

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN EL  
CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*ELAEIS GUINEENSIS*. JACQ, VAR. GHANA)  
EN LA FASE DE VIVERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS, EN LA FINCA  
EL CANALEÑO, RAXRUHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**SERGIO ESTUARDO LÓPEZ GONZÁLEZ**

**Guatemala, OCTUBRE 2014**

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN EL  
CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*ELAEIS GUINEENSIS*. JACQ, VAR. GHANA)  
EN LA FASE DE VIVERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS, EN LA FINCA  
EL CANALEÑO, RAXRUHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**SERGIO ESTUARDO LOPEZ GONZÁLEZ**

**GUATEMALA, OCTUBRE 2014**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA**

**COMO INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Erberto Raul Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada.
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales.

Guatemala, octubre 2014

Guatemala, octubre 2014

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación “ **Evaluación de fertilizantes de liberación controlada en el crecimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana) en la fase de vivero, diagnóstico y servicios realizados, en la finca El Canaleño, municipio Raxruhá, Alta Verapaz, Guatemala, C.A**” como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

Sergio Estuardo López González

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Por ser mi fortaleza y mi guía, el cual me acompañado en los buenos y malos momentos de mi vida.

### **A mi mamá**

Q.E.P.D. por darme su amor incondicional e inspirarme desde el cielo.

### **A mi papá**

Por ser un buen ejemplo en el andar de mi vida, enseñándome a ser un hombre responsable.

### **A mis hermanas**

Por ser mis mejores amigas, y darme su apoyo incondicional en el trayecto de la vida.

### **A mi familia**

Por formar parte de este éxito alcanzado.

### **A mis amigos de la facultad**

Por compartir es trayectoria única en la vida especialmente a: Alfonso Rivera, Cristian Hernandez Oscar Machic, Manuel Tortola, Cesar Chávez, Carlos Consuegra, Wagner Alonzo, Leonel Hernández, Haroldo Estrada, Jorge Ramírez, Mynor Chonay, Enrique Maldonado.

**A mis amigos de Naturaceties**

Wolfgang Coronado, Carlyone Izaguirre, Rodolfo Figueroa, Reynaldo García, Ruth Juracan, Rolando Sagastume, Cesar Chávez, Mildred Oliva, Josué Escobar, Oscar Marroquín, por compartir el trayecto de mi inicio como profesional.

**Al amor de mi vida**

Por estar en mi vida y amarme como lo hace (Alejandra Santamaria, crr).

## **AGRADECIMIENTOS A**

### **A DIOS:**

Por permitirme convertir en un profesional y alcanzar una meta más en vida

### **A mis padres**

Por creer en mí y brindarme todas las herramientas necesarias, para poder alcanzar mí objetivo.

### **A la universidad de San Carlos**

Por ser el alma mater de mi conocimiento.

### **A la facultad de agronomía**

Por brindarme las bases para formarme como profesional.

### **A mi supervisor**

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por su valiosa colaboración y brindarme su experiencia y amistad, durante el trayecto del EPS y la elaboración de este documento.

**A mi asesor.**

Ing. Agr. Iván Dimitri Santos, por compartir sus conocimientos, para la elaboración de este documento.

**A la empresa Naturaceties.**

Por confiar en mí, y bríndame la primera oportunidad de ejercer como profesional. Especialmente al Ing. Jorge Mario Corzo, Ing. Carlos de la Torre e Ing. Carlos Molina por depositar su confianza en mí, para la realización de esta investigación.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE CUADROS. ....	x
<b>CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO GENERAL DE ÁREA DE VIVERO DE PALMA AFRICANA (<i>ELAEIS GUINEENSIS</i>) DE LA FINCA CANALEÑO, ÁREA TRANSVERSAL DEL NORTE, EN EL MUNICIPIO RAXRUHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, CA</b>	
1.1 Presentación: .....	2
1.2 Marco referencial. ....	3
1.2.1 Ubicación Empresa Naturaceites. ....	3
1.2.2 Reseña histórica. ....	3
1.2.3 Visión de la empresa:.....	4
1.2.4 Ubicación geográfica del sitio experimental. ....	4
1.2.5 Historia.....	5
1.3 Características climáticas:.....	5
1.3.1 Zonas de vida: .....	5
1.3.2 Topografía:.....	5
1.3.3 Clima:.....	5
1.3.4. Estaciones: .....	5
1.3.5 Temperatura: .....	5
1.3.6 Precipitación pluvial: .....	6
1.4 Vías de acceso.....	6
1.5 Descripción del área de trabajo.....	7
1.6 Orden de suelo área experimental .....	7
1.6.1 Serie Sebol (Sb).....	7
1.7 Objetivos: .....	8
1.7.1 General .....	8
1.7.2 Específicos:.....	8
1.8 Resultados .....	9

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.8.1 Metodología: .....	9
1.8.2 Organigrama del área de vivero: .....	10
1.8.3 Recursos del vivero: .....	11
A. Recurso tierra: .....	11
B. Recurso humano: .....	11
C. Recursos materiales: .....	12
1.8.4 Sistema de riego: .....	12
1.8.5 Variedades de palma presentes en el vivero: .....	13
A. Variedad Deli X Nigeria (Variedad Premium) .....	13
B. Deli x Ghana (Variedad Premium) .....	14
1.9 Análisis FODA, vivero finca El Canaleño .....	15
1.9.1 Fortaleza: .....	15
1.9.2 Oportunidades .....	15
1.9.3 Debilidades: .....	15
1.9.4 Amanejas: .....	15
1.10 Problemas detectados: .....	16
1.10.1 Eficiencia en las aplicaciones de fertilizante: .....	16
1.10.2 Presencia de plagas y enfermedades: .....	16
1.10.3 Eficiencia en la realización de actividades agrícolas: .....	17
1.11 Jerarquización de problemas. ....	17
1.12 Conclusiones: .....	18
1.13 Recomendaciones .....	18
1.14 Bibliografías .....	18

**CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*ELAEIS GUINEENSIS*. JACQ, VAR. GHANA) EN LA FASE DE VIVERO, FINCA EL CANALEÑO, MUNICIPIO RAXRUHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.1 PRESENTACIÓN:.....	20
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	22
2.3 JUSTIFICACIÓN .....	23
2.4 Marco conceptual.....	24
2.4.1 La palma aceitera ( <i>Elaeis guineensis</i> . Jacq).....	24
A. Origen.....	24
2.4.2 Taxonomía y morfología.....	25
2.4.3 Anatomía y fisiología de la palma .....	25
A. Porte:.....	25
C. Tallo de la palma: .....	26
D. Hojas: .....	27
E. Inflorescencias:.....	27
F. Frutos:.....	28
2.4.4 Requerimientos de clima y suelo .....	29
A. Clima .....	29
B. Suelo .....	29
2.4.5 Los productos de la agroindustria palmera .....	30
A. Aceite de palma crudo .....	30
B. Aceite de palmiste crudo .....	30
C. Torta de palmiste.....	30
2.4.6 Factores a considerar para el establecimiento de una plantación de palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	31
2.4.7 Requerimientos del cultivo .....	31
2.4.8 Establecimiento de la plantación de palma .....	31
A. Semillero.....	31
B. Selección en el semillero .....	31
C. Pre-vivero .....	32

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
D. Vivero: .....	33
2.4.9 Importancia de la fertilización en la producción agrícola .....	36
2.4.10 Absorción de nutrientes: .....	36
2.4.11 Cómo se alimentan las plantas.....	36
2.4.12 Factores que influyen en el rendimiento de las plantas .....	37
2.4.13 Leyes de la fertilización .....	37
2.4.14 Ley del mínimo (Liebig) .....	37
2.4.15 Ley de los rendimientos decrecientes de Mitscherlich .....	37
2.4.16 Requerimientos nutricionales de la palma africana .....	38
2.4.17 Relación nutriente con el rendimiento.....	40
2.4.18 Síntomas de deficiencias de nutrientes en palmas ( <i>Elaeis guineensis</i> ).....	40
A. Nitrógeno (N) .....	40
B. Fósforo (P).....	41
C. Magnesio (Mg).....	41
D. Potasio (K).....	42
E. Cobre (Cu).....	42
F. Boro (B) .....	43
2.4.19 Fertilización en la palma africana .....	43
2.4.20 Frecuencia y época de aplicación: .....	44
2.4.21 Fertilizantes que se utilizan en viveros de palma africana.....	45
A. K-Mag.....	45
B. Fosfato Diamónico (DAP) .....	45
C. Cloruro de Potasio (KCL) .....	45
D. Fosfato Mono amónico (MAP) .....	46
E. Triple 15-15-15 .....	46
F. Nitrato de amonio .....	47
2.4.22 Los Fertilizantes: .....	47
2.4.23 Por qué son necesarios los fertilizantes .....	48
2.4.24 Beneficios de La utilización de fertilizantes: .....	48
2.4.25 Objetivos de la aplicación de los fertilizantes .....	48

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
A. Elementos que los componen: .....	49
2.4.26 Los fertilizantes aumentan los rendimientos de los cultivos .....	49
2.4.27 Estado físico y propiedades químicas de los fertilizantes .....	49
2.4.28 Clasificación de los distintos tipos de fertilizantes .....	50
A. Abonos granulados:.....	50
B. Abonos perlados:.....	50
C. Abonos macro granulados:.....	50
D. Fertilizantes líquidos:.....	50
2.4.29 Solubilidad:.....	51
2.4.30 Higroscopicidad:.....	51
2.4.31 Tipos de fertilizantes según su estructura .....	51
A. Los fertilizantes o abonos de origen orgánico: .....	51
B. Ácidos húmicos .....	52
C. Fertilizantes minerales:.....	52
D. Fertilizantes Nitrogenados.....	52
E. Fertilizantes Fosforados .....	52
F. Fertilizantes Potásicos.....	53
G. Fertilizantes de lenta liberación .....	53
2.4.32 Fertilizantes de liberación controlada:.....	54
A. Las cubiertas y su acción. ....	55
B. Tipos de membranas.....	55
C. Mecanismo de acción:.....	56
2.4.33 Antecedentes: .....	58
A. Evaluación del fertilizante de liberación lenta en la producción de almácigo de café en bolsa.....	58
B. Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida ( <i>Elaeis oleífera X Elaeis Guineensis</i> ) para optimizar el desarrollo en palmeras del Ecuador– Cantón Shushunfind.....	59
2.5 OBJETIVOS: .....	60
2.5.1 General: .....	60
2.5.2 Específicos:.....	60

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.6 HIPÓTESIS:.....	61
2.7 METODOLOGÍA .....	62
2.7.1 Materiales:.....	62
A. Variedad:.....	62
B. Descripción del fertilizante:.....	62
2.7.2 Descripción del ensayo.....	63
2.7.3 Descripción de tratamientos .....	64
2.7.4 Plan de fertilización utilizado en el vivero: .....	66
2.7.5 Diseño experimental:.....	67
1.1.1 Modelo estadístico.....	67
2.7.6 Tamaño de la unidad experimental: .....	68
2.7.7 Manejo del experimento: .....	70
A. Manejo agronómico:.....	70
b. Control de malezas:.....	70
c. Riego: .....	71
B. Manejo Experimental.....	71
2.7.8 Fase de campo.....	72
2.7.9 Variables de respuesta:.....	73
A. Altura de la planta:.....	73
B. Diámetro de planta: .....	73
C. Número de hojas verdaderas: .....	73
D. Análisis foliar: .....	73
2.7.10 Análisis de la información:.....	74
A. Estadístico .....	74
2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	75
2.8.1 Análisis gráfico: .....	75
A. Altura de planta: .....	75
B. Diámetro de tallo: (estipe) .....	78
C. Numero de hojas: .....	81
2.8.2 Análisis foliar. ....	84

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
A. Análisis foliar.....	84
2.9 Conclusiones:.....	88
2.10 Recomendaciones:.....	88
2.11 Bibliografías: .....	89
2.12 Anexos: .....	93
 <b>CAPÍTULO III SERVICIOS PARA EL ÁREA DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (<i>ELAEIS GUINEENSIS</i> JACQ) EN LA FINCA CANALEÑO DE LA EMPRESA NATURACEITES ÁREA TRANSVERSAL, DEL NORTE EN EL MUNICIPIO DE FRAY BARTOLOMÉ DE LAS CASAS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA</b>	
3.1 PRESENTACIÓN:.....	99
3.2 SERVICIO 1: Elaboración del censo y bitácora del vivero de palma africana ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en la finca Canaleño de la Empresa Naturaceites Área transversal, del norte en el municipio de Fray Bartolomé de las casas, departamento de Alta Verapaz, Guatemala, CA. ....	100
3.2.1 Objetivos: .....	100
A. GENERAL: .....	100
B. Específicos: .....	100
3.3 Metodología .....	100
3.3.1 FASE DE CAMPO.....	100
A. Materiales y recursos: .....	100
B. Descripción:.....	100
3.3.2 Fase de gabinete: .....	101
3.4 Resultados: .....	101
3.4.1 Censo del vivero finca El Canaleño .....	101
3.4.2 Principales causas de descarte en el vivero de palma africana finca El Canaleño.....	102
3.4.3 Censo vivero finca El Canaleño: .....	103
3.4.4 Bitácora actividades realizadas en el vivero finca El Canaleño.....	104
3.5 Conclusiones.....	108

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
3.6 Servicio 2: Validación de metodologías para medición de trabajo (fijar tiempos estándar en cada actividad) en áreas de cosecha en plantaciones de palma adulta .....	109
3.6.1 Objetivos:.....	109
A. General.....	109
B. Específicos: .....	109
3.7 Metodología .....	110
3.7.1 FASE DE CAMPO .....	110
A. Materiales:.....	110
B. Descripción:.....	110
C. Fase de gabinete:.....	110
3.8 Resultados: .....	111
3.9 RESULTADOS:.....	112
3.9.1 Corte en palma adulta: .....	112
3.9.2 Corte en palma pequeña: .....	112
3.9.3 Recolección de Pepa con herramientas: .....	112
3.9.4 Actividades cronometradas en la medición de tiempos y movimientos .....	118
3.10 Conclusiones:.....	121
3.11 Bibliografías: .....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura. 1. Ubicación Fincas Naturaceties región Fray Bartolomé de Las Casas.....	3
Figura. 2 Ubicación geográfica del municipio de Raxruhá .....	4
Figura. 3 Mapa Vías de acceso al municipio de Fray Bartolomé de las Casas.....	6
Figura. 4 Finca el Canaleño, municipio de Raxruhá, departamento de alta Verapaz, Guatemala, CA.....	7
Figura. 5. Organigrama vivero Finca el Canaleño .....	10
Figura. 6. Bodega agroquímicos vivero finca el Canaleño .....	12
Figura. 7. Bomba sistema de riego.....	12
Figura. 8. Cañones del sistema de riego vivero finca el Canaleño.....	13
Figura. 9. Palma adulta variedad Deli X Nigeria.....	14
Figura. 10. Palma adulta variedad Deli X Ghana .....	15
Figura. 11. Presencia de hongos en vivero (Helmitosporium).....	16
Figura. 12 Presencia de hongos (Curvularia).....	17
Figura. 13. Palma africana ( <i>Elaeis guineensis</i> ) .....	26
Figura. 14. Inflorescencia masculina.....	27
Figura. 15. Inflorescencia femenina .....	28
Figura. 16. Frutos cosechados de palma africana.....	29
Figura. 17. Mecanismo de acción del grano de fertilizante recubierto.....	56
Figura. 18. La tasa de liberación de los fertilizantes encapsulados.....	57
Figura. 19. Distribución de los tratamientos en el campo, en el cultivo de palma africana fase de vivero, finca el Canaleño Alta Verapaz, Guatemala.....	69
Figura. 20. Aplicación de las dosis del fertilizante (Osmocote), a las unidades experimentales.....	71
Figura. 21. Programa de aplicación de las dosis del fertilizante (Osmocote.) evaluado.....	72
Figura. 22. Parcela experimental evaluación dosis de Osmocote, vivero de palma africana.....	72
Figura. 23. Aplicación dosis de Osmocote, variable altura de planta.....	75
Figura. 24. Diámetro de plantas en vivero, aplicación dosis de Osmocote.....	78
Figura. 25. Respuesta dosis de Osmocote, para el variable número de hojas en plantas de vivero de palma.....	81
Figura. 26. Tratamientos evaluados análisis nutricional, dosis de Osmocote .....	85
Figura. 27. Plantas mal desarrolladas .....	102
Figura. 28 .Presencia de Hongos.....	102
Figura. 29 Mal manejo agronómico .....	102
Figura. 30. Corte y recolección de racimos en la actividad de cosecha .....	118
Figura. 31 Cosecha de racimos en palma mayor a 5 años .....	118

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura. 32. Cosecha de racimos en palma menor de 5 años .....	119
Figura. 33. Recolección de pepas sin herramienta. ....	119
Figura. 34. Recolección de pepas con herramienta (rastrillo) .....	120
Figura. 35. Evacuación de fruta del campo .....	120
Figura. 36. Carga de fruta al camión .....	121

### ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Taxonomía de palma aceitera .....	25
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del cultivo de palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	39
Cuadro 3. Fraccionamiento de nutrientes en palma de aceite .....	44
Cuadro 4. Descripción de Tratamientos: .....	65
Cuadro 5. Plan de fertilización de vivero .....	66
Cuadro 6. Resumen diseño ensayo experimental, evaluación dosis de Osmocote en el vivero de palma africana.....	68
Cuadro 7. Dosis utilizadas control de plagas, en el vivero de palma africana. ....	70
Cuadro 8. Dosis utilizadas en el control de malezas, en el vivero de palma africana. ....	70
Cuadro 9. Análisis de varianza efecto de las dosis de Osmocote para la variable altura de planta, aplicado en vivero de palma africana.....	76
Cuadro 10. Comparación de Medias altura de planta. ....	77
Cuadro 11. Análisis de varianza efecto de las dosis de Osmocote para variable diámetro de planta, aplicado en vivero de palma africana. ....	79
Cuadro 12. Comparación de Medias diámetro de planta: .....	80
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable número de hojas.....	82
Cuadro 14. Comparación de Medias número de hojas. ....	83
Cuadro 15. Niveles nutricionales en palma africana de 2-4 años de edad.....	84
Cuadro 16. Análisis de tejido vegetal realizado a los tratamientos de Osmocote, en el vivero de palma africana ( <i>Elaeis guineensis</i> . Jacq, Var. Ghana).....	86
Cuadro 17. Censo realizado a la finca el Canaleño. ....	103
Cuadro 18. Porcentaje de descarte después del censo al vivero, finca El Canaleño.....	104
Cuadro 19. Bitácora diaria del manejo del vivero. Finca El Canaleño: .....	105
Cuadro 20. Boleta propuesta para medición de tiempos y movimientos: .....	111
Cuadro 21. Medición de tiempos corte en palma adulta. ....	113
Cuadro 22. Medición de tiempos en palma pequeña .....	114
Cuadro 23. Medición de tiempo, recolección de pea sin herramienta. ....	115
Cuadro 24. Medición de tiempos recolección de pepa, con herramienta. ....	116
Cuadro 25. Resumen medición de tiempos estándares para actividades de cosecha...	117

**Evaluación de fertilizantes de liberación controlada en el crecimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana) en la fase de vivero, diagnóstico y servicios realizados, en la finca El Canaleño, municipio Raxruhá, Alta Verapaz, Guatemala, C.A.**

**RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en un vivero de palma africana (*Elaeis guineensis*) de la empresa Naturaceties S.A. en convenio con la Facultad de Agronomía. En su contenido integra los resultados obtenidos del diagnóstico, investigación y servicios realizados durante el periodo de EPS realizado de febrero a noviembre 2012.

Inicialmente se elaboró el diagnóstico del vivero el cual pertenece a la finca El Canaleño, presentando una extensión total de 35 ha. Al realizarlo se logró obtener un panorama general del área en cada una de las actividades diarias. Fue realizado con el fin de reconocer, recabar e integrar información sobre los recursos y problemas existentes.

La segunda fase se derivó del diagnóstico realizado al área, priorizando el mayor problema detectado, el cual lleva el nombre de Evaluación de Fertilizantes de Liberación Controlada en el crecimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana) en la fase de vivero, finca El Canaleño, municipio Raxruhá, Alta Verapaz, Guatemala, C.A, realizado con el fin de evaluar una mejor opción en el aporte de nutrientes a la plantas en desarrollo, así como maximizar la eficiencia de absorción del producto y reducción de la cantidad de mano de obra utilizada, dando como resultado positivo para las variables altura planta y diámetro de tallo, los tratamientos fueron tratamiento 4 con dosis 125 gr de Osmocote en una sola aplicación de la presentación 12-14, tratamiento 5 con dosis de 25 gr de la presentación 12-14 +25 gr de Osmocote en segunda aplicación de la presentación 8-9, tratamiento 6 con dosis de 50 gr de la presentación 12-14 en primera aplicación y una segunda de 25 gr del Osmocote 8-9.

La tercera fase o servicios fueron orientados a resolver los problemas secundarios diagnosticados los cuales se mencionan a continuación 1) elaboración del censo y bitácora del vivero de la finca el Canaleño. 2) Validación de metodologías para medición de trabajo en áreas de cosecha de palma adulta.



### **1.1 Presentación:**

La empresa Naturaceites es una empresa dedicada a la producción de aceite vegetal, por medio del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), este cultivo es utilizado para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados, la empresa Naturaceites labora en distintas regiones, la cuales son valle del Polochic, Franja Transversal del Norte y el área de Petén.

La división del área transversal del norte de la empresa Naturaceites se encuentra en el centro de Fray Bartolomé de las Casas dentro de la finca Yalcobe, que se encarga de la administración de las 6 fincas ubicadas en la Franja Transversal del Norte la cuales llevan el nombre de Yalcobe, Sacol, La Bacadilla, La Peñita, El Canaleño y el Rosario.

El diagnóstico se realizó en la finca El Canaleño la cual consta de 950 Ha en su totalidad, de ellas específicamente 35 Ha de vivero para siembras nuevas en donde se montó el experimento.

Debido a la importancia que tiene la producción de vivero, para el establecimiento de siembras nuevas, se planteó la realización de un diagnóstico, el cual tiene como principal finalidad la identificación de los principales problemas.

El diagnóstico se desarrolló en tres fases: la primera, consistió en plantear los objetivos y metodología del diagnóstico, la segunda fase fue la recopilación de la información relevante (entrevistas y diagnóstico de campo) la tercera fase tuvo como base la fase anterior y consistió en analizar las posibles problemáticas del subsistema de producción de plantas en vivero de palma africana (*Elaeis guineensis*), evaluando las causas y los efectos, para luego plantear las estrategias y soluciones a seguir, con el fin de encontrar una solución específica viable y aplicable para cada caso.

