el potasio, calcio, azufre, cobre y boro desde la fecha de inicio hasta la fecha final mostraron una tendencia a disminuir llegando a sus niveles críticos en la fecha entre octubre y diciembre mostrando además que entre mayor disminución de la concentración de estos elementos en las hojas había un aumento en la producción

El hierro y magnesio aumentaban y disminuían conforme transcurría el periodo pero siempre dentro del valor crítico,

El sector con mayor rendimiento fue Canelo (Tabla 3) entre octubre y noviembre los cuales los valores de sus concentraciones a nivel foliar fueron tomados para establecerlos como críticos locales (Tabla 4).

Se puede deducir que la producción aumenta a partir de los meses de octubre y noviembre cuando empieza el periodo lluvioso ya que la planta no se estresa demasiado por el déficit de agua a pesar que el cultivo cuenta con riego permanente lo que quizá no es suficiente o adecuado para poder suplir la necesidad hídrica.

## VIII. SUMMARY

The present investigation was developed in the country property Pepita of property of the company " AGROAEREO " located in the km 7 via Quevedo - Rcto. The China county of The Rivers. He/she thought about as objective; to determine the variations of the nutritional contents by means of analysis to foliate in the cultivation of palm oil bottle.

They took samples foliares in three areas where the age of the cultivation reaches the four years and it is in production process, leaving from the month of June with intervals of two months until the month of December; elect the leaf numbers 17 of the plants, chord to studies carried out by investigators.

Of the alone samples the central part of the foliolos was extracted to send them to the laboratory for its respective analysis. Were the data subjected to the test of t " student " ( $p \leq 0.05$ ) for the comparison, statisticians were used like: he/she mediates, standard deviation, variation coefficient, to determine differences among stockings and to check the proposed hypothesis.

A registration so much was taken weekly as monthly of the production of the evaluated sectors.

He/she was proven that the elements like nitrogen, match, zinc and manganese generally maintained an increase from June to December also showing that to bigger disposition of these elements there was bigger production that practically were reached between October and December.

The elements like the potassium, calcium, sulfur, copper and boron from the beginning date so far end showed a tendency to diminish arriving at its

critical levels in the date between October and December also showing that among bigger decrease of the concentration of these elements in the leaves had an increase in the production

The iron and magnesium increased and they diminished as it lapsed the period but always inside the value I criticize,

The sector with more yield was Cinnamon tree (Chart 3) between October and November those which the values of its concentrations at level to foliate was taken to establish them as local critics (Chart 4).

One can deduce that the production increases starting from the months of October and November when it begins since not the rainy period the plant you too much stress for the deficit of water to weigh that the cultivation has permanent watering what is not maybe enough or appropriate to be able to replace the necessity hídrica.

## IX. LITERATURA CITADA

ACUPALMA, 2011. Generalidades de la Palma Aceitera. (En línea)

Consultado 17 agosto/2011. Disponible en [www.acupalma.com](http://www.acupalma.com).

Bertsch, F. 1998. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo.

Bernal. 2002. Consideraciones prácticas sobre la nutrición de la Palma de Aceite. Revista El Palmicultor N° 15, agosto 2002. p. 21

Chávez, F; Rivadeneira, J. 2003. Manual del cultivo de Palma Aceitera para la zona noroccidental del Ecuador. p. 18

Chinchilla, C. F. 1999. Manejo de la Nutrición y Fertilización en Palma Aceitera en Costa Rica. XI. Congreso Nacional Agronómico y III Congreso Nacional de Suelos.

Espinoza, J. 2001. Nutrición y Fertilización de la Palma Aceitera. Revista el "PAMICULTOR", febrero 2001, Santo Domingo de los Colorados. N° 14: 31-37.

Guerrero, R. 1991. Fertilización de cultivos en climas cálidos. Barranquilla, Co. Monómeros, Colombo-Venezolano. p. 193 – 199

INFOPOS, 2010. Manejo de Nutrientes y Fertilización de la Fase Madura.  
(En línea). Consultado el 17 febrero/2012. Disponible en  
[www.inpofos.org/ppiweb/ltamn.nsf](http://www.inpofos.org/ppiweb/ltamn.nsf)

León, A. 1998. Ciclo de Cursos de Actualización de Conocimientos sobre  
Suelos con Aplicación en el Cultivo de Palma de Aceite, Dinámica  
de los Elementos Esenciales del Fósforo, Modulo 2, Santa Fe de  
Bogotá D.C. – Colombia.

López, A; Espinoza J. 1995. Manual de nutrición y fertilización del banano.  
Pococi, CR. (CORBANA, SA.). p. 21-23, 26-29

Munévar, F. 1998. Ciclo de Cursos de Actualización de Conocimientos sobre  
Suelos con Aplicación en el Cultivo de Palma de Aceite, Dinámica  
de los Elementos Esenciales del Nitrógeno, Modulo 2, Santa Fe  
de Bogotá D.C. – Colombia.

Munévar M., F.; Franco B., P.N. 2002. Guía general para el muestreo foliar y  
de suelos en cultivos de palma de aceite. Segunda ed.,  
Cenipalma, Bogotá. Boletín Técnico no.12.

Ng, S.K, Thamboo, S. and de Souza, P. 1968. Nutrient contents of oil palms  
in Malaya. II. Nutrients in vegetative tissues. The Malaysian  
Agricultural Journal. 46: 332-391

Ollagnier, M. Ochs, R y Martin, G. 1970 El abonamiento de palma de aceite en el mundo. Fertilité. Francia. Volumen 36.

Owen, E. 1990. Requerimiento de micro nutrientes para el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). Bogotá, Co. Revista de la sociedad colombiana de la ciencia del suelo. 20 (3): 78 – 86

PPI. 1997. Potasa su necesidad y uso en agricultura moderna. Ca. p. 9, 33, 40

TEOH, K.C.; CHEF, P.S.; SOH, A.C.; CHOW, C.S. 1996. El estudio de las fluctuaciones estacionales en la hoja los niveles nutrientes en las palmas de aceite en peninsular Malasia. Malaysian Agric. J. no.46: 13-34.

UMAÑA, C. 2004. XXVI Curso Internacional de Palma Aceitera, Costa Rica. p 1-2.

# **APENDICE**

## Lote Joaquín



## Lote Canelo



## Lote Zapote



## Toma de muestras



**Identificación de la hoja nº 17**





**Cortando la parte central de los folíolos para el envío de muestras**