## 1.2 Marco referencial.

### 1.2.1 Ubicación Empresa Naturaceites.

La división del área transversal del norte de la empresa Naturaceites se encuentran en el centro Fray Bartolomé de las Casas dentro de la Finca Yalcobe la cual se encarga de la administración de las 6 fincas ubicadas en la Franja Transversal del Norte la cuales llevan el nombre de Yalcobe, Sacol, La Bacadilla, La peñita, El Canaleño y el Rosario.

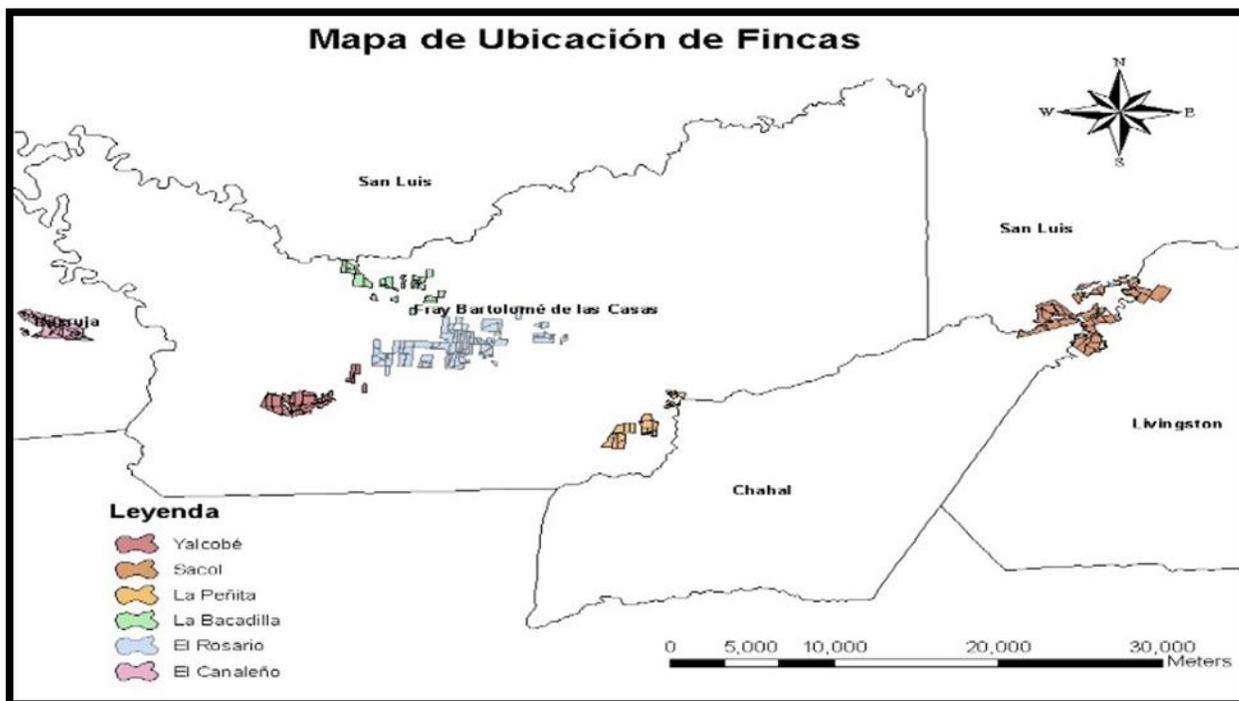


Figura. 1. Ubicación Fincas Naturaceties región Fray Bartolomé de Las Casas

### 1.2.2 Reseña histórica.

La empresa Naturaceites S.A. fue fundada en el año de 1997 bajo el nombre de INDESA (Inversiones de Desarrollo S.A.) En Agosto del año 2006 se inician los estudios de pre factibilidad para Fray Bartolomé. Y se inician actividades en Febrero del 2007, para diciembre del año 2011 se inaugura la planta extractora en la finca Yalcobé.

### 1.2.3 Visión de la empresa:

Ser una empresa de la agroindustria de la palma aceitera de crecimiento constante con modelo de negocio eficiente e innovador, creando beneficios evidentes para nuestros clientes, comunidades, colaboradores, inversionistas creando beneficios evidentes para nuestros clientes, comunidades, colaboradores, inversionistas y el ambiente.

### 1.2.4 Ubicación geográfica del sitio experimental.

La presente investigación se realizó durante los meses abril a mayo del año 2012 en la finca el Canaleño ubicada en el municipio de Raxruhá, departamento de alta Verapaz.

El municipio del departamento de Alta Verapaz. Se encuentra ubicado en la parte norte del departamento, su extensión territorial es de 550 km<sup>2</sup>. Distancia de la cabecera departamental de Cobán 111 km. Las coordenadas de localización del centro urbano son: latitud 15° 51' 59" N; longitud, 90° 02' 30" O y 146 MSNM. (27)

El municipio de Raxruhá limita al norte con el municipio de Saxayche El Peten, al sur y oeste con el municipio de Chisec A.V. y al este con el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, tiene un área territorial de 533.32 kilómetros cuadrados. (39)

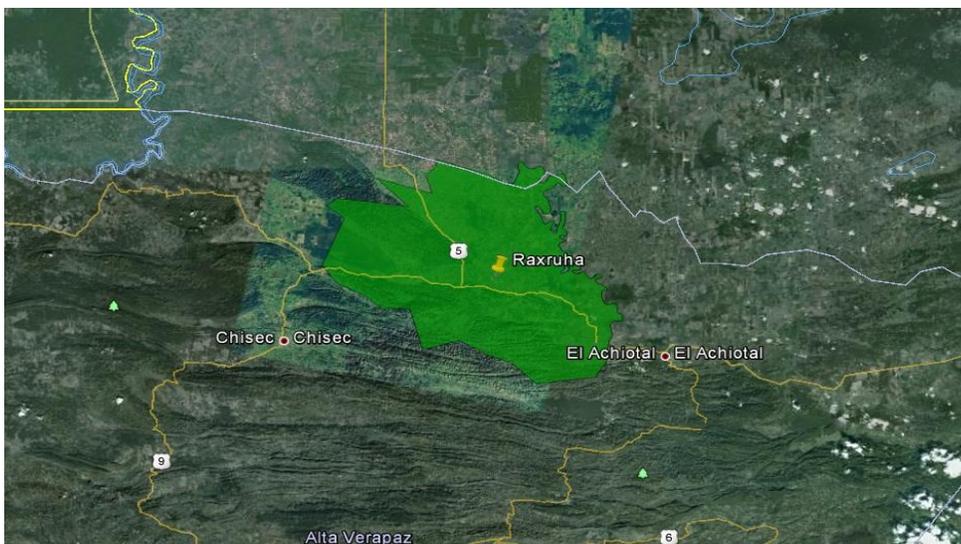


Figura. 2 Ubicación geográfica del municipio de Raxruhá  
(Fuente: elaboración propia)

### **1.2.5 Historia**

Es el municipio 333 de Guatemala y 17 del Departamento de Alta Verapaz, creado por el Decreto Número 10-2008 del Congreso de la República (de fecha 20 de febrero de 2008) segregándose del municipio de Chisec. Cuya cabecera municipal es la antigua aldea Raxruhá. (27) componer el número de las bibliografías en base al diagnostico

### **1.3 Características climáticas:**

#### **1.3.1 A. Zonas de vida:**

Según el mapa elaborado por De la Cruz, basado en el sistema Holdridge , el área se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical (cálido) bhm(c) (8)

#### **1.3.2 B. Topografía:**

Domina la fisiografía denominada tierras altas sedimentarias en las que el material parental es de origen calcáreo (carbonato de calcio), formando afloraciones rocosas, montañas escarpadas, siguanes (sumideros), cavernas y mogotes (cerritos en forma de volcán). (27)

#### **1.3.3 C. Clima:**

El clima predominante es cálido húmedo, aunque en los meses de diciembre y enero existe una pequeña variante a templado con tendencia a frío. (27)

#### **1.3.4 D. Estaciones:**

Definidas se observan dos estaciones: Verano, en los meses de marzo, abril y mayo e invierno el resto del año. (27)

#### **1.3.5 E. Temperatura:**

La temperatura promedio observada en el municipio es de 25% la mínima extrema y máxima extrema de 38%. (27)

### 1.3.6 D. Precipitación pluvial:

La precipitación pluvial dura de 8 a 9 meses, con valores entre 2,000 a 3,000 milímetros anuales. Los vientos corren del noreste al sur. (27).

### 1.4 Vías de acceso

La principal carretera que conduce es la CA-9 que conduce hacia la cabecera departamental de Puerto Barrios, Guatemala-Río Dulce-Cadenas- Chahal-Fray) 420 Km. También se puede llegar a través de la cabecera departamental (Cobán) dista 110 kilómetros de la cabecera y 325 kilómetros de la ciudad capital (Guatemala).



Figura. 3 Mapa Vías de acceso al municipio de Fray Bartolomé de las Casas.

## 1.5 Descripción del área de trabajo

La finca el Canaleño ubicada en el municipio de Raxruhá, Alta Verapaz, Guatemala con una extensión 950 Ha, cuenta con un área de 35 Ha para la producción de plantas de vivero para siembras nuevas,

## 1.6 Orden de suelo área experimental

### 1.6.1 Serie Sebol (Sb)

Color Subs superficial café amarillento a café grisáceo, color superficial café a café oscuro o café grisáceo, drenaje interno bueno, baja fertilidad, material original de aluvión relieve cas plano o suavemente ondulado, riesgo a erosión bajo, textura Subs superficial arcilla, textura superficial franco arcillosa o franco a arcilloso o arcillo limosa.(35)

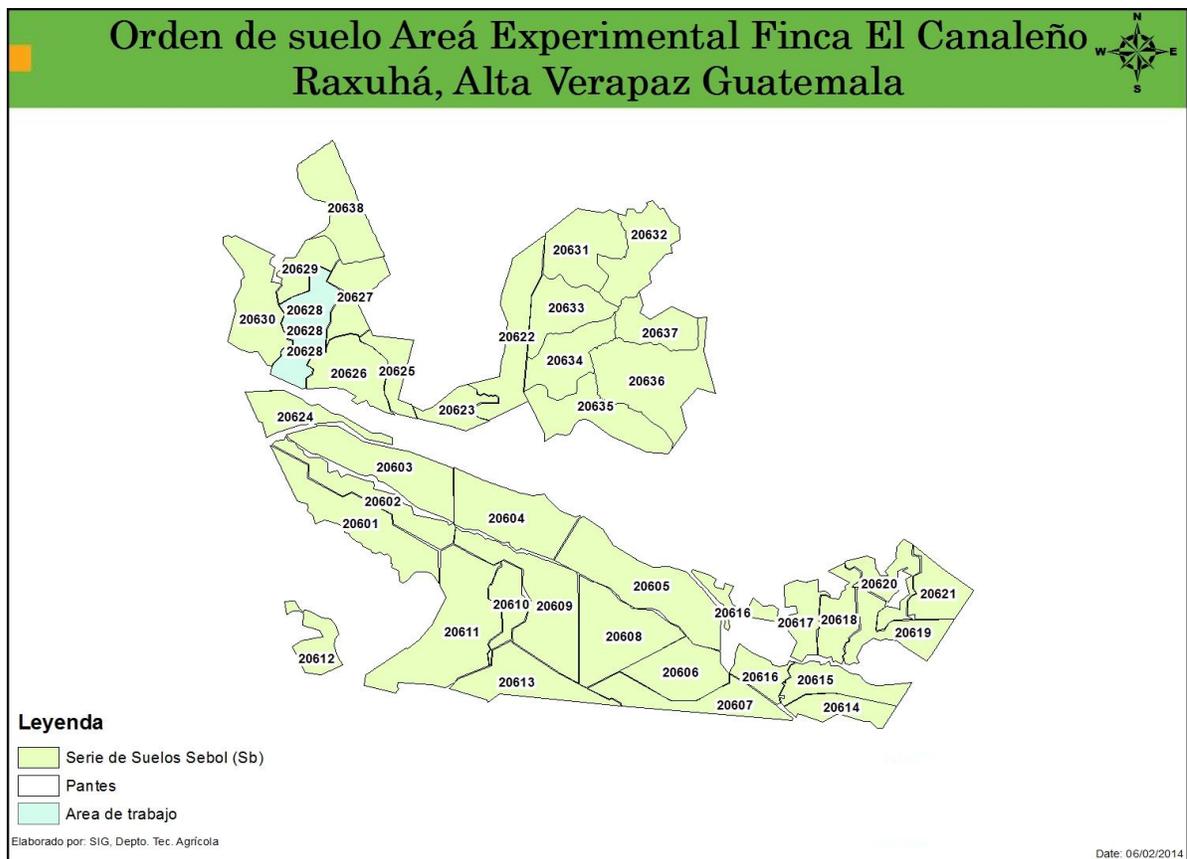


Figura. 4 Finca el Canaleño, municipio de Raxruhá, departamento de alta Verapaz, Guatemala, CA.

(Fuente: elaboración propia)

## **1.7 Objetivos:**

### **1.7.1 General**

- Diagnosticar la situación del vivero de la finca el Canaleño perteneciente a la empresa Naturaceites.

### **1.7.2 Específicos:**

1. Determinar los principales problemas relacionados con el manejo y producción del vivero de la finca el Canaleño, perteneciente a la empresa Naturaceites.
2. Analizar los planes de manejo y producción, del vivero de la finca la finca el Canaleño, perteneciente a la empresa Naturaceites.

## 1.8 Resultados

### 1.8.1 Metodología:

Para el análisis de la información recopilada se estructuró en base a entrevistas y fuentes secundarias las cuales hicieron relucir los siguientes datos:

La recopilación de datos del diagnóstico, consistió en la obtención de datos generales hasta los específicos iniciando desde los datos de la empresa Naturaceites hasta el área de trabajo específica en el vivero de la finca denominada, obteniéndola de trabajos elaborados anteriormente.

Luego se realizaron entrevistas que son fuente de información primaria a las siguientes personas:

- Ing. Agr. Jorge Mario Corzo (Gerente del departamento Técnico Agrícola)
- P.Agr Baldomero Vázquez (administrador finca el canaleño)
- P.Contador Henry Oseas Nájera rodas (encargado de vivero caporal A)
- Herberth ardany diaz Castañeda (encargado de bodega)
- Enrique (caporal encargado de monitoreo de plagas y enfermedades)
- Calixto Lucas García (caporal encargado de monitoreo de fertilización)
- Personal de campo

**1.8.2 Organigrama del área de vivero:**

El vivero de la finca el Canaleño (área designada) a trabajar específicamente

Organigrama de la organización del vivero:

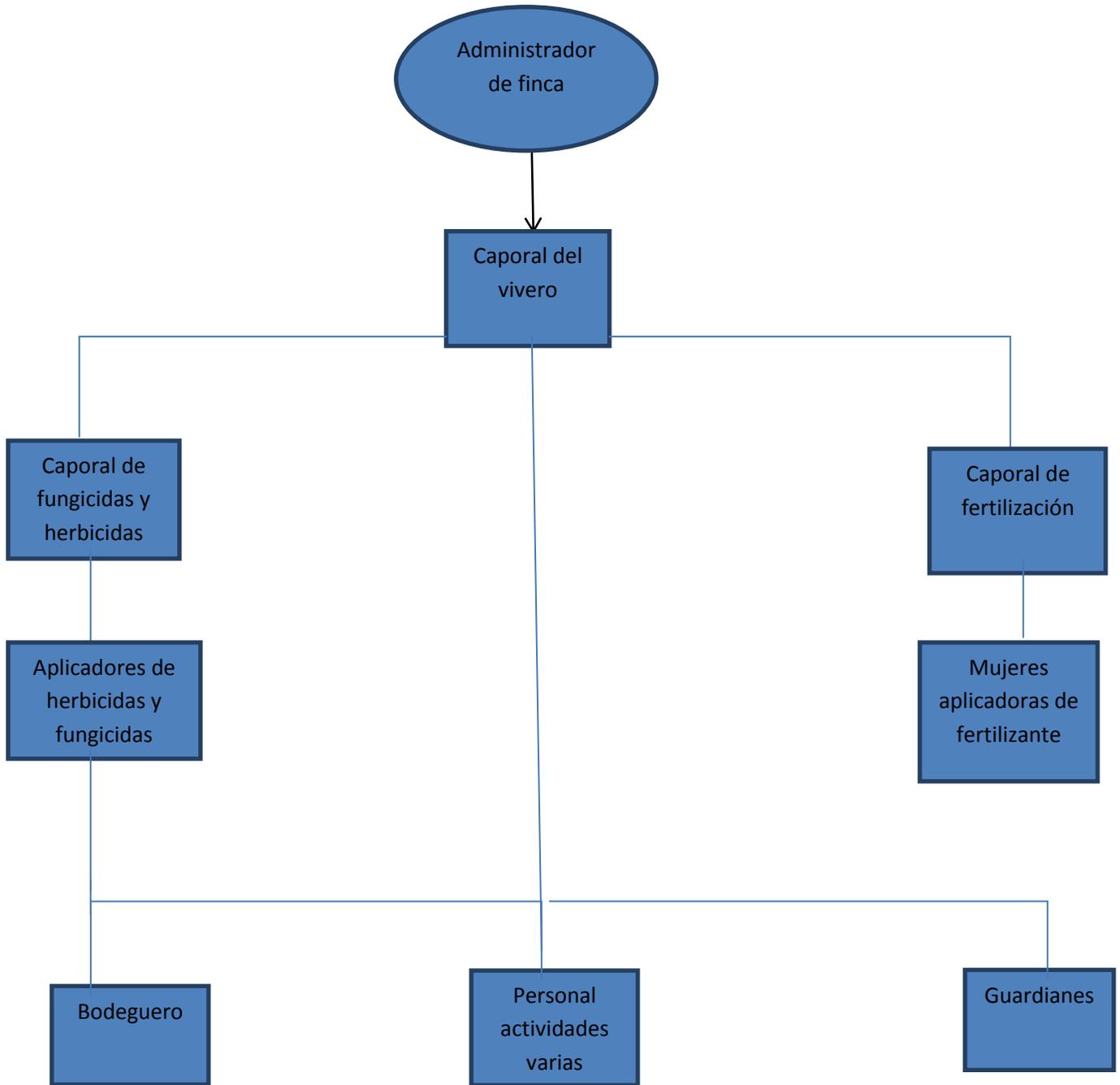


Figura. 5. Organigrama vivero Finca el Canaleño

### **1.8.3 Recursos del vivero:**

#### **A. Recurso tierra:**

El área de vivero de la finca Canaleño contaba con alrededor de 35 hectáreas, distribuidas en 23 pantes destinadas para dicha acción mencionada en la sección de vivero se cuentan con las variedades mencionadas del cultivo:

- Variedad Deli X Ghana
- Variedad Deli x Nigeria

#### **B. Recurso humano:**

Contenía alrededor de 76 trabajadores

Distribuidos en la siguiente forma de trabajo:

3 caporales específicamente los cuales realizan las siguientes funciones:

- Encargado de supervisión de riegos: esta actividad es realizada por el mismo caporal de vivero el cual supervisa 3 grupos rotativos (de 8 personas c/u) ya que esta actividad se realiza durante 24 horas al día
- Caporal de herbicidas: encargado del monitoreo de aplicación de herbicidas cuenta con 8 personas a su disposición
- Caporal de fertilización: encargado de aplicaciones por un grupo de 24 mujeres
- Caporal de plaguicidas: encargado de monitoreo de plagas y control cuenta con 8 personas a su disposición
- Además se contaba con 5 personas para mil usos, 1 bodeguero, y 2 guardianes

**C. Recursos materiales:**

El vivero contaba con una bodega la cual acoge todos los materiales para el manejo de agroquímicos



Figura. 6. Bodega agroquímicos vivero finca el Canaleño

**1.8.4 Sistema de riego:**

El sistema es un sistema de método por aspersión de cañones el cual cuenta con:

- 1200 mts de tubería de aluminio distribuidos en tubos de 4 mts de largo con diámetros de 6, 5 plg. en cuanto a tubería principal y laterales respectivamente



Figura. 7. Bomba sistema de riego



Figura. 8. Cañones del sistema de riego vivero finca el Canaleño

#### 1.8.5 Variedades de palma presentes en el vivero:

En el vivero se manejan dos variedades de palma presentes las cuales son:

- Variedad DELI X NIGERIA
- Variedad DELI X GHANA

#### Descripción de variedades de palma (*Elaeis guineensis*)

Estas variedades de palma se encontraban en el vivero de la finca el Canaleño

##### A. Variedad Deli X Nigeria (Variedad Premium)

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad fueron desarrolladas en Nigeria por el NIFOR (Nigerian Institute for Oil Palm Research), e introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977. Esta variedad produce dos tipos de color de racimo; virescens y nigrescens, aproximadamente 50% de cada uno.

Características, Crecimiento del tronco de 50- 55 cm por año, Porcentaje de aceite de se considera excelente de 28-30 %, Racimo 22k, Largo de hoja de 7.6- 8 mts, Resistencia Baja luminosidad moderada, Frio moderada, Sequia moderada



Figura. 9. Palma adulta variedad Deli X Nigeria

### **B. Deli x Ghana (Variedad Premium)**

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad, también conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR) y fueron introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977.

Características, Crecimiento del tronco: 50-60 cm /año, Porcentaje de aceite de se considera excelente de 28-30 %, Fruto: 9-11 gr, Racimo 22kg, Largo de hoja de 7-7.3, Resistencia Baja luminosidad alta tolerancia, Frio tolerancia moderada, Sequia tolerancia moderada a alta



Figura. 10. Palma adulta variedad Deli X Ghana

## 1.9 Análisis FODA, vivero finca El Canaleño

### 1.9.1 Fortaleza:

Asistencia técnica de profesionales con experiencia en la producción del cultivo de palma africana.

### 1.9.2 Oportunidades

Adquisición de nuevas tecnologías, para eficientar las labores técnicas y productivas.

### 1.9.3 Debilidades:

Alta utilización de fertilizantes en la fase de vivero va de 22-26 aplicaciones durante el ciclo, alta utilización de mano de obra.

Falta de eficiencia en la realización en las actividades agrícolas

### 1.9.4 Amenazas:

Presencia de plagas y enfermedades.

Altos costos en la utilización de mano de obra para las actividades agrícolas.

## 1.10 Problemas detectados:

### 1.10.1 Eficiencia en las aplicaciones de fertilizante:

Durante los meses de la fase de vivero de la palma africana aproximadamente 10-12 meses se cuenta con un plan de fertilización establecido. La fertilización en la producción del vivero de palma africana representa un 30% del costo total final del vivero (incluye materia prima y mano de obra en aplicación), la aplicación se realiza mediante fertilizantes granulado de 22 a 26 aplicaciones durante todo el ciclo del vivero, teniendo como dificultad el grado de eficiencia el cual varía según factores climáticos, modo de incorporación al suelo además existe un alto riesgo de lixiviación, esto arraigado al uso de mano de obra para aplicación del mismo.

### 1.10.2 Presencia de plagas y enfermedades:

La presencia de plagas y enfermedades son factores los cuales influyen en un porcentaje alto de plantas descartadas totales, estas afectan el desarrollo fenológico de la planta, algunas de las enfermedades presentes son, pestaliopsis, antracnosis.

La presencia de hongos muy seria hace que se descarten



Figura. 11. Presencia de hongos en vivero (Helmitosporium)



Figura. 12 **Presencia de hongos (Curvularia)**

### **1.10.3 Eficiencia en la realización de actividades agrícolas:**

La eficacia en la realización de las actividades agrícolas, se deben medir mediante el establecimiento de un rendimiento mínimo diario, para esto se debe medir el tiempo máximo y la cantidad de movimientos totales para realizar cualquier actividad, esto con el fin de optimizar cada labor y eficientar el proceso. Para esto se debe medir el tiempo y movimiento de cada actividad

### **1.11 Jerarquización de problemas.**

- la utilización de gran cantidad de fertilizante y la ineficiencia del material aplicado.
- Cantidad de plantas descartas en vivero por plagas, enfermedades y males genéticos.
- Medición de las labores agrícolas para eficientar el proceso.

### **1.12 Conclusiones:**

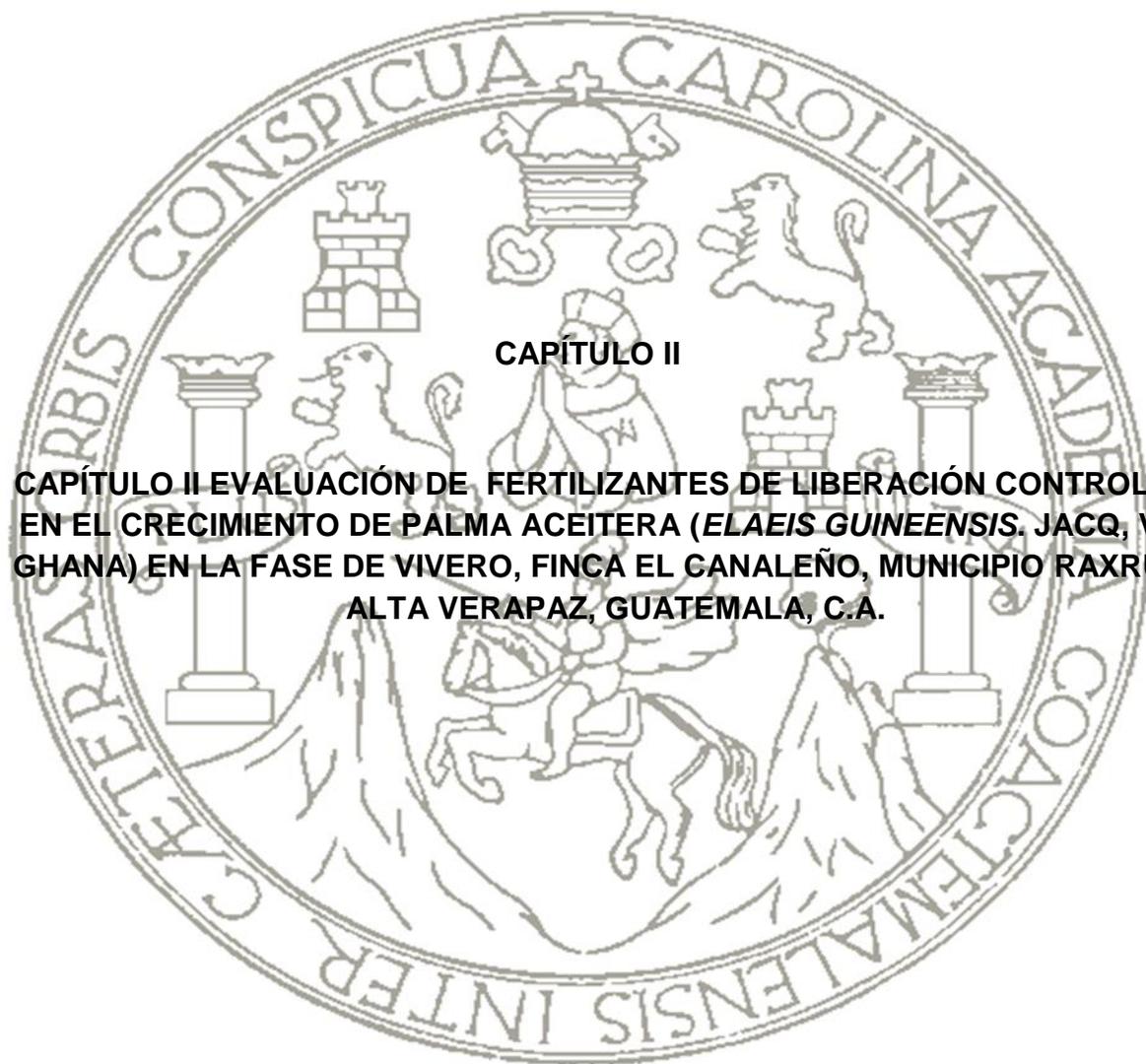
1. La situación del vivero comprende aspectos relevantes los cuales son manejado por los técnicos especializados.
2. Los principales problemas en la producción del vivero de palma africana, son eficiencias del fertilizante aplicadas, plagas y enfermedades presentes.
3. La jerarquización de problemas del diagnóstico del vivero de la finca El Canaleño, ayudo a determinar la importancia de los mismos esto con el fin de plantear las posibles soluciones.

### **1.13 Recomendaciones.**

1. Es recomendable llevar bitácora diaria de las actividades, además de las enfermedades con porcentajes altos.
2. Es recomendable que los planes de manejo, sean aplicables para todos los vivero futuros propios y tercerizados.

### **1.14 Bibliografías**

1. ASD Costa Rica, CR. 2012. Variedades palma aceitera var Deli X Ghana (en línea). Costa Rica. Consultado 27 feb 2012. Disponible en [http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/variedades/deli\\_x\\_ghana.html](http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/variedades/deli_x_ghana.html)
2. Pesquera, E. 2008. Historia del municipio de Raxruhá (en línea). Guatemala, Ministerio de Finanzas Públicas. Consultada 23 mar 2012. Disponible en [www.minfin.gob.gt/2011-08-29-05-45-29/comunicados34/142-sala-de-prensa/141-historia-del-municipio-de-raxruha.html](http://www.minfin.gob.gt/2011-08-29-05-45-29/comunicados34/142-sala-de-prensa/141-historia-del-municipio-de-raxruha.html)



## CAPÍTULO II

**CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*ELAEIS GUINEENSIS*. JACQ, VAR. GHANA) EN LA FASE DE VIVERO, FINCA EL CANALEÑO, MUNICIPIO RAXRUHÁ, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN:

La palma (*Elaeis guineensis* Jacq.var Ghana) es originaria de África Occidental, de ella se obtenía aceite hace 5.000 años, especialmente en la Guinea Occidental, de donde pasó a América, introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. El cultivo en Malasia es de gran importancia económica, provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. En América, los mayores productores son Colombia y Ecuador. (32)

La agroindustria de la palma de aceite ha sido la fuente más eficiente en la producción de aceites en el mundo, debido a que produce más aceite por hectárea, requiere menos tierra y espacio que otros cultivos oleaginosos, y además es ambiental y socialmente sostenible (16)

Este cultivo se encuentra en crecimiento en la zona norte de Guatemala. Es un cultivo complejo. El éxito en la rentabilidad en el cultivo de la palma de aceite, se basa en el uso de materiales de alta calidad genética, en el manejo adecuado de la semilla y de los viveros, por ello, la producción de planta en vivero tiene como objetivo obtener palmas de alta calidad, para establecerlas en el campo. (34)

El cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* .Jacq) importante para la economía de Guatemala, ya que genera gran cantidad de empleo. El cultivo de la palma se define como cultivo multifuncional, de ella se extrae diversidad de productos los cuales son obtenidos mediante procesos agroindustriales para fines alimenticios y cosméticos.

Una de las etapas más importantes del cultivo de la palma aceitera es la fase de vivero en donde las plántulas son manejadas alrededor de 10 meses antes, de ser establecidas en campo, en esta fase se busca obtener una planta vigorosa, productiva, y resistente para ser establecida en campo a nivel productivo.

En el cultivo de la palma aceitera la nutrición vegetal en la fase de vivero es un paso crucial en la cual se aplican los nutrientes necesarios mediante incorporaciones de fertilizantes químicos a la planta en crecimiento para que pueda desarrollarse adecuadamente.

En la etapa de vivero comúnmente la fertilización es realizada mediante incorporaciones de fertilizantes de composición granulada en donde se realizan, aplicaciones con base a programas establecidos de nutrición, lo que presenta algunas desventajas al emplearlo. Debido a su composición, estos pueden ser afectados por los factores ambientales dando como resultado los no poder ser absorbidos por la planta en su totalidad. Implicando la constante aplicación de fertilizantes en dicha etapa oscilando en un número de aplicaciones que va de 22 a 26 aplicaciones durante toda la etapa de vivero, lo cual ha implicado para la empresa, altos costos debido a la alta cantidad de fertilizante aplicado, como en el empleo de mano de obra para cubrir esta actividad.

Con base a lo anterior se propone una nueva alternativa de suplir las necesidades nutricionales en el cultivo de la palma aceitera en fase de vivero con el objetivo de evaluar fertilizantes de liberación controlada. Estos tipos de fertilizantes se encuentran recubiertos de una capa polimérica la cual permite la liberación más equitativa al ambiente permitiendo que los nutrientes que las plantas necesitan puedan ser mejor aprovechado, ya que éstos se encuentran durante más tiempo disponibles en el suelo.

La investigación fue realizada, en el vivero de la finca el Canaleño perteneciente a la empresa NaturAceites, tuvo como objetivo evaluar el efecto en el crecimiento de palma aceitera en fase de vivero, utilizando como medio de evaluación fertilizantes de liberación controlada, realizado en las fechas de abril a noviembre del 2012.

Los resultados reflejaron que la aplicación de Osmocote como fuente de nutrientes en las plantas de palma africana, presentó efectos significativos para las variables evaluadas altura de planta y diámetro de tallo, es decir a medida que se aumentó la cantidad de fertilizante se incrementó el valor de las variables evaluadas, pudiendo ser una opción como aporte los nutrientes por un lapso de tiempo más prolongado.

## 2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La situación actual en manejos de vivero de palma aceitera representa altos costos debido a que el programa de nutrición vegetal se lleva a cabo mediante aplicaciones localizadas de fertilizantes granulados, aplicados constantemente para suplir las necesidades nutricionales de las plantas, estas necesitan alrededor de 22-26 aplicaciones durante la fase de vivero la cual dura alrededor de 10 meses.

Debido al alza de derivados del petróleo el precio de los fertilizantes y la mano de obra ha aumentado elevando el costo por unidad de área para el empleo de actividades de fertilización representando aproximadamente el 30% de costos variables por planta producida para cualquier cultivo de producción agroindustrial.

Además de que los fertilizantes granulados representan un alto costo a los productores de palmas presentan ciertos inconvenientes para el desarrollo y calidad de la planta debido a que la eficiencia de los fertilizantes granulados depende en gran parte a su composición y estructura y esto arraiga problemas como el riesgo de quemar la planta, la disponibilidad y eficiencia depende mucho del pH y humedad, además puede existir riesgo de pérdida por lixiviación (29)

La aplicación de fertilizantes granulados ha sido la herramienta más utilizada para brindar los nutrientes necesarios sin embargo se buscan alternativas de manejo de fertilización con objetivo de que el cultivo pueda desarrollar su máximo potencial, los fertilizantes de liberación controlada, fertilizantes que tienden a liberarse al ambiente durante un periodo más prolongado esto garantiza que los nutrientes puedan ser mejor absorbidos por las plantas cuando los requiera, además esta práctica se realiza con el objetivo de minimizar el costo de mano de obra y constante aplicación del fertilizante granulado, estos repercuten en los costos totales de producción por unidad de área.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

En las décadas de los 80-90 las áreas cultivadas por algodón fueron sustituidas por el cultivo de palma aceitera en Guatemala la importancia de este producto radica en su potencial de adaptabilidad además de poder generar una gran cantidad de generar empleo. (16)

Al 2011 se reportan aproximadamente 100,000 hectáreas sembradas de palma aceitera un estudio del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) indica que el país tiene un total de 667,638 hectáreas potenciales para el cultivo, por lo que la palma de aceite ocupa un 15% de su territorio óptimo de producción. A su vez, el cultivo de palma representa un 2% de la superficie agrícola del país, comparado con el 30% que representa el maíz, siendo el cultivo con más área cultivada y del frijol negro con un 15% (24)

Debido a que la producción de la palma debe ser manejada mediante programas agronómicos rigurosos y estrictos establecidos desde las etapas iniciales hasta las etapas de producción.

La importancia de la fertilización en la etapa de vivero de la palma aceitera es primordial ya que en esta se busca obtener una planta vigorosa y resistente para poder ser establecida en el campo productivo.

En la actualidad la empresa NaturAceites además de contar con programas establecidos de fertilización desea evaluar aplicaciones de fertilizantes de liberación controlada los cuales puedan contribuir al aporte de nutrientes en plantas en fase de vivero ya que estos se pueden mantener durante mayor parte en el suelo, logrando que estos puedan ser utilizados por la planta, además, se espera que al aplicar este tipo de fertilizantes disminuya la cantidad de aplicaciones con la finalidad de disminuir el uso de mano de obra.

## 2.4 Marco conceptual

### 2.4.1 La palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq)

La palma africana ha sido utilizada desde la antigüedad para la obtención de aceite. Produce dos tipos de aceite, el del fruto y el de la semilla, respectivamente. El aceite alimentario se comercializa como aceite comestible, margarina, cremas, etc., y el aceite industrial es utilizado para la fabricación de cosméticos, jabones, detergentes, velas, lubricantes, etc. El aceite de palma africana representa casi el 25 % de la producción de aceites vegetales en el mundo. Es considerado como el segundo aceite más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soja. (18)

A pesar de ello, dentro de las plantas oleaginosas, es la de mayor rendimiento en toneladas métricas de aceite por hectárea. En comparación con otras especies oleaginosas, la palma africana tiene un rendimiento por hectárea varias veces superior. Es así que para producir lo que mismo que una hectárea de palma, se necesitan sembrar 10 y 9 ha de soja y girasol, respectivamente. (18)

Debido a esto, el cultivo de la palma africana es de gran importancia económica ya que provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. (17)

La mejor adaptación de la palma de aceite se encuentra en la franja ecuatorial, entre 15<sup>0</sup> grados de latitud norte y sur, donde las condiciones ambientales son más estables. (7)

La palma aceitera ó palma africana es un cultivo sin comparación por su habilidad para tomar la energía solar y transformarla en aceite vegetal. Tarda entre 2 y 3 años para empezar a producir fruto y puede hacerlo durante más de 25 años. (32)

#### A. Origen

El aceite de palma se trata de un aceite de origen vegetal obtenido del mesocarpio de la fruta de la palma (*Elaeis guineensis*, Jacq); este aceite es considerado como el segundo más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soya. El fruto de la palma es ligeramente rojo y este es el color que tiene el aceite embotellado sin refinar. (6)

El aceite crudo de palma es una rica fuente de vitamina A y posee grandes cantidades de vitamina E. La palma es originaria de África Occidental, de ella ya se obtenía aceite hace 5000 años, especialmente en la Guinea Occidental, de allí paso a América introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. (32)

#### 2.4.2 Taxonomía y morfología.

La Palma Africana pertenece a la familia de las Arecaceae y su nombre científico es (*Elaeis guineensis* Jacq.) Su clasificación botánica se describe en el siguiente cuadro. (1)

Cuadro. Clasificación Botánica.

Cuadro 1. Taxonomía de palma aceitera

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae
Subfamilia:	Arecoideae
Género:	<i>Elaeis</i>
Especie:	<i>E. guineensis</i>

#### 2.4.3 Anatomía y fisiología de la palma

##### A. Porte:

Esta comprendido de un tronco erecto solitario que puede alcanzar más de 40 m de altura en estado natural. En cultivos industriales para la obtención de aceite su altura se limita a los 10-15 m, con un diámetro de 30-60 cm cubierto de cicatrices de hojas viejas. (18)



Figura. 13. Palma africana (*Elaeis guineensis*)

Foto (infoagro2009)

### **B. Raíces:**

Por tratarse de una planta monocotiledónea, el sistema radicular se expande a partir de un bulbo que está ubicado debajo del tallo. Función: Absorción de nutrientes y agua del suelo.

(32)

son de forma fasciculada, con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial, en un ángulo de 45° respecto a la vertical, profundizando hasta unos 50 cm en el suelo y variando su longitud desde 1 m hasta más de 15 m. Por su consistencia y disposición aseguran un buen anclaje de la planta, aunque casi no tienen capacidad de absorción. Las raíces secundarias, de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las raíces primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias y éstas a su vez, a las cuaternarias.

(32)

### **C. Tallo de la palma:**

También llamado estipe, es la estructura que comunica las raíces con el penacho de hojas que lo coronan. Contiene en su interior los haces vasculares (Floema y Xilema), por donde circula el agua y los nutrientes. En su parte central alberga el punto de crecimiento o meristemo apical. Las palmas crecen en promedio de 30 a 60 cm por año. Función del tallo: Conducción de nutrientes y agua hacia órganos. (14)

#### **D. Hojas:**

Hojas verdes pinadas (con folíolos dispuestos como pluma, a cada lado del peciolo) de 5-8 m de longitud que constan de dos partes, el raquis y el peciolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de folíolos dispuestos en diferentes planos, (18)

En condiciones normales las palmas adultas tienen entre 30 y 49 hojas funcionales, la filotaxia o distribución de las hojas indica que ellas están dispuestas en 8 espirales respecto del eje vertical. Función: fotosíntesis y producción. (6)

#### **E. Inflorescencias:**

Cada hoja que produce la palma trae en su axila una inflorescencia sin sexo definido. Por su condición de Monoica, la palma de aceite produce separadamente flores masculinas y femeninas sobre el mismo árbol. (6)

Las flores se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. (16)

La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís. (18)

Las flores masculinas, proveen polen, están compuestas de 100 a 160 espigas, cada una de ellas tiene entre 10 y 20 cm de largo y de 700 a 1200 flores, que en conjunto proveen entre 30 y 60 gramos de polen. (18)



Figura. 14. Inflorescencia masculina.

Las flores femeninas, también insertadas en espiguillas y dispuestas en espiral alrededor del raquis o pinzote, pueden estar distribuidas hasta 110 espigas y alcanzar la cantidad de 4000 flores aptas para ser polinizadas. La inflorescencia es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, la flor femenina presenta un ovario esférico tricarpelar coronado por un estigma trífidio cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. (18)



Figura. 15. Inflorescencia femenina  
(Foto: Manual Palma Aceitera)

#### **F. Frutos:**

Son de forma ovoide, de 3 a 6 cm de largos y cuentan con un peso aprox. de 5 a 12 gramos. Tienen la piel lisa y brillante (Exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (Mesocarpio), una nuez o semilla compuesta por un cuesco lignificado (Endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (Endospermo). (18)

Los frutos insertados en las espiguillas que rodean el raquis en forma helicoidal, conforman los racimos. (Con peso variable entre 5 a 40 Kg). (6)



Figura. 16. Frutos cosechados de palma africana

#### 2.4.4 Requerimientos de clima y suelo

##### A. Clima

Para la palma aceitera, un promedio anual de temperaturas entre 23°C y 27°C se considera óptimo. Las temperaturas mínimas promedio mensuales por debajo de 19°C, reducen la productividad. Para el buen crecimiento y abundante fructificación se considera necesario una precipitación entre 1.750 y 2.000 mm anuales, con una distribución de 150 mm por mes. (19)

En suelos adecuados, se estima una retención de agua de 130 mm en la zona de raíces, por lo que un mes con precipitación baja no ocasionaría una reducción de rendimiento; dos meses, muy secos reducirían el rendimiento en un 9%. Pero un período seco de tres meses, una precipitación menor de 125 mm por mes, podría reducir la producción. Se considera que la palma demanda entre 1 500 y 2 000 horas luz por año y cinco horas por día. (19)

##### B. Suelo

La palma africana tolera suelos moderadamente ácidos (pH 5,5-6,5), aunque éstos en general presentan deficiencias de elementos nutritivos tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen

la aplicación de enmiendas. (10) Los suelos óptimos son los de textura franco-arcillosa. En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo que su consistencia es insuficiente para el soporte de la planta. Los suelos pesados, de textura arcillosa, presentan limitaciones para su manejo, por la dificultad para drenarlos y por la facilidad con la que se compactan. Por tanto, los suelos óptimos para el cultivo de la Palma Africana, son suelos profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto. (19)

#### **2.4.5 Los productos de la agroindustria palmera**

##### **A. Aceite de palma crudo**

Representa entre el 40 y el 50% del peso de cada fruto individual.

En explotaciones comerciales una hectárea de cultivo adulto sembrado con excelente material genético, manejado con un alto nivel tecnológico, y sin limitaciones de suelo y clima, se pueden obtener potencial mente 7 toneladas anuales de aceite. (18)

##### **B. Aceite de palmiste crudo**

En cuanto al aceite sustraído del palmiste o almendra, representa alrededor del 4.4% del peso de cada fruto y entre el 2.5 y el 3.5% respecto del peso del racimo. Teóricamente se puede obtener entre 780 y 980 Kg. de aceite/hectárea. (18)

##### **C. Torta de palmiste**

Del procesamiento de la almendra o palmiste, entre el 50 y el 56% del producto obtenido es torta. Contiene entre el 17 y el 19% de proteína. Se usa en dietas de rumiantes, debido a las altas proporciones de fibra rica en arginina y ácido glutámico. (18).

#### **2.4.6 Factores a considerar para el establecimiento de una plantación de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

Requerimiento del cultivo, requerimiento para la planta de beneficio, requerimientos administrativos, requerimientos ambientales, así como variedades de palma adecuadas a la zona de establecimiento. (32)

#### **2.4.7 Requerimientos del cultivo**

Ubicación geográfica, temperatura y altura sobre el nivel del mar Disponibilidad de agua brillo y radiación solar, suelos.

#### **2.4.8 Establecimiento de la plantación de palma**

##### **A. Semillero**

Para la germinación las semillas de palma africana necesitan pasar por un período de sesenta a ochenta días las semillas de palma africana se distribuyen precalentadas para acelerar y mejorar la germinación. Luego se sumergen en agua para someterlas a remojo, durante siete días se colocan las semillas en bolsa plásticas selladas (una libra) y colocarlas en bloques de 500 bolsas. (34)

Se Ubican en un cuarto por un mes a temperaturas de 40 y con una humedad del 22%.En general, la germinación de un lote de semilla se completa después de un mes a partir de la finalización del período de calentamiento y están listas para ser sembradas en los viveros entre los quince a veintiún días después de que el embrión ha sido emitido las semillas que no germinan en 45 días, deben descartarse Bajo condiciones normales, se estiman necesarias doscientas semillas pre germinadas por hectárea, considerando las pérdidas del vivero y la selección de las mejores plántulas. (34)

En la práctica, del total de semillas germinadas, se obtiene un 80% de plantas aptas para el trasplante.

##### **B. Selección en el semillero**

Se debe separar en semillero los diferentes tipos de híbridos, individualizando si es posible cada híbrido a fin de mejorar la homogeneidad de los semilleros y de las plantaciones. (17)

En el momento de la siembra, una planta de palma aceitera es una inversión para unos 20 años o sea que una eliminación correcta en semillero es una operación sumamente importante en la realización de una hermosa plantación. (34)

La selección de plantas a eliminar con arreglo a las anomalías mencionadas, permite obtener plantaciones homogéneas que exteriorizan plenamente el potencial de producción del material, lo cual mejora notablemente el rendimiento de aceite; en lo sucesivo la rentabilidad de los proyectos. (34)

Se estima que hay un promedio de 15 a 20 % de pérdidas en el semillero (muertos o anormales). (34)

Una eliminación muy rigurosa y correcta en el estado de plántula evita un efecto deprimente del trasplante y en un semillero más homogéneo. Porque esta operación evita en mantenimiento de 15 a 20 % de plantas anormales, reduce notablemente el costo, considerando que una planta vale de 4 a 5 veces más que una plántula. (34)

### **C. Pre-vivero**

El pre-vivero, se usan bolsas de polietileno de 15 x 23 cm que se llenan con 1,6 kg de suelo rico en materia orgánica. Las semillas germinadas se siembran a profundidad de 1 a 2 cm. Las bolsas se colocan sobre el suelo nivelado y limpio, una a continuación de otra, en surcos de 10 bolsas de ancho y del largo que se quiera. Deben colocarse palos horizontales en todo el perímetro de la era de bolsitas, para sostenerlas. Aquí permanecen las plántulas de cuatro a cinco meses. (34)

El mantenimiento del pre-vivero incluye riego diario, para mantener el suelo humedecido pero no saturado, aplicación semanal de una solución de urea. (34)

Cuando las plántulas tienen cuatro o cinco hojitas se trasplantan al vivero, en bolsas de mayor tamaño. Antes del trasplante al vivero, debe hacerse una selección de plántulas para eliminar aquellas anormales. (34)

## **D. Vivero:**

### **a. Selección del sitio.**

De ser posible, el vivero debe ubicarse en suelos planos, profundos, fértiles, con buen drenaje, de fácil acceso, y cercanos a donde se establecerán las futuras plantaciones. (10)

La capa superficial de suelo debe tener buena estructura y una profundidad mínima de 50 centímetros, pues se utilizará para llenar las bolsas de vivero. Es importante contar con una fuente permanente de agua de buena calidad. Se requieren aproximadamente, 9 hectáreas de vivero para desarrollar 86,500 plantas y establecer 500 hectáreas de nuevas plantaciones. (34)

### **b. Preparación del terreno**

Conviene utilizar terrenos que en donde se hayan cultivado especies anuales. Los suelos sometidos a pastoreo por muchos años, requerirán de mayor esfuerzo para prepararlos. (34)

- El control de la maleza se hace en forma manual anticipada (chapeo con machete), mecánico, o químico con herbicidas.
- El suelo se puede preparar por cualquiera de las formas siguientes:

### **c. Trazo del vivero:**

Una vez el terreno, se trazan las líneas en posición norte-sur, utilizando cadenas de alambre marcadas al distanciamiento empleado. Cuando la planta va a permanecer en vivero de 10 a 12 meses, se traza el terreno a 1 metro en triángulo con lados iguales o tresbolillo que brinda mayor aprovechamiento del espacio y mejor distribución de la luminosidad entre plantas. Cuando la permanencia en vivero es por mayor tiempo, el distanciamiento entre las bolsas es en la forma siguiente (34)

Distribución y número de palmas por hectárea para viveros de 12 a 14 meses de edad.

El llenado de las bolsas es una operación que se realiza entre dos personas. Inicialmente, se coloca una capa de 3 centímetros de material inerte en el fondo de la bolsa para facilitar su anclaje en el piso, después, se llena la bolsa con suelo, procurando dejar un espacio de 4 a 5 centímetros, entre la superficie del suelo y la parte superior de la bolsa, 2centímetros para hacer un dobladillo al borde de la bolsa, para colocar se recomienda llenar las bolsas antes de colocar la planta y aplicarles el riego. (34)

El suelo de la bolsa debe estar húmedo al momento del trasplante. Dentro de la bolsa de vivero se perfora un hoyo que sea de mayor dimensión que la maceta que proviene del pre-vivero, y el hueco se rellena con el suelo del hoyo perforado. (34)

Se elimina cuidadosamente la bolsa de pre-vivero para evitar la destrucción del pilón y el daño de raíces; se rellena con suelo y se compacta suavemente para evitar la formación de bolsas de aire. El cuello de la planta debe colocarse al nivel del suelo. Se recomienda colocar sobre el suelo de la bolsa una cobertura de “mulch” de un material inerte como borra de coco desmenuzada, cascarilla de arroz, cáscara de cacahuate, pergamino de café o algún otro material. Este material conserva la humedad, regula la temperatura del suelo, evita la erosión e impide la emergencia de malezas. (34)

#### **d. Riego.**

El suministro de agua, adecuado y oportuno es fundamental para el éxito de un vivero. Del balance correcto de humedad depende, en gran medida, el crecimiento óptimo de las palmas. (34)

Es conveniente que el suelo permanezca húmedo los requerimientos de agua de las plantas en vivero varían de una región a otra; la determinación de las necesidades hídricas se realiza para cada situación en particular. Pero de manera general, las necesidades de agua por la planta según su edad como se menciona anteriormente, en viveros de palma de aceite el riego por aspersión es el más recomendable. (8)

El equipo consta de las siguientes partes: bomba de capacidad variable, tuberías secundarias, tuberías laterales y aspersores. El sistema de riego, con disposición de los aspersores en triángulo, presenta una mayor eficiencia de traslape y menor costo de establecimiento. (34)

**e. Sanidad:**

Si en los viveros se cumple con un buen programa de fertilización, si están limpios y drenados y si el agua utilizada para el riego es limpia y corriente, como consecuencia la incidencia de plagas y enfermedades será mínima. (6)

De todos modos es conveniente la ejecución de programas de vigilancia y control para prevenir los daños. En los primeros meses de vivero es frecuente la presencia del “gusano cogollero” (*Spodoptera* sp.) el que puede controlarse mediante recojo manual de larvas, si esto no es suficiente se procederá a la aplicación de químicos. (6)

Son efectivas aplicaciones a base de *Bacillus thuringiensis* o de lo contrario recurrir a un Piretroide. Eventual presencia de hongos de hoja (*Curvularia* o *Pestalotiopsis*), puede justificar el uso de Benlate, Dhitane o Manzate 200 wp. (6)

**d. La selección de las palmas**

De óptimas características que merecen pasar del previvero al vivero y, posteriormente, del vivero al sitio definitivo de siembra: Ésta debe ser hecha por una persona perfectamente entrenada, que pueda actuar con la suficiente independencia y buen criterio para destruir las plántulas que no reúnan todos los requisitos para ser consideradas élites. (21)

Con la selección se busca llevar al campo palmas uniformes, sanas y sin ningún tipo de anomalía bajo condiciones normales un desecho por selección puede estar entre el 12 y el 17%, a partir del número de semillas germinadas.

**e. Causas de descarte en vivero:**

Palmas con la parte superior plana, tomando forma de copa, Palmas con hojas sin diferenciar, o cuyo folíolos permanecen unidos, Palmas pequeñas con las hojas apiñadas, rechonchas, Palmas con folíolos delgados en forma de aguja, Palmas con folíolos muy cortos, Palmas con hojas encartuchadas, Palmas enfermas (6).

### **2.4.9 Importancia de la fertilización en la producción agrícola**

Para saber lo que necesitan las plantas cuya nutrición balanceada buscamos, pensemos que se trata de organismos vivos y no de sistemas de compuestos químicos. Tal como sucede en el hombre y los animales, las plantas toleran ciertos nutrimentos que no son los indicados, siempre y cuando existan en forma asimilable y en cantidad suficiente. En estas condiciones no podrán utilizar los elementos verdaderamente necesarios para su desarrollo normal y saludable no obstante que se encuentren en forma asimilable (soluble) y en cantidad suficiente en el suelo. Podemos decir que existe gran semejanza entre esta manifestación de la vida vegetal y el hecho de que en la dieta de los seres humanos, ciertos alimentos que se consideran perfectos desde el punto de vista nutricional, no puedan ser digeridos cuando se consumen simultáneamente con otros.

Nutrición de las plantas. (36).

### **2.4.10 Absorción de nutrientes:**

Existen varias suposiciones sobre la forma en que la planta absorbe y transporta el agua. La mayor parte del agua se absorbe por medio de los pelos de la raíz. El agua es bombeada desde la raíz como respuesta a la transpiración de las hojas de la planta, mientras las hojas sudan la planta absorbe más agua por la raíz. (37)

Las hojas de las plantas pueden absorber agua tanto en estado líquido (lluvia o riego) como en estado gaseoso (vapor de agua). De cualquier forma la planta absorbe (chupa) grandes cantidades de agua que posteriormente se pierde durante la transpiración. (7)

El camino que sigue el agua en la planta es de la siguiente manera: Al inicio el agua se absorbe por los pelos de la raíz, posteriormente llega a un sistema de tubos (xilema). Estos tubos forman una red que conduce el agua tanto hacia arriba como hacia los lados hasta llegar al tallo y las hojas. Finalmente, el agua es evaporada en la superficie de las hojas y sale por sus poros (estomas). (7)

### **2.4.11 Cómo se alimentan las plantas.**

La aplicación de fertilizantes y estiércol y otras importantes prácticas del tratamiento de los suelos proporcionan alimentos asimilables para las plantas en crecimiento. Uno de los factores esenciales para la producción vegetal es cubrir las necesidades de las plantas con elementos nutritivos. (34)

#### **2.4.12 Factores que influyen en el rendimiento de las plantas**

La función de los diferentes elementos nutritivos es de vital importancia para la producción satisfactoria de las cosechas. Se reconocen seis factores que influyen en el crecimiento de las plantas, que son: luz, soporte mecánico, temperatura, aire, agua, nutrientes. (14)

El crecimiento de las plantas depende de una combinación favorable de estos factores y que, cualquiera de ellos, desequilibrado respecto a los otros, puede reducir o casi impedir el crecimiento de las plantas. (10)

#### **2.4.13 Leyes de la fertilización**

Se entiende por fertilización a la mejora de la fertilidad agronómica del suelo mediante la adición de sustancias capaces de modificar positivamente las condiciones del suelo.

Toda sustancia o técnica que se emplea para restituir o aumentar la fertilidad del suelo, ya sea en cuanto a la estructura, pH y sus elementos nutritivos es lo que se llama fertilizante.

Se ha considerado como objetivo general de la fertilización, la obtención de máximos rendimientos con el mínimo de costos y mejorar la calidad de los productos. Existiendo para ello leyes de fertilización (28)

#### **2.4.14 Ley del mínimo (Liebig)**

Liebig llegó a las conclusiones, según la cual el rendimiento de un cultivo está limitado por la cantidad de elementos nutritivos presentes en menor cantidad (28).

#### **2.4.15 Ley de los rendimientos decrecientes de Mitscherlich**

Esta ley permite determinar hasta donde es factible aumentar económicamente los rendimientos (para que lleguen lo más cerca posible del rendimiento máximo) mediante aplicaciones adicionales de fertilizantes (36).

#### **2.4.16 Requerimientos nutricionales de la palma africana**

La Palma Africana es una planta con un elevado potencial de producción y debido a su alta productividad, genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. (34)

Por esta razón, la extracción y uso de los nutrientes en este cultivo es alto, unos procedentes de las reservas minerales que existen en el suelo, otros, producto del reciclaje de partes de la planta, también por efecto de la fijación de los cultivos de cobertura y por residuos vegetales de los mismos y por último por utilización de fertilizantes en un programa de fertilización. (34)

En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el remplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. (34)

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

<b>AÑOS</b>	<b>TON/HA/AÑO</b>	<b>N</b> Kg/h.a.	<b>P</b> Kg/h.a.	<b>K</b> Kg/h.a.	<b>CA</b> Kg/h.a.	<b>Mg</b> Kg/h.a.	<b>Bórax</b> gr./palma/año
<b>Palmas de 0 a 2</b>	Sin entrar a producción	60	8	120	21	20	<b>100</b>
<b>Palmas de 2 a 3</b>	Inicio de producción 5 ton/h.a.	99	13	216	25	24	<b>100</b>
<b>Palmas de 3 a 4</b>	Producción media de 10 ton/h.a.	140	19	250	30	27	<b>100</b>
<b>Palmas de 4 a 6</b>	Producción media-alta. 20 ton/h.a.	175	23	250	33	29	<b>120</b>
<b>Palmas de más de 6</b>	<b>Alta producción. 25 ton/h.a.</b>	<b>190</b>	<b>60</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>120</b>

#### **2.4.17 Relación nutriente con el rendimiento**

La observación de síntomas de deficiencia de nutrientes en un cultivo constituye otra herramienta para evaluar el estado nutricional de un cultivo. Presenta la ventaja de ser una técnica aplicable en el campo sin depender de ningún laboratorio. (5)

Los síntomas de deficiencia aparecen sólo después que el suministro de un nutriente es tan bajo que la planta no puede completar su función adecuadamente. La marcada carencia de un determinado nutriente puede provocar la aparición de síntomas visuales característicos en la planta. Sin embargo, la carencia de un nutriente no produce síntomas directamente, sino que en la planta se generan procesos que conducen a desbalances nutricionales, con acumulación de un determinado compuesto orgánico intermediario, o a la falta de formación de un compuesto. Esto lleva a que las situaciones anormales sean reconocidas como síntomas. Estos abarcan desde un reducido rendimiento hasta debilidad severa de plantas, síntomas específicos en hojas, anormalidades internas como obstrucción de conductos, retardo de la madurez, baja calidad del producto. (5)

#### **2.4.18 Síntomas de deficiencias de nutrientes en palmas (*Elaeis guineensis*)**

##### **A. Nitrógeno (N)**

###### **a. Síntomas**

Amarillamiento o palidez uniforme de toda la hoja.

###### **b. Causas**

Insuficiente fertilización con N. Estancamiento de agua – excesiva cantidad de agua dentro de la funda o en el suelo lo que satura la funda con agua. Intensa radiación solar – el retiro de la sombra generalmente causa una deficiencia temporal de N. Insuficiente riego. Volatilización de N por la aplicación de urea en la superficie de la funda sin suficiente riego. (24)

### **c. Corrección**

Corregir la cantidad de N usado en el vivero. Asegurarse que el lugar escogido para el vivero se haya preparado adecuadamente y que se haya instalado correctamente y que se mantenga apropiadamente el equipo de riego. Instalar drenaje adicional si es necesario. Si las fundas se saturan con agua, reajustar el programa de riego, puede ser necesario cambiar la fuente de suelo para el vivero. Asegurarse de que se maneje correctamente la sombra. Revisar el calendario de riego y el funcionamiento de las válvulas individuales para proveer una completa y correcta irrigación. (24)

## **B. Fósforo (P)**

### **a. Síntomas**

No tiene síntomas específicos. Pobre desarrollo radicular que resulta en poco incremento de altura y grosor de las plántulas. (19)

### **b. Causas**

El suelo utilizado en el vivero es deficiente en P. Probar el suelo del vivero sembrando una planta indicadora como *Pueraria phaseoloides* en una funda con suelo del vivero. (18)

### **Corrección**

No deben presentarse deficiencias de P si la preparación del suelo del vivero ha sido hecha correctamente. (19)

## **C. Magnesio (Mg)**

### **a. Síntomas**

Se puede identificar la deficiencia de Mg por la presencia de una decoloración de color anaranjado brillante en las hojas viejas. Las hojas que tienen sombra no muestran los síntomas de deficiencia. (19)

### **b. Causas**

La fuente de suelo para el vivero contiene una pequeña cantidad de Mg. Las deficiencias de Mg ocurren generalmente en los suelos que tienen un bajo contenido de materia orgánica y en suelos de textura arenosa. Una intensa radiación solar puede contribuir a la

deficiencia de Mg. Una excesiva aplicación de otros nutrientes (especialmente N y K) pueden inducir a la deficiencia de Mg. (19)

### **Corrección**

Revisar la fuente de suelo para el vivero. Usar un fertilizante compuesto que contenga Mg. Asegurarse de que los síntomas observados en las hojas no sean debido a anomalías genéticas. (19)

## **D. Potasio (K)**

### **a. Síntomas**

Las deficiencias no son comunes en los viveros manejados apropiadamente y donde se ha utilizado suelo adecuado. La deficiencia se muestra inicialmente como manchas pequeñas de color verde olivo que luego se tornan amarillo-anaranjadas brillantes y transmiten luz. (19)

### **b. Causas**

Utilización de suelo muy arenoso que contiene insuficiente K. Plántulas que se mantienen en el vivero por demasiado tiempo. Suelos que contienen minerales arcillosos tipo 2:1 que fijan el K (ejemplo suelos derivados de sedimentos marinos) (19)

### **c. Corrección**

Si se observan síntomas se debe considerar el cambio de la fuente de suelo para el vivero. Manchas genéticas de color anaranjado pueden ser evidentes en algunos clones o progenies. (19)

## **E. Cobre (Cu)**

### **a. Síntomas**

Manchas cloróticas que aparecen en los bordes de las hojas abiertas más jóvenes. El foliolo afectado se torna amarillo y la decoloración se inicia por el filo más distante de la hoja. Crecimiento muy lento. Las áreas afectadas del foliolo pueden secarse y necrosarse.

No es frecuente en viveros, pero aparece si las aplicaciones de N y P han sido excesivas o desordenadas, o si se ha utilizado suelo de turba en las fundas de vivero. (19)

**b. Causas**

El suelo tiene una severa deficiencia de Cu. El suelo es deficiente en K. Excesiva disponibilidad de N. Altas aplicaciones de P sin suficiente K. Aplicaciones altas de fertilizante magnésico. (19)

**c. Corrección**

No usar turba o suelo con muy alto contenido de materia orgánica para llenar las fundas del vivero. Las plántulas del vivero pueden ser tratadas con la aplicación foliar de una solución al 0.5% de  $\text{CuSO}_4$  por cuatro veces consecutivas. (19)

**F. Boro (B)**

**a. Síntomas**

Los síntomas de deficiencias de B como hoja de gancho y espina de pescado ocurren en palmas de más edad y rara vez se presentan en las plántulas en el vivero. (19)

**b. Causas**

Los síntomas de hoja de gancho o espina de pescado en las plántulas del vivero se deben generalmente a anormalidades genéticas. (19)

**c. Corrección**

Si existe una anormalidad severa en las hojas o el crecimiento es pobre, se debe eliminar la plántula. No se recomiendan aplicaciones de B en el vivero. (19)

**2.4.19 Fertilización en la palma africana**

La palma africana es una planta con un elevado potencial de producción y debido a su alta productividad, genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Por esta razón, la extracción y uso de los nutrientes en este cultivo es alto, unos procedentes de las reservas minerales que existen en el suelo, otros, producto del reciclaje de partes de la planta, también por efecto de la fijación de los cultivos de cobertura y por residuos vegetales de los mismos y por último, por abonados producto de un programa de fertilización. (20)

En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el emplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. (18)

Para elaborar un programa de fertilización lo más conveniente es llevar a cabo análisis foliares y de suelo. Los primeros constituyen una base fundamental para el conocimiento del estado nutricional de la planta. De la misma forma, el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo es importante para determinar los procedimientos de manejo así como los requerimientos nutricionales del cultivo. (4)

El objetivo de la nutrición en esta etapa de la producción de palma aceitera es proporcionar un adecuado suministro de nutrientes a las plántulas en las fundas de vivero para asegurar el máximo crecimiento. (34)

Las recomendaciones de fertilización del vivero varían de acuerdo al tipo de suelo, la ubicación y las prácticas locales, por lo tanto el consejo de un especialista o de un agrónomo experimentado es importante para lograr el objetivo. (6)

#### 2.4.20 Frecuencia y época de aplicación:

El número de aplicaciones fraccionadas depende de la cantidad y tipo de nutrientes requeridos, edad de la palma, tipo de suelo. (6)

Cuadro 3. Fraccionamiento de nutrientes en palma de aceite

Edad*	Fracciones**	----- Meses -----											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-5	12	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
6-10	6		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
10-20	4			⊗			⊗			⊗			⊗
>20	2						⊗						⊗

\*Edad en años después de la siembra: \*\* fracciones/año.

### 2.4.21 Fertilizantes que se utilizan en viveros de palma africana.

#### A. K-Mag

El Sulfato de Potasio y Magnesio (K-Mag) es un excelente fertilizante que contiene una triple fórmula de nutrientes esenciales para los cultivos, es una fuente de Potasio con 22% (K<sub>2</sub>O), 11% de Magnesio elemental (equivalente a 18% de MgO) y 22% de Azufre (SO<sub>4</sub>). El Sulfato de Potasio y Magnesio (K-Mag) es un fertilizante, clasificado como 100% natural. (20)

##### a. Características Físicas y Químicas:

Nombre Químico: Sulfato de Potasio y Magnesio Otros Nombres: Sulfato de Magnesio y Potasio, SPM, Sulfato Doble de Potasio y Magnesio, Langbeinita 95%, Sulfato de Potasa y Magnesia, Sal Inorgánica de Potasio y Magnesio Fórmula Química: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- 2MgSO<sub>4</sub> Peso Molecular (g/mol): 415.0

#### B. Fosfato Diamónico (DAP)

El Fosfato Diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación.(8). Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%) y por consiguiente por el costo de la tonelada transportada por concentración de nutrientes. (20).

##### a. Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: Fosfato de Amonio Dibásico Otros Nombres: Fosfato Diamónico, Fosfato Dibásico de Amonio, Fosfato de Amonio Secundario, Fosfato de Amonio Monoácido, Fosfato de Amonio Grado Fertilizante, Ortofosfato de Amonio Fórmula Química: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> Peso Molecular (g/mol): 132.055 (20)

#### C. Cloruro de Potasio (KCL)

El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) es la fuente de fertilización de Potasio (K) más usada en el mundo. El contenido de Potasio se expresa como equivalente de K<sub>2</sub>O (Óxido de Potasio) o Potasa, el KCl es un fertilizante inorgánico que se obtiene de

diversos minerales tales como: a) Silvinita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio (KCl) y Cloruro de Sodio (NaCl), con un contenido de 20% a 30% de K<sub>2</sub>O. (20)

b) Silvita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio (KCl), con un contenido de 63% de K<sub>2</sub>O.

c) Kainita: Mineral compuesto por Cloruro de Potasio (KCl) y Sulfato de Magnesio (MgSO<sub>4</sub>), con un contenido de 12% a 16% de K<sub>2</sub>O.

d) Carnalita: Mineral compuesto principalmente de Dicloruro de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>) y Cloruro de Potasio, con un contenido de 9% a 10% de K<sub>2</sub>O.

Nombre Químico: Cloruro de Potasio  
Otros Nombres: Potasa, Muriato de Potasa, Muriato de Potasio, Monocloruro de Potasio, ó Sales de Potasa  
Fórmula Química: KCl  
Peso Molecular (g/mol): 74.60

#### **D. Fosfato Mono amónico (MAP)**

El Fosfato Mono amónico (MAP) es un fertilizante sólido que está creciendo en su uso de manera muy consistente. El MAP es un fertilizante complejo granulado para aplicación al suelo con una alta concentración integral de Nitrógeno y Fósforo (11-52-00). Es un producto que está siendo muy usado y preferido por los agricultores, especialmente en las regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos. (20)

##### **a. Características Físicas y Químicas**

Nombre Químico: Fosfato de Amonio Monobásico  
Otros Nombres: Fosfato Mono amónico, Fosfato Di ácido de Amonio, Fosfato Monobásico de Amonio, Fosfato de Amonio Grado Fertilizante, Orto fosfato de Amonio  
Fórmula Química: NH<sub>4</sub> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>  
Peso Molecular (g/mol).

#### **E. Triple 15-15-15**

El Fertilizante Complejo 15-15-15 (SOP) balanceado a partir de Sulfato de Potasio es un fertilizante muy completo que permite tener una fuente óptima de los tres macronutrientes primarios NPK y su composición es exacta en cada granulo, ya que se trata de un

fertilizante formulado químicamente, tiene un buen balance Nítrico-Amoniacal para un mejor aprovechamiento del Nitrógeno, y con la ventaja de que el potasio es prácticamente libre de Cloro, evitando con esto cualquier efecto tóxico sobre el cultivo y mejorando la calidad de algunas hortalizas de hoja y ornamentales. (20)

**a. Características Físicas y Químicas**

Nombre Químico: No Aplica Otros Nombres: Triple 15 Complejo, Complejo Triple 15, Triple 15 base Sop  
Fórmula Química: No Aplica  
Peso Molecular (g/mol)

**F. Nitrato de amonio**

Fertilizante nitrogenado que presenta una fracción del nitrógeno nítrico y otra fracción amoniacal, y que permite aportar nitrógeno en forma diferida, ya que la fracción nítrica es de rápida entrega para los cultivos y la fracción amoniacal se entrega en forma más prolongada. Fertilizante especialmente recomendado para frutales y hortalizas bajo sistemas de riego tecnificado y tradicional. (20)

**a. Características físicas y químicas**

Estado físico: granulado Color: blanco Olor: inoloro, pH de la solución al 10%: 5,0 Densidad (grs/cc): 1,09 Solubilidad en agua: 1.732 grs / litro a 15°C Conductividad eléctrica: 1,6 mmhos/cm. Granulometría: 2-4 mm .(20)

**2.4.22 Los Fertilizantes:**

Los fertilizantes son nutrientes de origen mineral y creados por la mano del hombre, por el contrario, los abonos son creados por la naturaleza y pueden ser de origen vegetal, animal o mixto. A esto nos referiremos más adelante, por ahora trataremos los aspectos básicos y elementales de los fertilizantes. (21)

Los elementos nutrientes se encuentran, en diversas proporciones, en todas las tierras y en los abonos orgánicos (estiércoles, humus, etc.). Las plantas al crecer, los agotan y deben reponerse mediante la adición sistemática de abonos y fertilizantes, usados de una manera conjunta (32)

#### **2.4.23 Por qué son necesarios los fertilizantes**

El importante incremento de la población mundial en los últimos años viene exigiendo un constante reto a la agricultura para proporcionar un mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Desde el inicio del siglo XIX, la población mundial se ha incrementado un 550 por cien, habiendo pasado de 1.000 millones a 6.500 millones en la actualidad, con unas previsiones de que se alcancen entre nueve y diez millones de habitantes en el año 2050 (1)

#### **2.4.24 Beneficios de La utilización de fertilizantes:**

Los fertilizantes son necesarios y gracias en parte a ellos se obtienen grandes beneficios para la producción alimenticia y la obtención de energías renovables. Sin los fertilizantes se tendrían que cultivar millones de hectáreas adicionales a nivel mundial para poder alimentar a una población en constante crecimiento. (1)

Los fertilizantes contienen nutrientes de origen natural, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, que provienen de la propia naturaleza y por tanto no son obtenidos por el hombre. Estos nutrientes son exactamente los mismos que los incluidos en los abonos orgánicos, pero en formas que pueden ser asimiladas por las plantas, lo que sucedería también de forma natural pero en un periodo mayor de tiempo. (1)

Es necesario aportar nutrientes a los cultivos en forma fácilmente asimilable y de manera equilibrada, lo que se consigue con los fertilizantes minerales propiamente dichos ya que se aportan las cantidades necesarias de nutrientes asimilables en los momentos adecuados. (1)

#### **2.4.25 Objetivos de la aplicación de los fertilizantes**

Maximizar la eficiencia de uso de los fertilizantes (obtener el máximo rendimiento con la menor dosis de fertilizante). Minimizar el impacto ambiental. Preservar la calidad del ambiente, produciendo rendimientos óptimos de los cultivos reducir el tiempo y necesidades de energía en las aplicaciones. (3)

### **A. Elementos que los componen:**

Los fertilizantes se componen de tres elementos básicos, a saber: Nitrógeno, Fósforo y Potasio; a estos tres elementos se les denomina elementos mayores o fundamentales, porque siempre está presente alguno de los tres o los tres en cualquier fórmula de fertilizante. (31)

#### **2.4.26 Los fertilizantes aumentan los rendimientos de los cultivos**

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (25)

Los resultados de miles de demostraciones y de ensayos llevados a cabo en las fincas de los agricultores bajo el primer Programa de Fertilizantes de la FAO, que cubrió un período de 25 años en 40 países, mostró que el aumento promedio ponderado del mejor tratamiento de fertilizantes para ensayos de trigo era alrededor del 60 por ciento.(25)

#### **2.4.27 Estado físico y propiedades químicas de los fertilizantes**

El estado físico en que se presenta un fertilizante, que puede ser sólido, líquido y gaseoso. Juega un papel importante en las condiciones de utilización y la eficacia del abono, ya que tanto la homogeneidad de la distribución como su integración más o menos completa en el suelo, van a depender de dicha presentación. (18)

Abonos en polvo, con grado de finura variable según el tipo de fertilizante. Normalmente no son aconsejables, ya que su manejo resulta molesto, entorpecen el funcionamiento de las máquinas y sufren pérdidas en la manipulación. Sin embargo, esta forma sin puede ser

apropiada cuando la solubilidad en agua es escasa o nula, y resulta idónea en los casos en los que el abono se mezcla íntimamente con el suelo. (18)

#### **2.4.28 Clasificación de los distintos tipos de fertilizantes**

##### **A. Abonos granulados:**

Aquéllos en los que al menos el 90 % de las partículas presentan un tamaño de 1-4 mm. Esta presentación permite un manejo más cómodo, un mejor funcionamiento de las abonadoras, una dosificación más exacta y una distribución sobre el terreno más uniforme. (18)

##### **B. Abonos perlados:**

Mediante el sistema de pulverización en una torre de gran altura, se obtienen esferas de tamaño muy uniforme, al solidificarse las gotas durante la caída. (18)

##### **C. Abonos macro granulados:**

Constituidos por grandes gránulos, de 1-3 cm de diámetro e incluso mayores, de liberación progresiva de los elementos nutritivos. (34)

##### **D. Fertilizantes líquidos:**

###### **a. Suspensiones:**

Gracias a la utilización de arcillas dispersas en el agua pueden mantenerse soluciones sobresaturadas de alguna sal (generalmente cloruro potásico) para alcanzar concentraciones totales elevadas en forma líquida. (18)

###### **b. Soluciones con presión:**

Soluciones acuosas de nitrógeno en las que participa como componente el amoníaco anhidro con concentración superior a la que se mantiene en equilibrio con la presión atmosférica (18)

### **c. Soluciones normales o claras sin presión:**

Soluciones acuosas que contienen uno o varios elementos nutritivos disueltos en agua. (17). Los abonos líquidos ofrecen las siguientes ventajas respecto a los sólidos: Su manejo es totalmente mecanizable, se alcanza un gran rendimiento en la aplicación, se consigue una gran uniformidad en la distribución sobre el terreno.

Entre los abonos gaseosos únicamente se emplea el amoníaco anhidro, que es un gas a la temperatura y presión normal. Las propiedades químicas de los fertilizantes determinan tanto su comportamiento en el suelo. (18)

#### **2.4.29 Solubilidad:**

La solubilidad en agua o en determinados reactivos es determinante sobre el contenido o riqueza de cada elemento nutritivo en un fertilizante concreto.

Reacción del fertilizante sobre el pH del suelo:

Viene determinada por el índice de acidez o basicidad del fertilizante, que se corresponde con la cantidad de cal viva que es necesaria para equilibrar el incremento de acidez de suelo (fertilizantes de reacción ácida) o producir un incremento de pH equivalente fertilizantes de reacción básica. (18).

#### **2.4.30 Higroscopicidad:**

Capacidad de absorber agua de la atmósfera a partir de un determinado grado de humedad de la misma. Esta absorción puede provocar que una parte de las partículas se disuelvan, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante. Generalmente, cuanto mayor es la solubilidad del fertilizante en agua, mayor es su higroscopicidad. (37)

Esta absorción puede provocar que una parte de las partículas se disuelvan, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante. (18)

#### **2.4.31 Tipos de fertilizantes según su estructura**

##### **A. Los fertilizantes o abonos de origen orgánico:**

(Estiércol, turba, compost, etc.) Son lentos porque antes los nutrientes, por ejemplo, Nitrógeno, se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces. Como mejor actúan los microorganismos es en

suelos calientes, pH neutros o alcalinos, con humedad y muy aireados. Ahí la descomposición es más veloz. (37)

### **B. Ácidos húmicos**

Hay un tipo de abono un tanto desconocido para el aficionado, los llamados ácidos húmicos. Son muy buenos. Su presentación es líquida o sólida. (37)

### **C. Fertilizantes minerales:**

Los fertilizantes químicos generalmente son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas cuando se aplican.

Estos fertilizantes se agrupan en diversos tipos según las sustancias que proporcionan:

- Nitrogenados
- Fosfóricos
- Potásicos
- Complejos
- Binarios
- Etc.

### **D. Fertilizantes Nitrogenados**

La obtención de fertilizantes está ligada a las fuentes de materia prima. El nitrógeno se puede obtener de materiales orgánicos y yacimientos de nitratos puros. Existe la fuente inagotable de síntesis de amoníaco, a partir de nitrógeno atmosférico. (7)

Nítricos. Como el nitrato sódico, nitrato potásico, y nitrato cálcico. Amoniacales: como el sulfato amónico, clorato amónico, fosfato amónico y amoníaco libre. Nítricos y amoniacales: como el nitrato amoníaco y nitrosulfato amónico. Amídicos como la cianamida y la urea. Proteínicos procedentes de materia orgánica vegetal o animal. (7)

### **E. Fertilizantes Fosforados**

El fósforo se obtiene de yacimientos de fosforita, se encuentra en abundancia, pero es agotable. (7)

Los fertilizantes fosforados más solubles son los ortofosfatos y de ellos los cálcicos y amónicos. Los fosfatos amónicos son muy solubles. El fósforo para que sea aprovechado por la planta debe estar en forma iónica ( $H_2P_04^-$ ,  $H_2p_04 =$ ) en la solución del suelo, este fósforo es derivado de ácido fosfórico ( $H_3P_04$ ); el fósforo en aplicaciones en el suelo puede ser fijado, también es un elemento poco móvil en el suelo.(7)

#### **F. Fertilizantes Potásicos**

Los de mayor interés son: el cloruro potásico, el sulfato potásico magnésico, el más importante es el cloruro de potasio. Todos ellos procedentes de depósitos naturales de sales potásicas. (40)

#### **G. Fertilizantes de lenta liberación**

Están diseñados para que el Nitrógeno se vaya liberando poco a poco, de forma continuada. Suelen comercializarse como abonos granulados, barritas o pastillas. (15)

Los fertilizantes de lenta liberación se comercializan como abonos granulados, barritas y pastillas. Se trata de abonos que, como su nombre indica, sueltan los elementos fertilizantes que contienen (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio) poco a poco, a lo largo de al menos 3 meses. (29)

##### **a. Fertilizantes de liberación controlada**

Un fertilizante de liberación controlada o lenta son capsulas normales de fertilizante recubierta por un polímero con membrana de resina los cuales se caracterizan por presentar un grado de longevidad más sustancial que los fertilizantes normales permitiendo a estos estar disponibles para las plantas por mucho más tiempo.(5)

El modo de acción de estos fertilizantes consiste que mediante el proceso del osmosis las membranas permite penetrar agua y queda hinchada luego al aumentar la temperatura el contenido se dilata y la cubierta liberando el contenido secuencialmente. (20)

**b. Procesos y métodos de liberación controlada:**

Todos los gránulos están empiladorados con un sustrato N-P-K-Mg+ oligo y encapsulados por un polímero. (20)

El agua por un fenómeno de presión osmótica, entra dentro del granulo solubilizando los nutrientes y liberándolos según la obertura de los micro poros y el grosor de la capsula se van solubilizando. Los nutrientes se liberan de forma lenta por la presión osmótica. La resistencia de la capsula asegura una liberación controlada, constante y uniforme. (20)

**I. Liberación por temperatura:**

A mayor temperatura, mas movimientos de los microorganismos, mas asimilación y más movimiento vegetativo en definitiva un mayor crecimiento de las plantas y arbustos y una liberación de nutrientes más importante, obteniendo un buen desarrollo. (20)

A temperaturas más bajas menos liberación de los nutrientes y menos crecimiento vegetativo los oligoelementos se liberan de forma constante y continua gracias al contenido de estas en el granulo empiladorado. (20)

**2.4.32 Fertilizantes de liberación controlada:**

Una de las nuevas técnicas de fertilización, tanto en horticultura ornamental como comestible, en el interior del invernadero o en pleno campo, consiste en la utilización de los abonos de lenta liberación encapsulados. El aspecto fundamental de la utilidad de estos abonos lo constituye el rendimiento de los mismos. El nitrógeno, en estado mineral típico de algunos de los abonos corrientes, es el nutriente que presenta una menor eficacia en el suelo, estimándose que en ocasiones estas pérdidas alcanzan el 50 por 100 de la cantidad del nutriente aportado. Por consiguiente, el objetivo de los abonos de lenta liberación consiste en mejorar la eficacia del abonado mediante la lenta transformación al estado en que la planta pueda absorberlo y sincronizando esta transformación con el ritmo de fijación y asimilación del nitrógeno por parte de la planta. (29)

### **A. Las cubiertas y su acción.**

En estos preparados, los fertilizantes son solubles y se encuentran recubiertos por una capa delgada y uniforme que evita una disolución rápida y excesiva del abono. La sal base que forma el abono contiene, generalmente, los tres nutrientes N-P-K y se encuentra previamente aglomerada y comprimida en forma de gránulo, cuyo tamaño y forma condicionarán la eficacia (12)

Las cubiertas que permiten estas características con un costo aceptable son las constituidas a base de azufre, ciertas ceras o varios polímeros. Existe toda una variedad de productos utilizados como cubiertas: asfaltos, urea formaldehído, carbonato cálcico, silicato cálcico, roca fosfática, cemento PorCland, polímeros y compuestos de polímeros a base de cloruro de vinilideno, cloruro de vinilo, acetato de vinilo, éter de vinilo, resinas acrílicas, ceras parafínicas, colofonía, isobutilideno, estírol, éter del ácido crílico, poliamida, poliéster, polietileno, polisulfuro de polietileno, poliuretano, poliestireno, nitrilo de poliacrilato, aceites, gomas, laxatos y hasta más de 100 patentados.(12)

Todos estos materiales deben tener en común un conjunto de características tales como ser muy poco solubles, inactivos, inocuos, biodegradables, de fácil aplicación y debiendo presentar una buena efectividad a pequeñas concentraciones, a fin de evitar espesores elevados de cubiertas que redundarían en perjuicio de la concentración global del nutriente. (20)

### **B. Tipos de membranas**

#### **a. Membrana semipermeable:**

Membranas impermeables con pequeños poros:

Con la absorción de agua se da una solubilización de los fertilizantes la liberación de la solución nutritiva en función del número de los poros y de los diámetros de las capsulas. (12)

#### **b. Membranas impermeables:**

La membrana viene degradada a través de la acción química, física, o enzimática después que el granulo haya realizado la liberación de todos los elementos nutritivos. (12)

Ventajas de la utilización de fertilizantes de liberación controlada:

- Es seguro para las plantas sin ningún riesgo agronómico.
- Evita lixiviaciones y desaprovechamientos de los nutrientes.
- Suministra los nutrientes de la temperatura y en consecuencia con relaciónal crecimiento de la planta. (12)

### C. Mecanismo de acción:

El método mediante el cual un abono se libera a través de un encapsulado varía. Con algunos materiales, el vapor de agua se difunde a través de la cubierta y puede causar su ruptura; en otros casos, el abono disuelto se difunde hacia el exterior a través de pequeñísimos poros en la cubierta, mientras que en otras ocasiones se libera el fertilizante mediante la lenta descomposición de la cubierta causada por las bacterias. (12)

Lo más corriente es que la solución del suelo penetre a través de los poros o grietas de la cubierta, provocando la disolución del gránulo de abono encapsulado y dando lugar a una solución concentrada. La diferencia de presión osmótica entre el interior y el exterior del gránulo da lugar a la salida de la solución, pasando los nutrientes al suelo. (fig. 6)

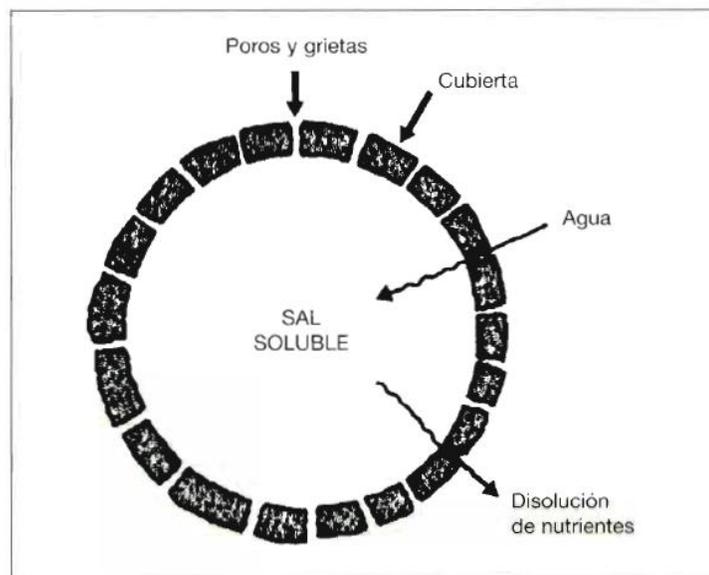


Figura. 17. Mecanismo de acción del grano de fertilizante recubierto

El período de liberación de nutrientes y la cantidad de éstos que se cree pueden variar con el tipo de cubierta, su grosor, su composición y la clase de fertilizante que contienen, por lo cual se dispone de gran flexibilidad en el diseño de las formulaciones. (12)

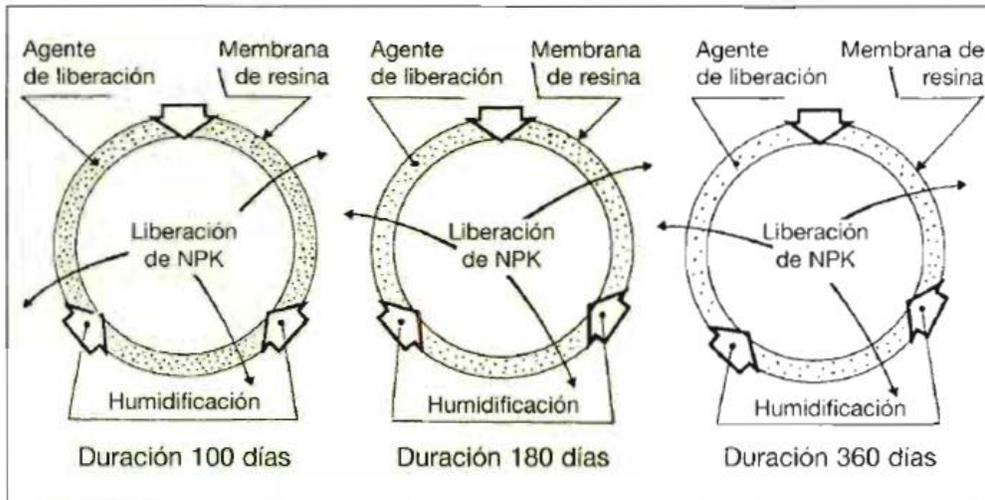


Figura. 18. La tasa de liberación de los fertilizantes encapsulados

### 2.4.33 Antecedentes:

#### A. Evaluación del fertilizante de liberación lenta en la producción de almácigo de café en bolsa

Mayoritariamente en Costa Rica el almácigo de café se ha producido bajo la modalidad de "poda de raíz. No obstante en los últimos años ha ido en aumento la proporción de almácigo desarrollado en bolsas de polietileno y con ello se ha incrementado la demanda de información en este campo. Dentro de los aspectos más delicados en la producción de almácigo en bolsa se encuentra el manejo de la fertilización, ya que por lo reducido del volumen de sustrato en que se desarrollan las plántulas, los fertilizantes con facilidad pueden causarle quemaduras, inconveniente que hace necesario fraccionarlos en numerosas aplicaciones, evitando con ello concentraciones excesivas de elementos en el suelo que vayan a causar problemas de salinidad o toxicidad, pero por otra parte encarecer los costos de producción. (7)

Una forma de evitar quemaduras consiste en el empleo de fertilizantes de liberación lenta (FLL), con el propósito de evaluar el desempeño de los fertilizantes de liberación lenta de la familia Osmocote, en la producción de almácigo se estableció un grupo de ensayos en la estación experimental del instituto del café de Costa Rica (CICAFE), situada en Barba de Heredia a 1100 msnm, se utilizaron bolsas de polietileno de 15 x 20 cm, empleándose una parcela útil de 10 bolsas, cada una sembrada con dos manquitos. La evaluación de los ensayos consistió en la medición del peso seco de la parte aérea una vez finalizado el ensayo (7.5 a 9 meses de sembrado el manquito) (7)

Este experimento tuvo una duración de 9 meses, en donde se evaluó el FLL 24-4-8 a 3 dosis (4,6,8 g/planta) en tres distintos sustratos (suelo, suelo + broza y suelo + broza + granza de arroz) comparado contra un testigo absoluto (sin fertilizante), y dos testigos relativos, uno de ellos con base a nitrato de amonio (2 aplicaciones de DAP a 2.5 g/planta) y el otro con base al empleo de la fórmula completa 18-4-15-6-2 (2 aplicaciones de DAP y 3 de F.C todas a 2.5 g/planta). Los tratamientos de Osmocote se aplicaron en forma espequeada (un hoyo por bolsa) un mes después de la siembra del manquito;

mientras que en los testigos relativos la fertilización se colocó alrededor del borde de las bolsas, en cada una de las 5 aplicaciones efectuadas. (7)

De acuerdo a los resultados obtenidos los fertilizantes de liberación lenta recubiertos de polímeros, se presentan como una buena alternativa agronómica para el manejo de la fertilización de almacigo de café en bolas; siendo en la actualidad su principal limitante su elevado precio en comparación con los fertilizantes tradicionales. (7)

**B. Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera X Elaeis Guineensis*) para optimizar el desarrollo en palmeras del Ecuador– Cantón Shushunfind.**

El objetivo de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera (*Elaeis Oleífera X Elaeis Guineensis*). (22)

De acuerdo a los datos obtenidos durante el trabajo investigativo se determina que la fertilización adecuada agronómicamente es la realizada con el producto de liberación controlada Sumicoat, aplicados una sola vez en la etapa de vivero influye en el desarrollo de la palma de vivero, ya que esta dosis disminuye la mano de obra en la fertilización. (22)

## **2.5 OBJETIVOS:**

### **2.5.1 General:**

1. Evaluar el efecto de fertilizantes de liberación controlada en el desarrollo de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. jacq) en la fase de vivero.

### **2.5.2 Específicos:**

1. Evaluar tres tiempos de liberación en diferentes dosis, del fertilizante de liberación controlada (Osmocote) en el crecimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. jacq) en la fase de vivero.
2. Evaluar el efecto de doce dosis del fertilizante de liberación controlada (Osmocote), en el desarrollo de la palma en la fase de vivero.
3. Determinar el estado nutricional del tejido vegetal de la palma, para los tratamientos evaluados.

## 2.6 HIPÓTESIS:

La evaluación de tres tiempos de fertilizante de liberación controlada, en diferentes dosis influirá positivamente en el crecimiento de la altura, diámetro y número de hojas en plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. jacq) en la fase de vivero.

## 2.7 METODOLOGÍA

### 2.7.1 Materiales:

#### A. Variedad:

Se utilizó la variedad de palma aceitera Ghana, esta cumple con la edad específica necesaria para la evaluación del experimento describiendo sus características siguientes:

Variedad Deli x Ghana las líneas paternas (pisífera) de esta variedad, conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria, Crecimiento del tronco lento (<60 cm/año), racimo mediano (13-15 kg), frutomediano (9-11 g), aceite en el racimo excelente, tolerancia a la sequía, Moderada, tolerancia a bajas temperaturas, moderada tolerancia a baja luminosidad.

#### B. Descripción del fertilizante:

Se utilizaron tres fuentes de fertilizantes de liberación controlada de fórmula 15-9-12 los cuales difieren en su tiempo de liberación al ambiente. (12)

- Osmocote 12-14.
- Osmocote 8-9.
- Osmocote 3-4

##### a. Osmocote presentación 12-14, 8-9 y 3-4

La Formulación de las presentaciones en su composición presenta la fórmula 15-9-12, en elementos mayores. Describiéndola más minuciosamente a continuación:

Nitrógeno (N) total 15%, 8,4% de nitrógeno amoniacal, 6.6 nitrógeno nítrico, Fosfato disponible ( $P_2O_5$ ) 9%., Potasio soluble ( $K_2O$ ) 12%., Magnesio (Mg) 1.3 %, 0.9 % de magnesio soluble., Azufre (S) 5.9% ., 5.9% de azufre combinado., Boro (B) 0.02%., Cobre (Cu) 0.05%. Soluble en agua, Hierro (Fe) 0.46%, 0.09 de hierro soluble en agua, 0.01 % de hierro quelatado, Manganeso (Mn) 0.06 %, Molibdeno ( Mo) 0.02%, Zinc (Zn) 0.05%, 0.019% soluble en agua. (12).

**b. Derivados de revestidos en polímeros:**

Nitrato de amonio, Fosfato de amonio, Sulfato de potasio, Sulfato de magnesio., Borato de sodio, Fosfato de hierro. Ácido etilendiamitetraacético de hierro, Sulfato de manganeso, Molibdato de sodio, Sulfato de zinc, Sulfato de cobre, Óxido de zinc. (12)

Las fuentes de nitrógeno, fosfato, potasa, magnesio, azufre, boro, molibdeno, y zinc son revestidas para proporcionar un 12.7% de N revestido para la liberación lenta un 7.6 % de fosfato ( $P_2O_5$ ) disponible y revestido para la liberación, un 10.2 % ( $K_2O$ ) revestida para liberación lenta, un 5 % de azufre, un 5 % de azufre revestido para liberación lenta, un 0.015 % de boro, 0.35 % hierro revestido para la liberación lenta 0.05 % manganeso revestido para la liberación lenta, 0.015 % de molibdeno revestido para la liberación lenta, 0.015 % de zinc revestido para la liberación lenta. (12)

**2.7.2 Descripción del ensayo**

El ensayo consistió en determinar el efecto en el crecimiento vegetativo de la aplicación del fertilizante Osmocote, fórmula 15-9-12 Plus. Este fertilizante se caracteriza por ser de liberación controlada, resultado del encapsulamiento de gránulos homogéneos con membrana de resina polimérica. Se evaluaron tres presentaciones de Osmocote las cuales difieren entre sí por la longevidad, es decir, el tiempo de liberación en campo. El fertilizante dentro de la cobertura del polímero se activa al entrar el agua, o vapor de agua, a través de la membrana semi-permeable; se inicia la disolución, incrementa la presión osmótica e hidrostática y la solución nutritiva sale de la capsula progresivamente. La longevidad es función fundamentalmente de la temperatura.

### **2.7.3 Descripción de tratamientos**

Los tratamientos estuvieron distribuidos en dos sub-bloques, los cuales se diferencian entre sí por la variable refuerzo de fertilización, que se hizo solamente en el sub-bloque A. Los tratamientos corresponden a una combinación de dosis y frecuencia de aplicación ajustados por la longevidad del Osmocote. Los tratamientos T1 al T4 recibieron solamente la primera aplicación de Osmocote 12-14; tratamientos T5 al T7 recibieron la primera y segunda aplicación con Osmocote 12-14 y 8-9, respectivamente; los tratamientos T8 al T10 recibieron las tres aplicaciones de las presentaciones de Osmocote 12-14, 8-9 y 3-4 meses. El testigo relativo, T11, se basó en la programación de fertilización convencional establecida para las plantas de vivero. El testigo absoluto, T12, permitió evaluar el comportamiento de las plantas sin fertilización alguna hasta la finalización de la etapa de vivero. Los tratamientos que corresponden al sub-bloque A recibieron un refuerzo de fertilización aportando a los 8 y 10 meses de edad, 2 aplicaciones de 15 g/bolsa cada uno de KCl y 2 aplicaciones de 15 g/bolsa cada uno de KMG.

Cuadro 4. Descripción de Tratamientos:

Sub Bloque	No. de tratamiento	Codificación de tratamiento	Descripción de tratamientos		
			gr/palma		
			Osmocote 12-14	Osmocote 8-9	Osmocote 3-4
			1era. Aplicación	2da. Aplicación	3era. Aplicación
<b>A</b>	1	O50+R <sup>¥</sup>	50	0	0
<b>A</b>	2	O75+R	75	0	0
<b>A</b>	3	O100+R	100	0	0
<b>A</b>	4	O125+R	125	0	0
<b>A</b>	5	O25-25+R	<b>25</b>	25	0
<b>A</b>	6	O50-25+R	50	<b>25</b>	0
<b>A</b>	7	O50-50+R	<b>50</b>	50	0
<b>A</b>	8	O75-25-25+R	<b>75</b>	<b>50</b>	25
<b>A</b>	9	O50-50-25+R	50	50	25
<b>A</b>	10	O50-50-50+R	50	50	50
<b>A</b>	11	Fert. Conv. <sup>£</sup>	Fert. Normal	Fert. Normal	Fert. Normal
<b>A</b>	12	Testigo absoluto	0	0	0
<b>B</b>	1	O50	50	0	0
<b>B</b>	2	O75	75	0	0
<b>B</b>	3	O100	100	0	0
<b>B</b>	4	O125	125	0	0
<b>B</b>	5	O25-25	<b>25</b>	25	0
<b>B</b>	6	O50-25	50	<b>25</b>	0
<b>B</b>	7	O50-50	<b>50</b>	50	0
<b>B</b>	8	O75-50-25	<b>75</b>	<b>50</b>	25
<b>B</b>	9	O50-50-25	50	50	25
<b>B</b>	10	O50-50-50	50	50	50
<b>B</b>	11	Fert. Conv. <sup>£</sup>	Fert. Normal	Fert. Normal	Fert. Normal I
<b>B</b>	12	Testigo absoluto	0	0	0

**¥ +R= refuerzo: 2 aplicaciones de KCl 15g/bolsa y 2 aplicaciones de KMg 15g/bolsa.**

**£ Programa utilizado para fertilización en vivero.**

### 2.7.4 Plan de fertilización utilizado en el vivero:

A continuación se describe el plan de fertilización utilizado en el periodo de vivero de las plantas de palma africana. (*Elaeis guineensis*. Jacq)

Cuadro 5. Plan de fertilización de vivero

Aplicación	Edad en semanas	aplicaciones cada 15 días	Gramos de fertilizante				
			Fertilizantes en gramos				
			DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	KC I	KMAG
1	10		5				
2	12			5			
3	14						
4	16				7		
5	18						7
6	20			9			
7	22				9		
8	24					15	
9	26			12			
10	28			15			
11	30						15
12	32			18			
13	34				18		
14	36						20
15	38			20			
16	40					25	
17	42			25			
18	44						30
19	46				30		
20	48					30	
21	50			30			
22	52			30			
	<b>TOTAL/Palma</b>		<b>5</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>72</b>

### 2.7.5 Diseño experimental:

Tipo de diseño: diseño factorial bloques alzar con arreglo de parcelas divididas.

#### 1.1.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:  $Y_{ijk}$  = Variable de respuesta medida en la  $ijk$  - ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo nivel del factor A.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$  – ésimo Bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por error(a)

$\rho_k$  = Efecto del  $k$  - ésimo nivel del factor B  $(\alpha\rho)_{ik}$  = Efecto debido a la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $k$  – ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$  , es utilizado como residuo a nivel de parcela pequeña, y es definido como: Error(b). (23)

### 2.7.6 Tamaño de la unidad experimental:

El área experimental total fue equivalente a 432 palmas, la unidad experimental bruta consistió de 6 plantas cada una.

Cuadro 6. Resumen diseño ensayo experimental, evaluación dosis de Osmocote en el vivero de palma africana.

<b>Diseño del ensayo</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Experimento</b>	
	<b>Total</b>	<b>Total Planta</b>
<b>Repeticiones.</b>	3	144 por repetición
<b>Sub-bloques</b>	2	72 por sub-bloque
<b>Tratamientos</b>	12	6 en unidad exp.
<b>Total unidades exp.</b>	72	432 en área total

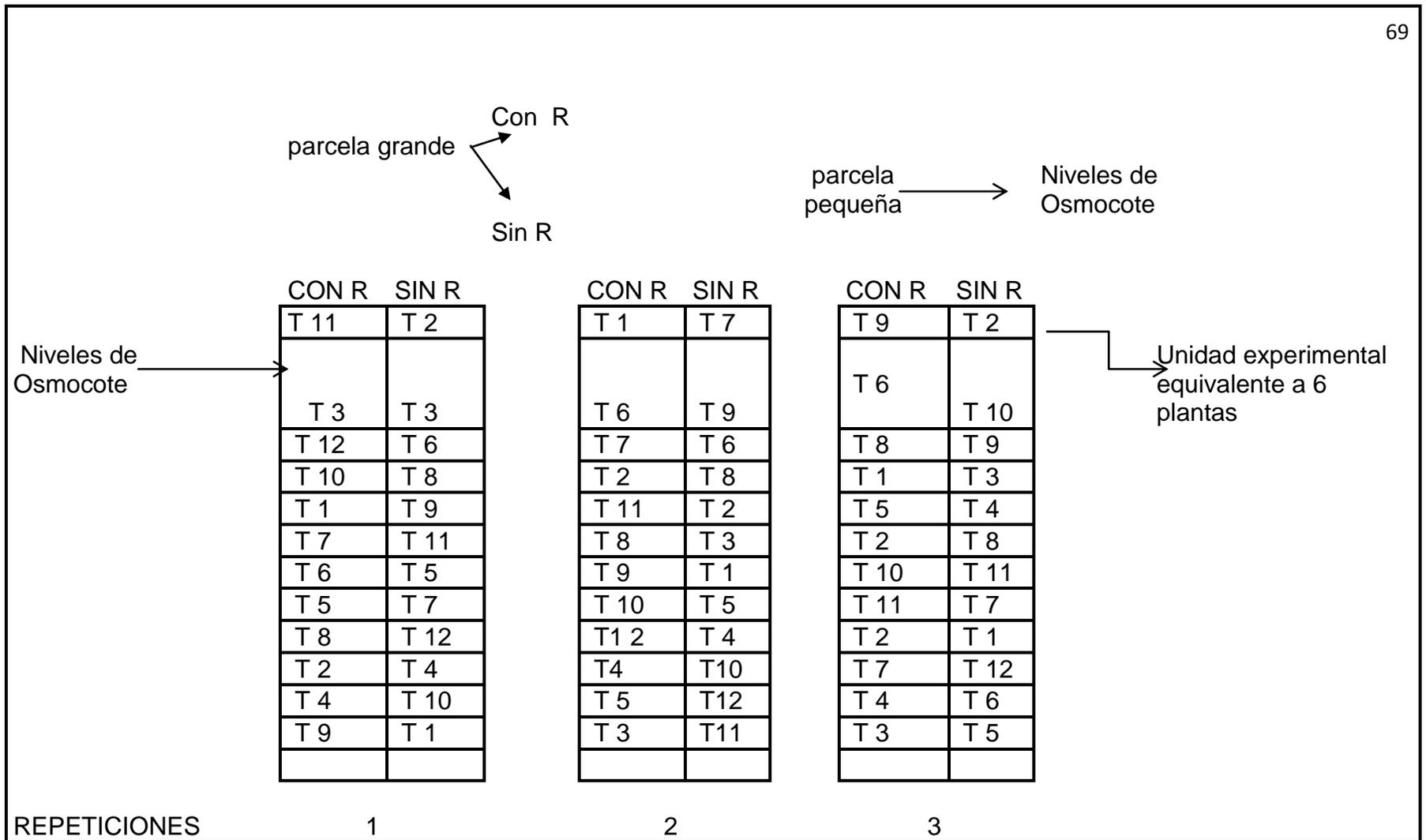


Figura. 19. Distribución de los tratamientos en el campo, en el cultivo de palma africana fase de vivero, finca el Canaleño Alta Verapaz, Guatemala

### 2.7.7 Manejo del experimento:

#### A. Manejo agronómico:

El manejo agronómico dado al experimento fue el mismo establecido por la finca el Canaleño

#### a. Control de plagas:

El control de plagas se realizó con aplicaciones periódicas a cada 8 días con rotaciones y combinaciones de insecticidas y fungicidas los cuales se describen a continuación:

Cuadro 7. Dosis utilizadas control de plagas, en el vivero de palma africana.

<b>insecticida:</b>	<b>fungicida:</b>
<b>Desis 15cc</b>	dithane: 25cc
<b>CPF: 28cc</b>	benomil: 25cc

\*Dosis aplicadas por bomba de 16 litros

#### b. Control de malezas:

El control de malezas fue realizado con aplicaciones del herbicida Paraquat el cual se realizó, con aplicaciones a cada 8 días detalla a continuación.

Cuadro 8. Dosis utilizadas en el control de malezas, en el vivero de palma africana.

<b>paraquat</b>	<b>112 cc por bomba</b>
<b>basta</b>	112 cc por bomba

\*Dosis aplicada por bomba de 16 litros

### **c. Riego:**

El riego se manejó con el ciclo de riego establecido por la finca el Canaleño aproximadamente con la aplicación de 12mm de lámina de riego cada 2 días aplicado durante hora  $\frac{1}{2}$  de tiempo.

## **B. Manejo Experimental**

La investigación se inició en abril del 2012 y se finalizó en el mes de octubre de 2012.

### **a. Aplicación de tratamientos:**

La aplicación de los tratamientos se realizó mediante la aplicación periódica establecida en el cronograma de la investigación, en la cual se contó con ayuda del personal de campo.



Figura. 20. Aplicación de las dosis del fertilizante (Osmocote), a las unidades experimentales.

### **b. Programa de Época y Frecuencia de Fertilización:**

Línea de tiempo estimado para la aplicación de las dosis de Osmocote dado en meses como lo muestra la figura siguiente.

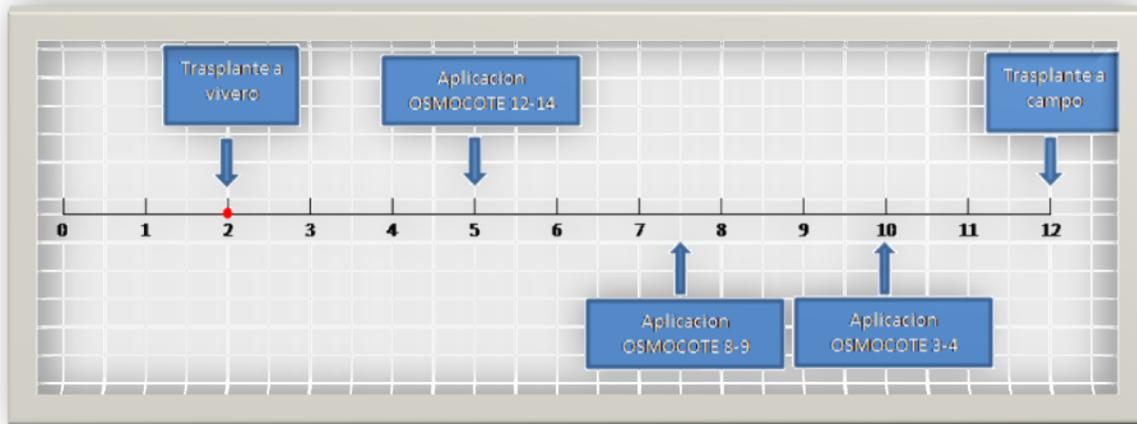


Figura. 21. Programa de aplicación de las dosis del fertilizante (Osmocote.) evaluado.

### c. Delimitación de Parcelas

Para la delimitación de las parcelas se utilizó delimitación con estacas colocando cintas de color para identificar los tratamientos por color.



Figura. 22. Parcela experimental evaluación dosis de Osmocote, vivero de palma africana.

### 2.7.8 Fase de campo

El ensayo de pruebas de Osmocote se realizó un reconocimiento del área determinando el área adecuada para el establecimiento del ensayo de la evaluación de las distintas formas en base a tiempo del fertilizante Osmocote se determinó el área con las siguientes especificaciones :

Palmas con edades en el rango de 5 meses de edad.

Área con porcentaje de pendiente bajo.

Área homogénea.

### **2.7.9 Variables de respuesta:**

Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados se tomaron como variables de respuesta:

Altura de planta, número de hojas, diámetro de planta, materia seca de raíz y aérea, análisis de tejido vegetal.

#### **A. Altura de la planta:**

Se midió en cm, desde el inicio del estipe hasta el ápice de la hoja más larga, la medición se realizó con una regla graduada, tomando datos mensualmente.

#### **B. Diámetro de planta:**

Se midió en mm con la ayuda de un vernier, tomando datos mensualmente.

#### **C. Número de hojas verdaderas:**

Se contó el número total de hojas de las plantas de cada unidad experimental, emitidas por mes.

#### **D. Análisis foliar:**

Se realizó un análisis foliar al final del experimento para evaluar el contenido total de los nutrientes presentes en las hojas, el análisis fue realizado a los tratamientos que presentaron significancia estadística.

### **2.7.10 Análisis de la información:**

#### **A. Estadístico**

A las variables de respuesta altura de planta, diámetro de planta, número de hojas, se les realizó un análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos de las presentaciones de Osmocote, se procesaron los datos existiendo diferencias significativas, luego se realizó un análisis post ANDEVA de pruebas de medias para determinar el mejor tratamiento.

Como herramienta para analizar los datos se utilizó, el programa estadístico INFOSTAT. Además se realizó un análisis al tejido vegetal, para determinar el contenido total de macronutrientes y micronutrientes absorbidos por las plantas al final del ensayo. Este se realizó en el laboratorio de la empresa Naturaceites (Naturalab).

## 2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### 2.8.1 Análisis gráfico:

#### A. Altura de planta:

La figura demuestra el comportamiento del efecto de las dosis del fertilizante Osmocote, y Osmocote mas refuerzo, para la variable altura de planta.

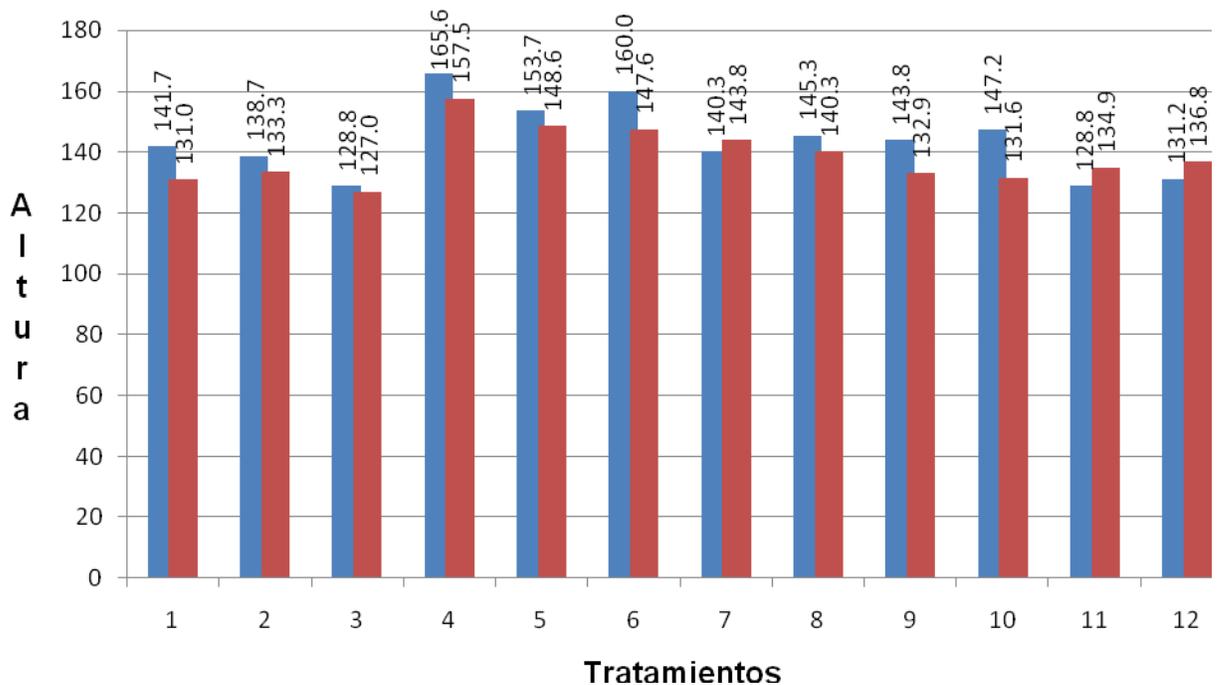


Figura. 23. Aplicación dosis de Osmocote, variable altura de planta.

Con una dosis de fertilizante distribuida más equitativamente durante el desarrollo vegetativo de la planta, se puede producir individuos más grandes y desarrollados, los cuales influenciados por el mecanismo de acción del Osmocote, absorben el contenido de minerales necesarios.

Esto se debe a que el Osmocote presenta la cualidad de suministrar nutrientes en forma gradual a las plantas, en períodos de tiempo más prolongados mediante una menor cantidad de aplicaciones se mejora la absorción y disponibilidad de los mismos.

Cuadro 9. Análisis de varianza efecto de las dosis de Osmocote para la variable altura de planta, aplicado en vivero de palma africana.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
H8	72	0.69	0.50	6.86

El coeficiente de variación se encuentra en los límites de tolerancia indicando que el manejo del experimento se manejó adecuadamente las plantas.

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo.	9321.52	27	345.24	3.67	0.0001
Refuerzo	444.35	1	444.35	0.62	0.513
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	280.85	2	140.42	1.49	0.2358
Repetición*Refuerzo	1429.56	2	714.78	7.6	0.0015
Osmocote	6320.77	11	574.62	6.11	<0.0001
Refuerzo*Osmocote	845.99	11	76.91	0.82	0.6226
Error	4137.17	44	94.03		
Total	13458.7	71			

En el análisis de varianza que presenta el cuadro 9, expresa que estadísticamente existe diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la variable altura de planta, demostrando que la influencia del Osmocote es positiva para las plantas en vivero, se procedió a realizar la discriminación de pruebas de medias (cuadro 10).

#### Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 714.7795 gl: 2

Refuerzo	Medias	n	E.E.	
CON REFUERZO	143.74	36	4.46	A
SIN REFUERZO	138.78	36	4.46	A

Según el análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa entre la aplicación de una dosis de refuerzo de KCL y KMAG a las diferentes dosis de Osmocote, evidenciando que al realizar la aplicación no aumenta la altura de la planta.

Cuadro 10. Comparación de Medias altura de planta.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 94.0266 gl: 44

Osmocote	Medias	n	E.E.		
4	161.54	6	3.96	A	
6	153.78	6	3.96	A	
5	151.14	6	3.96	A	
8	142.81	6	3.96		B
7	142.06	6	3.96		B
10	139.38	6	3.96		B
9	138.38	6	3.96		B
1	136.34	6	3.96		B
2	136	6	3.96		B
12	133.97	6	3.96		B
11	131.82	6	3.96		B
3	127.88	6	3.96		B

La prueba de comparación de medias presentada en el cuadro 10, evidencia que existen tres tratamientos los cuales presentan diferencias significativas con respecto a las demás dosis, correspondiendo de la siguiente manera: 125 gr en una aplicación del tratamiento 4 correspondiente a la presentación de Osmocote 12-14, tratamiento 6 con las dosis de 50 gr en primera aplicación de la presentación 12-14 y 25 gr en una segunda aplicación de la presentación 8-9, tratamiento 5 con sus dosis de 25 gr de la presentación 12-14 en la primera aplicación y una segunda aplicación de 25 gr de la presentación 8-9.

### B. Diámetro de tallo: (estipe)

La figura demuestra el comportamiento y el efecto en la diferencia de las dosis del fertilizante Osmocote, y Osmocote mas refuerzo, para la variable diámetro de tallo.

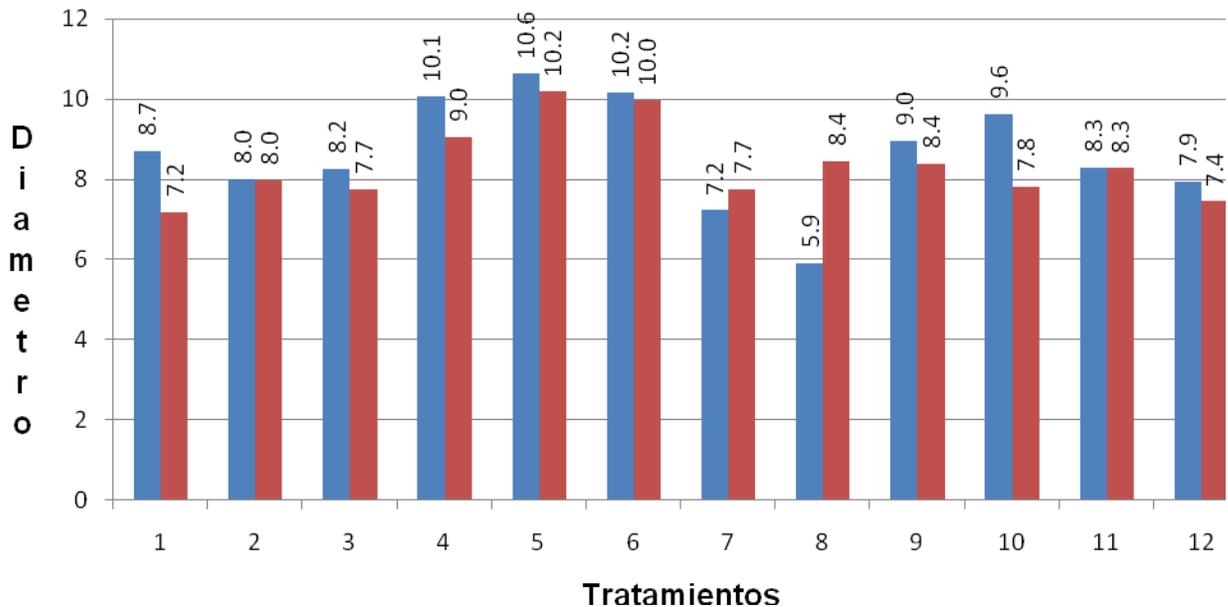


Figura. 24. Diámetro de plantas en vivero, aplicación dosis de Osmocote.

No obstante el buen crecimiento Y la calidad de las plantas, demuestra que desarrollo del diámetro de la palma (estipe), el cual puede tomarse como un indicador relevante del éxito futuro en plantaciones, ya que presentan una fuerte esbeltez, evidenciando una planta sana sin deficiencias. Esto puede atribuírsele a un mejor aprovechamiento de los minerales aplicados.

Es fundamental que exista un equilibrio entre la altura de la planta y su diámetro los cuales son indicadores de la calidad de planta producida en vivero, se argumenta que el grado de resistencia de las plantas a factores ambientales adversos en situaciones futuras tendrá mejores resultado y adaptaciones. Además la capacidad de extender la rizófora dependerá de las características funcionales de la planta, pero sobretodo de su capacidad productiva, la cual está muy ligada al tamaño de la parte aérea de la planta el estado estructural y nutricional que es formada en sus primeras etapas de crecimiento.

Cuadro 11. Análisis de varianza efecto de las dosis de Osmocote para variable diámetro de planta, aplicado en vivero de palma a africana.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D8	71	0.79	0.67	7.97

El coeficiente de variación se encuentra en los límites de tolerancia indicando que el manejo del experimento se manejó adecuadamente las plantas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78.22	27	2.9	6.15	<0.0001
Refuerzo	5.29	1	5.29	4.75	0.1611
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	5.29	2	2.64	5.61	0.0068
Repetición*Refuerzo	2.23	2	1.11	2.37	0.1059
Osmocote	58.26	11	5.3	11.25	<0.0001
Refuerzo*Osmocote	7.15	11	0.65	1.38	0.2166
Error	20.25	43	0.47		
Total	98.47	70			

Según el análisis de varianza presentado en el cuadro 11, demuestra que existe alto grado de significancia entre los tratamientos de la dosis de Osmocote, y la respuesta en el diámetro de tallo en las palmas de vivero, debido a que existe diferencia significativa entre las diferentes dosis de Osmocote, Se realizó la prueba de comparación de medias con el objetivo de determinar el mejor tratamiento.

#### Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.1145 gl: 2

Refuerzo	Medias	n	E.E.
CON REFUERZO	8.86	35	0.18 A
SIN REFUERZO	8.34	36	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Según el análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa entre la aplicación de una dosis de refuerzo de KCL y KMAG a las diferentes dosis de Osmocote, evidenciando que al realizar la aplicación no aumenta el desarrollo del diámetro de la planta.

Cuadro 12. Comparación de Medias diámetro de planta:

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 0.4709 gl: 43

Osmocote	Medias	n	E.E.			
5	10.4	6	0.28	A		
6	10.05	6	0.28	A		
4	9.55	6	0.28	A		
10	8.72	6	0.28		B	
9	8.67	6	0.28		B	
8	8.49	5	0.32		B	
11	8.27	6	0.28		B	
3	7.99	6	0.28			C
2	7.97	6	0.28			C
1	7.93	6	0.28			C
12	7.68	6	0.28			C
7	7.48	6	0.28			C

La prueba de comparación de medias representada en el cuadro 12, evidencia que existen tres tratamientos los cuales presentan diferencias significativas para la variable diámetro de tallo. Respecto a las demás dosis correspondió de la siguiente manera: tratamiento 5 con una aplicación de 25 gr en un la primera aplicación de la presentación 12-14 y una segunda aplicación de 25 gr de la presentación 8-9, tratamiento 6 con una primera aplicación de 50 gr y una segunda aplicación de 25 gr de la presentación 8-9, tratamiento 4 en una única aplicación de 125 gr de la presentación de Osmocote 12-14.

### C. Numero de hojas:

La figura muestra el comportamiento y el efecto en la diferencia de las dosis de Osmocote y Osmocote mas refuerzo, para la variable número de hojas por planta.

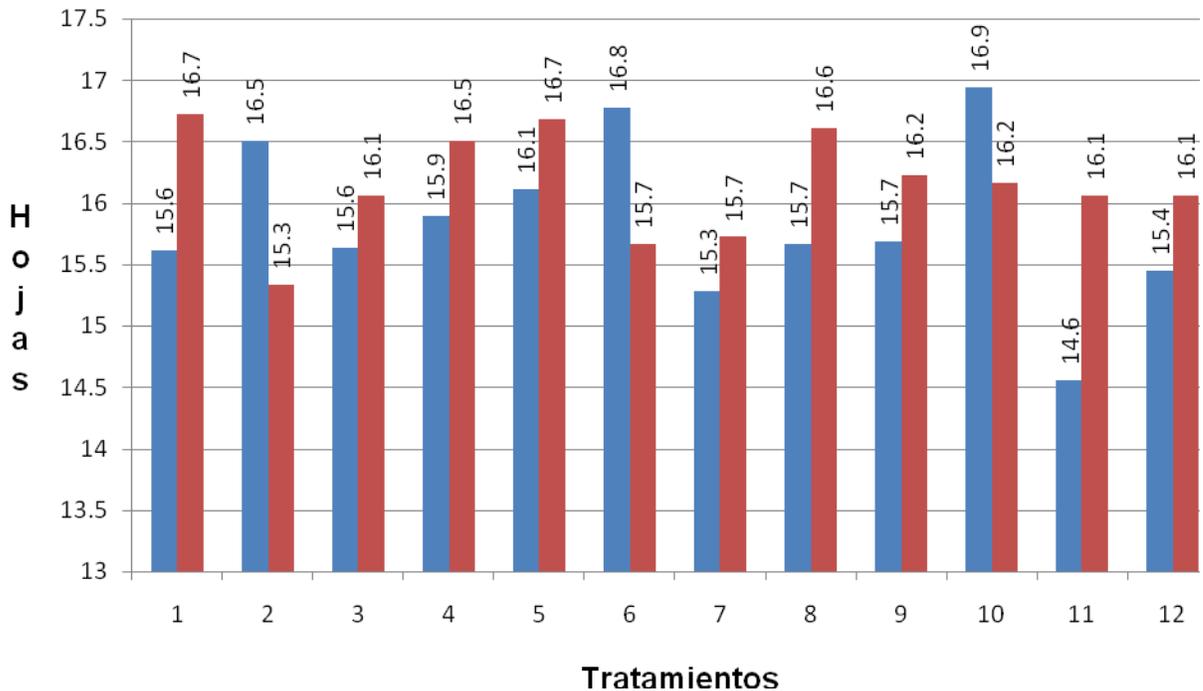


Figura. 25. Respuesta dosis de Osmocote, para el variable número de hojas en plantas de vivero de palma

La figura evidencia una tasa de aparición foliar con diferencias muy pequeñas, para todos los tratamientos y señalan que la emisión foliar no es afectada por diferentes niveles dosis del fertilizante Osmocote, esto es debido a que el número de hojas es altamente controlado por el genotipo y poco afectado por el ambiente, los tratamientos que presentan promedio menores en el número de hojas, según análisis de campo fueron afectados por plagas y mal manejo agronómico el cual ocasiono la perdida de las mismas.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable número de hojas.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HJ8	72	0.37	0.00	6.65

El coeficiente de variación se encuentra en los límites de tolerancia indicando que el manejo del experimento se manejó adecuadamente.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29.78	27	1.1	0.97	0.5188
Refuerzo	1.7	1	1.7	4.61	0.1649
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	6.53	2	3.26	2.88	0.0666
Repetición*Refuerzo	0.74	2	0.37	0.33	0.7236
Osmocote	8.56	11	0.78	0.69	0.7431
Refuerzo*Osmocote	12.26	11	1.11	0.98	0.4748
Error	49.81	44	1.13		
Total	79.59	71			

En el cuadro 13 se presentan los resultados del análisis de varianza, para el parámetro de número de hojas, demostrando que este no es influenciado por las diferentes dosis de Osmocote y que no existe significancia estadística para los mismos.

En general la emisión foliar fue equitativa, para la mayoría de los tratamientos de hojas por planta. Esto evidenció la probable existencia de un mecanismo propio de la especie, manifestado para la variedad. Indica que la organización de su aparato foto asimilatorio, en unas condiciones ambientales específicas y adecuadas presentan crecimiento armónico entre las diferentes partes de la planta, producto de la similar distribución y acumulación de nutrientes a sus órgano, causado por un equilibrio de aporte de nutrientes minerales.

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 0.3690 gl: 2

Refuerzo	Medias	n	E.E.	
SIN REFUERZO	16.1536	0.10	A	
CON REFUERZO	15.8436	0.10	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Según el análisis estadístico indica que existe diferencia significativa entre la aplicación de una dosis de refuerzo de KCL y KMAG a las diferentes dosis de Osmocote, las diferencias se atribuyen a la pérdida de hojas debido a factores ambientales a lo largo del experimento y no a las dosis de los tratamientos.

Cuadro 14. Comparación de Medias número de hojas.

Test: Scott &amp; Knott Alfa=0.05 Error: 1.1321 gl: 44

Osmocote	Medias	n	E.E.	
10	16.56	6	0.43	A
5	16.39	6	0.43	A
6	16.22	6	0.43	A
4	16.19	6	0.43	A
1	16.17	6	0.43	A
8	16.14	6	0.43	A
9	15.96	6	0.43	A
2	15.92	6	0.43	A
3	15.84	6	0.43	A
12	15.75	6	0.43	A
7	15.5	6	0.43	A
11	15.31	6	0.43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

Aunque no existe diferencia significativa para la variable número de hojas se realizó una prueba de comparación de medias con el objeto de corroborar los análisis antes obtenidos. La prueba de comparación de medias evidencia que para la variable número de hojas, todos los tratamientos son estadísticamente iguales, determinando que la aplicación de Osmocote como fuente de nutrientes no aumenta el número de hojas emitidas

## 2.8.2 Análisis foliar.

### A. Análisis foliar.

Para el análisis de tejido vegetal se tomaron como referencia los rangos nutricionales establecidos en plantaciones de campo, en cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana), esto debido a falta de información de rangos nutrimentales, para plantaciones en vivero. En el cuadro 15 se representan los estados nutricionales de palma africana de 2-4 año de edad.

Cuadro 15. Niveles nutricionales en palma africana de 2-4 años de edad.

El cuadro presenta los elementos de mayor importancia para el desarrollo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana).

		HOJA 9<6 AÑOS			
		Bajo	Medio	Óptimo	Alto
%	N	<2.3	2.3-2.75	2.75-2.9	>2.9
	P	<0.13	0.13-0.16	0.16-0.19	>0.19
	K	<0.9	0.9-1.25	1.25-1.3	>1.3
	Ca	<0.3	0.3-0.6	0.6-0.7	>0.7
	Mg	<0.15	0.15-0.24	0.24-0.28	>0.28
	S	<0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	>0.4
	Cl	<0.3	0.3-0.5	0.5-0.7	>0.7
mg/kg	Na	<1	1-10	10-100	>100
	Fe	<30	30-60	60-200	>200
	Mn	<50	50-100	100-200	>200
	B	<8	8-15	15-25	>25
	Cu	<2	2-5	5-8	>8
	Zn	<6	6-12	12-18	>18
	Mo	<0.5	0.5-1	1-10	>10
	Al	<10	10-50	50-100	>100

Fuente: NATURACEITES. (Departamento técnico agrícola.)

El análisis de tejido vegetal fue realizado específicamente a los tratamientos 4, 5 y 6 los cuales presentaron diferencia estadísticas significativas en altura y diámetro de planta.

Los resultados del análisis del tejido vegetal se presentan en el cuadro 16 .Al realizar la comparación nutricional de las plantas en vivero y los datos establecidos para plantaciones de palma africana de dos a cuatro años de edad, nos indica un estado nutricional adecuado, lo cual provoca un sesgo de información para plantaciones en vivero ya que nos define que los niveles de absorción de nutrientes por la planta son los ideales, siendo estos proporcionados por la fuente nutricional Osmocote.

Por lo cual, en la cual como parte de otra investigación, se define realizar un estudio para establecer los niveles críticos nutricionales de palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana), en los estados fenológicos que corresponden al tiempo de estancia en vivero.

Se puede concluir que las dosis correspondientes a los tratamiento 4 (125 gr de Osmocote en única aplicación ), tratamiento 5 (25 gr en la primera aplicación, y 25 gr en la segunda aplicación) y tratamiento 6 (50 gr en la primera aplicación y 25 gr en la segunda aplicación), no se encuentra diferencia en los valores nutricionales según se demuestra en el cuadro número 16, esto respalda a la percepción visual las cuales, las plantas sometidas a estos tratamientos no manifestaron ningún síntoma de deficiencia nutricional, según lo demuestra la figura 30.

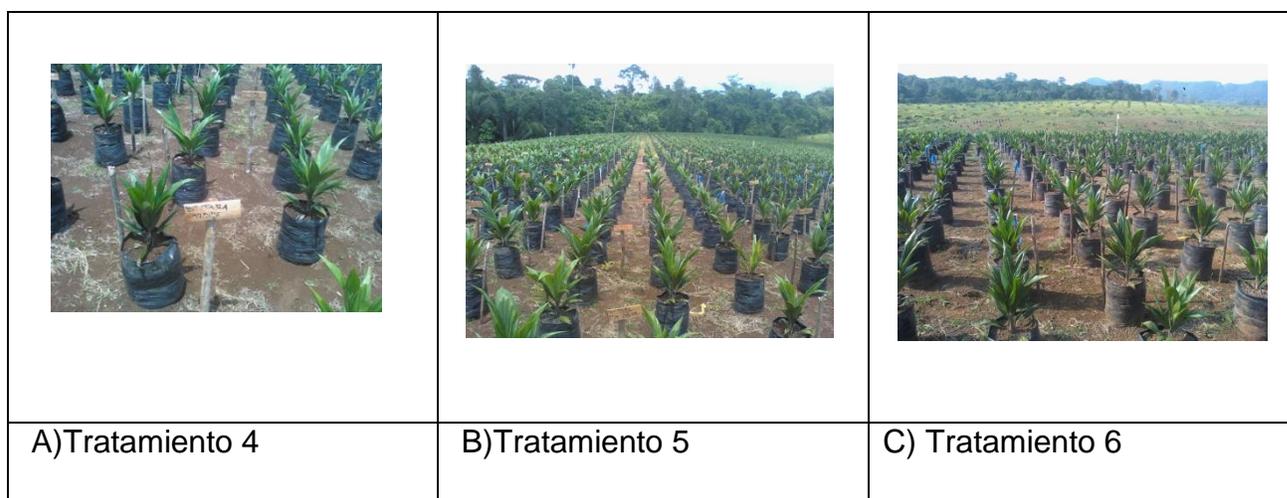


Figura. 26. Tratamientos evaluados análisis nutricional, dosis de Osmocote

Secuencia de la figuras, A tratamiento 4, figura B tratamiento 5 y figura C tratamiento 6

Cuadro 16. Análisis de tejido vegetal realizado a los tratamientos de Osmocote, en el vivero de palma africana (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana).

Se realizaron los análisis de tejido vegetal para los tratamientos 4, 5, y 6 ya que estos presentaron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos evaluados con sus respectivas variaciones con y sin refuerzo.

No. Lab	Identificación	tratamiento	%						Mg/Kg			
			N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Zn	Mn	B
84	FTN-Foliar-2012-899	T4-R1	2.96	0.19	0.75	0.41	1.69	0.25	189.7	15.5	911.2	11.7
85	FTN-Foliar-2012-900	T4-R2	3.16	0.22	0.92	0.46	1.72	0.29	279.0	17.7	1148.0	12.0
86	FTN-Foliar-2012-901	T4-R3	2.9	0.17	0.83	0.32	1.75	0.26	253.4	15.2	604.7	10.6
87	FTN-Foliar-2012-902	T5-R1	3.04	0.19	1.03	0.36	1.59	0.27	193.0	13.3	542.8	11.3
88	FTN-Foliar-2012-903	T5-R2	3.33	0.23	0.73	0.31	1.88	0.30	181.5	19.2	745.9	12.7
89	FTN-Foliar-2012-904	T5-R3	3.04	0.21	1.09	0.32	1.75	0.30	235.1	17.9	656.0	14.5
90	FTN-Foliar-2012-905	T6-R1	3.39	0.25	0.95	0.40	1.79	0.37	256.3	22.7	423.1	14.5
91	FTN-Foliar-2012-906	T6-R2	3.2	0.19	0.95	0.42	1.88	0.24	229.1	20.7	555.7	10.5
92	FTN-Foliar-2012-907	T6-R3	3	0.21	0.88	0.39	1.66	0.25	223.6	18.5	662.9	14.5
93	FTN-Foliar-2012-908	T4-R1+R	3.16	0.22	0.82	0.35	2.00	0.26	191.4	19.9	789.2	10.3
94	FTN-Foliar-2012-909	T4-R2+R	2.73	0.18	0.81	0.31	1.82	0.22	169.5	15.6	995.9	11.9
95	FTN-Foliar-2012-910	T4-R3+R	2.91	0.19	0.93	0.29	1.57	0.24	161.0	17.1	743.2	10.1
96	FTN-Foliar-2012-911	T5-R1+R	3.13	0.21	0.98	0.35	1.67	0.25	173.8	18.2	789.5	11.3
97	FTN-Foliar-2012-912	T5-R2+R	2.99	0.18	0.93	0.41	1.64	0.23	367.7	18.9	696.3	10.6
98	FTN-Foliar-2012-913	T5-R3+R	3.22	0.21	0.79	0.38	1.69	0.25	183.4	17.5	817.4	9.8
99	FTN-Foliar-2012-914	T6-R1+R	2.91	0.20	0.74	0.34	2.19	0.23	179.1	16.8	1017.0	8.0
100	FTN-Foliar-2012-915	T6-R2+R	3.14	0.21	0.77	0.33	1.97	0.27	277.1	15.7	402.9	9.2
101	FTN-Foliar-2012-916	T6-R3+R	3.29	0.21	1.04	0.43	1.31	0.26	205.6	14.6	897.5	13.7

Es notorio que el uso del Osmocote como fuente de minerales, produjo una mejor acumulación de nutrientes lo cual es indicador de una mejor eficiencia en el aprovechamiento del fertilizante aplicado.

Podemos concluir según los análisis de tejido vegetal y estado visual de las plantas que los contenidos nutricionales de estas se encuentra en niveles óptimos, para el desarrollo del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana).

El estado nutricional de la palma africana africana (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana), en etapa de vivero limita la capacidad de desarrollo post-plantación. Las plantas que reciben una fertilización adecuada y por tanto que presentan un contenido de nutrientes minerales adecuado en los tejidos presentan un mejor desarrollo al ser trasladados a campo, lo cual se logra con una fertilización adecuada y equitativa, siendo medida favorable el uso de abonos de liberación controlada, como lo es el Osmocote, añadidos al plan de fertilización convencional que se utiliza en la actualidad.

## 2.9 Conclusiones:

1. La aplicación de fertilizante de liberación controlada (Osmocote), aplicado en tres tiempos de liberación los cuales difieren en su longevidad (meses de liberación al ambiente), siendo las presentaciones 12- 14, 8-9, y 3-4 meses respectivamente, influyen positivamente en la altura y diámetro de planta, en la fase de vivero del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*. Jacq, Var. Ghana).
2. Los tratamientos que muestran medias más altas, presentando diferencia significativa son, tratamiento 4 con dosis 125 gr de Osmocote en una sola aplicación de la presentación 12-14, tratamiento 5 con dosis de 25 gr de la presentación 12-14 +25 gr de Osmocote en segunda aplicación de la presentación 8-9, tratamiento 6 con dosis de 50 gr de la presentación 12-14 en primera aplicación y una segunda de 25 gr del Osmocote 8-9 presentando diferencias significativas, para las variables altura y diámetro de planta.
3. Según el análisis foliar realizado al tejido, se determinó que el contenido nutricional de las plantas se encuentra en niveles óptimos, para el desarrollo óptimo del cultivo.

## 2.10 Recomendaciones:

1. Se recomienda realizar la aplicación del Osmocote como fuente de aporte de nutriente, desde el inicio de la fase de vivero, debido a que si presenta efectos positivos en el crecimiento de la palma aceitera en su fase de vivero.
2. Se recomienda la aplicación, en cualquiera de las dosis del fertilizante de liberación controlada (Osmocote), que presentaron diferencias estadísticas significativas específicamente las dosis de los tratamientos 4, 5 y 6.
3. Se recomienda realizar un análisis económico, a los tratamientos que presentaron diferencias significativas, con el fin de determinar cuál de los tratamientos es económicamente viable.

## 2.11 Bibliografías:

1. ANFFE (Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, ES). 2011. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible (en línea). España. Consultado 24 mar 2012. Disponible en [www.eneral.info/pdf/p17-5.pdf](http://www.eneral.info/pdf/p17-5.pdf)
2. ASD Costa Rica, CR. 2012. Variedades palma aceitera var Deli X Ghana (en línea). Costa Rica. Consultado 27 feb 2012. Disponible en [http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/variedades/deli\\_x\\_ghana.html](http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/variedades/deli_x_ghana.html)
3. Barbazán, M. 1998. Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República Uruguay, Facultad de Agronomía. 27 p.
4. Bernal Niño, F. 2005. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio: guía general para el nuevo palmicultor (en línea). Bogotá, Colombia, Fedepalma / Cenipalma. Consultado 26 mar Disponible en [https://www.minagricultura.gov.co/.../Microsoft word - informe final agend.](https://www.minagricultura.gov.co/.../Microsoft%20word%20-%20informe%20final%20agend)
5. Bordoli, M; Barbazán, M. 2010. Curso de fertilidad de suelos. Bogotá, Colombia, Fedepalma. 92 diapositivas.
6. Borrero, CA. 2006. Cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) (en línea). Bogotá, Colombia, CENIPALMA. 14 p. Consultado 6 mar 2012. Disponible en <http://borreroscesar.wikispaces.com/file/view/PALMA+DE+ACEITE+%28RESUMEN%29.pdf/33928491/PALMA%20DE%20ACEITE%20%28RESUMEN%29.pdf>
7. Chávez Arias, V. 2011. Evaluación del fertilizante de liberación lenta en la producción de almácigo de café en bolsa (en línea). Costa Rica, ICAFE, Unidad Investigación, Revista Informativa ICAFE. 3 p. Consultado 27 feb 2012 Disponible en [http://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos\\_textocompleto/revista\\_informativa/3586.pdf](http://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos_textocompleto/revista_informativa/3586.pdf)
8. Colindres y Colindres, MA. 2003. Evaluación de cuatro fertilizantes hidrosolubles para la producción de pilón de tabaco (*Nicotina tabacum*) en el sistema de floating en la tabacalera Dimon de Guatemala; Zacapa. Tedid Ing. Agr. Guatemala, USAC. Facultad de Agronomía. 46 p.
9. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
10. Donahue, RL. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. EnglewoodCliffs, US, Prentice Hall International. 624 p

11. ESRI.com. 2012. ArcGIS 9.1 programa geográfico. US. 1 DVD.
12. Everris.us.com. Osmocote plus (en línea). US. Consultado 28 mar 2012. Disponible en <http://everris.us.com/plant-nutrition/coated-fertilizers/patterned-nutrient-release-fertilizers/osmocote-plus>
13. FAO, IT; IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, ES). 2002. Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión (en línea). 4 ed. Roma, Italia. Consultado 26 mar 2012. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
14. FAR (Foundation for Agronomic Research, CA); PPI (Potash & Phosphate Institute, US); PPIC (Potash & Phosphate Institute de Canada, CA). 1988. Manual de fertilidad de los suelos. Canadá. 84 p.
15. FORMUNICA, NI. 2009. Efecto del fertilizante de liberación controlada en almacigo de café (en línea). Nicaragua, Ramacafe, Formunica. 25 diapositivas. Consultado 28 mar 2012. Disponible en <http://www.ramacafe.org/2009/images/stories/presentaciones/Fertilizadores.pdf>
16. Grepalma.org. 2012. La palma de aceite en Guatemala (en línea). Guatemala, Consultado 28 mar 2012. Disponible [http://www.grepalma.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82&Itemid=117](http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=117)
17. Harry, O; Buckman Yinle, C; Brady, C. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Salord Barceló. Barcelona, España, Montaner y Simón. 590 p.
18. Infoagro.com. 2009. Palma africana (en línea). España. Consultado 3 mar 2012. Disponible en [http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma\\_africana\\_aceitera\\_coroto\\_d\\_e\\_guinea\\_aabora.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma_africana_aceitera_coroto_d_e_guinea_aabora.htm)
19. Inpofos.org. 2009. Palma aceitera: manejo de nutrientes y fertilización del vivero (en línea). US. Consultado 28 feb 2012. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/2F3610A8E56252E505256ED7006A977C?opendocument&navigator=informacion+sobre+nutricion+y+fertilizacion+de+cultivos+perennes](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/2F3610A8E56252E505256ED7006A977C?opendocument&navigator=informacion+sobre+nutricion+y+fertilizacion+de+cultivos+perennes)
20. Isquisa.com. 2007. Fertisquisa (en línea). Veracruz, México. Consultado 26 mar 2012. Disponible en <http://isquisa.com/site/views/productos-fertilizanteswww.isquisa.com/site/files/productos/>.
21. León, J. 1968. Fundamento botánico de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 122-124.

22. Loor, J. 2008. Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida (*E. olifera X E. guineensis* Jacq) para optimizar el desarrollo en palmeras del Ecuador. Ecuador, Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazónica. 119 p.
23. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 176 p.
24. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2012. / Análisis de la dinámica de expansión del cultivo de la palma africana en Guatemala, un enfoque cartográfico (en línea). Guatemala. Consultado 28 mar 2012. Disponible en [www2.maga](http://www2.maga.gob.gt/)
25. Ollagnier, M. 1997. Evaluación de la producción de palma africana. México Consultado 23 mar 2012 disponible en [https://www.agrytec.com/agricola/images/stories/auspiciante-secundario-agrociencias/tesis\\_palma.pdf](https://www.agrytec.com/agricola/images/stories/auspiciante-secundario-agrociencias/tesis_palma.pdf).
26. Orellana Alas, R. 2004. Evaluación del efecto de dos fuentes de fertilizantes en el rendimiento de jengibre (*Zingiber officinale* R.) en la finca Bulxbuyá, San Miguel Panan, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 77 p.
27. Pesquera, E. 2008. Historia del municipio de Raxruhá (en línea). Guatemala, Ministerio de Finanzas Públicas. Consultada 23 mar 2012. Disponible en [www.minfin.gob.gt/2011-08-29-05-45-29/comunicados34/142-sala-de-prensa/141-historia-del-municipio-de-raxruha.html](http://www.minfin.gob.gt/2011-08-29-05-45-29/comunicados34/142-sala-de-prensa/141-historia-del-municipio-de-raxruha.html)
28. Quezada Herrera, G. 2012. Tecnología de la palma aceitera (en línea). Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería / INTA. Consultado 10 mar 2012. Disponible en [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec\\_palma.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf)
29. Recasens, L. 2008. Fertilizantes de liberación controlada (en línea). España. Consultado 8 mar 2012. Disponible en [www.horticom.com/revistasonline/extras/extra08/74\\_83.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra08/74_83.pdf)
30. Reyes, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, CIAGROS 1-2001:1-32.
31. Rodríguez, C. 2012. Nutrición en palma de aceite (en línea). Slideshare 111 diapositivas. Consultado 28 mar 2012. Disponible en [www.slideshare.net/endo39/nutricin-de-palma-de-aceite](http://www.slideshare.net/endo39/nutricin-de-palma-de-aceite)
32. Sáenz Mejía, LE. 2006. Cultivo de la palma africana guía técnica (en línea). Managua, Nicaragua, IICA. 27 p. Consultado 7 mar 2012. Disponible en [www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf](http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf)

33. Samayoa, E. 1998. Tasa marginal de retorno. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Agro, Boletín Informativo no. 4, p. 5.
34. Sandoval Esquivel, A. 2011. Paquete tecnológico palma de aceite (*Elaeis guinnensis* Jacq.) establecimiento y mantenimiento (en línea). México, Gobierno Federal / SAGARPA / INIFAP. Consultado 28 feb 2012. Disponible en [http://www.inifap.gob.mx/Documents/inicio/paquetes/palma\\_aceite\\_produccion.pdf](http://www.inifap.gob.mx/Documents/inicio/paquetes/palma_aceite_produccion.pdf)
35. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
36. Solórzano González, R. 1994. Fertilización orgánica. 3 ed. Guatemala, Altermec. 243 p.
37. Teuscher, H; Adler, R. 1965. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera. México, Continental. 510 p.
38. Tisdale, SL; Nelson, WL. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España, Montaner y Simon. p. 78-99.
39. Wikipedia.org. 2012. Raxruhá (en línea). España. Consultado 20 mar 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Raxruh%C3%A1>
40. Yufera, EP. 1973. Química agrícola. Madrid, España, Alhambra. 2 tomos

## 2.12 Anexos:

Análisis estadísticos realizados en el programa INFOSTAT

### Anexo 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

FV	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo.	9321.52	27	345.24	3.67	0.0001
Refuerzo	444.35	1	444.35	0.62	0.513
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	280.85	2	140.42	1.49	0.2358
Repetición*Refuerzo	1429.56	2	714.78	7.6	0.0015
Osmocote	6320.77	11	574.62	6.11	<0.0001
Refuerzo*Osmocote	845.99	11	76.91	0.82	0.6226
Error	4137.17	44	94.03		
Total	13458.7	71			

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
H8	72	0.69	0.50	6.86

### Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 714.7795 gl: 2

Refuerzo	Medias	n	E.E.	
CON REFUERZO	143.74	36	4.46	A
SIN REFUERZO	138.78	36	4.46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Anexo 2. Comparación de Medias altura de planta.

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 94.0266 gl: 44

Osmocote	Medias	n	E.E.		
4	161.54	6	3.96	A	
6	153.78	6	3.96	A	
5	151.14	6	3.96	A	
8	142.81	6	3.96		B
7	142.06	6	3.96		B
10	139.38	6	3.96		B
9	138.38	6	3.96		B
1	136.34	6	3.96		B
2	136	6	3.96		B
12	133.97	6	3.96		B
11	131.82	6	3.96		B
3	127.88	6	3.96		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

## Anexo 3. Análisis de varianza para la variable diámetro de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78.22	27	2.9	6.15	<0.0001
Refuerzo	5.29	1	5.29	4.75	0.1611
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	5.29	2	2.64	5.61	0.0068
Repetición*Refuerzo	2.23	2	1.11	2.37	0.1059
Osmocote	58.26	11	5.3	11.25	<0.0001
Refuerzo*Osmocote	7.15	11	0.65	1.38	0.2166
Error	20.25	43	0.47		
Total	98.47	70			

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV

D8    71    0.79    0.67    7.97

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 1.1145 gl: 2

<u>Refuerzo</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
CON REFUERZO	8.86	35	0.18	A
SIN REFUERZO	8.34	36	0.18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Anexo 4.** Comparacion de Medias diámetro de planta:

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 0.4709 gl: 43

<b>Osmocote</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
5	10.4	6	0.28	A		
6	10.05	6	0.28	A		
4	9.55	6	0.28	A		
10	8.72	6	0.28		B	
9	8.67	6	0.28		B	
8	8.49	5	0.32		B	
11	8.27	6	0.28		B	
3	7.99	6	0.28			C
2	7.97	6	0.28			C
1	7.93	6	0.28			C
12	7.68	6	0.28			C
7	7.48	6	0.28			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Anexo 5.** Análisis de varianza para la variable número de hojas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29.78	27	1.1	0.97	0.5188
Refuerzo	1.7	1	1.7	4.61	0.1649
(Repetición*Refuerzo)					
Repetición	6.53	2	3.26	2.88	0.0666
Repetición*Refuerzo	0.74	2	0.37	0.33	0.7236
Osmocote	8.56	11	0.78	0.69	0.7431
Refuerzo*Osmocote	12.26	11	1.11	0.98	0.4748
Error	49.81	44	1.13		
Total	79.59	71			

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HJ8	72	0.37	0.00	6.65

**Test: Scott & Knott Alfa=0.05**

Error: 0.3690 gl: 2

Refuerzo	Medias	n	E.E.	
SIN REFUERZO	16.1536		0.10	A
CON REFUERZO	15.8436		0.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Anexo 6.** Comparacion de Medias número de hojas.

Test: Scott & Knott Alfa=0.05

Error: 1.1321 gl: 44

Osmocote	Medias	n	E.E.	
10	16.56	6	0.43	A
5	16.39	6	0.43	A
6	16.22	6	0.43	A
4	16.19	6	0.43	A
1	16.17	6	0.43	A
8	16.14	6	0.43	A
9	15.96	6	0.43	A
2	15.92	6	0.43	A
3	15.84	6	0.43	A
12	15.75	6	0.43	A
7	15.5	6	0.43	A
11	15.31	6	0.43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).



**CAPITULO III**

**CAPÍTULO III SERVICIOS PARA EL ÁREA DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA  
(*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ) EN LA FINCA CANALEÑO DE LA EMPRESA  
NATURACEITES ÁREA TRANSVERSAL, DEL NORTE EN EL MUNICIPIO DE FRAY  
BARTOLOMÉ DE LAS CASAS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,  
GUATEMALA**

### 3.1 PRESENTACIÓN:

La implementación de los servicios durante el ejercicio profesional supervisado, es una parte integral la cual está orientada a contribuir la resolución algunos problemas, de la entidad en donde se realice dicha actividad.

Del diagnóstico realizado en el vivero en la finca el Canaleño, se identificaron una serie de problemas, los cuales se priorizaron de la siguiente manera: a) falta de registro en las actividades realizadas en el vivero, b) medición del tiempo para realizar las actividades agrícolas, con el fin de optimizar el rendimiento mínimo diario. A partir de estos problemas se planearon y ejecutaron algunos servicios con la finalidad de mitigarlos.

Los servicios consistieron básicamente en dos proyectos: el primero consistió bitácora y censo de las actividades del vivero, el segundo servicio tuvo como fin el medir una actividad agrícola para terminar la metodología de medición de tiempos y movimientos, y así poder ser aplicados en la diversidad de actividades realizadas en la finca, en busca de aumentar el rendimiento mínimo diario.

**3.2 SERVICIO 1: Elaboración del censo y bitácora del vivero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en la finca Canaleño de la Empresa Naturaceites Área transversal, del norte en el municipio de Fray Bartolomé de las casas, departamento de Alta Verapaz, Guatemala, CA.**

**3.2.1 Objetivos:**

**A. GENERAL:**

1. Registrar el dato actualizado de la totalidad las actividades diarias realizadas en el del vivero de La finca el Canaleño.

**B. Específicos:**

1. Establecer una bitácora del manejo agronómico establecida del vivero de la finca el Canaleño
2. Evaluar la perdida de plantas descartadas por raleo en el vivero de la finca el Canaleño.

**3.3 Metodología**

**3.3.1 FASE DE CAMPO**

**A. Materiales y recursos:**

- Libreta de campo.
- Registros llevados por el encargado del vivero.
- Personal de campo.

**B. Descripción:**

- Se realizó un reconocimiento del área del vivero de la finca Canaleño.
- Realización del censo del total del área del vivero tuvo como objetivo el descarte de palmas que no cumplían con los parámetros necesarios, empezando con el proceso el 14/2/2012.
- Se solicitaron los registros de manejo agronómico al encargado del vivero en base a aplicaciones y dosis utilizadas en el control de plagas, enfermedades,

### 3.3.2 Fase de gabinete:

- Con la base de datos requerida se analizarán los datos y se estableció la cantidad de palmas que tendrán la oportunidad de establecerse en el campo para futuras producciones.
- Se realizaron hojas electrónicas como base de datos para llevar los registros del vivero de la finca El Canaleño.

## 3.4 Resultados:

### 3.4.1 Censo del vivero finca El Canaleño

Criterios de descarte en viveros de palma africana (*Elaeis guineensis*). A continuación se mencionan algunos criterios de descarte:

Palmas con la parte superior plana tomando forma de copa, palmas con hojas sin diferenciar, o cuyo folíolos permanecen unidos, palmas pequeñas con las hojas apiñadas, rechonchas, palmas con folíolos delgados en forma de aguja, palmas con folíolos muy cortos, palmas con hojas encartuchadas, palmas enfermas.

Además existe un porcentaje alto el cual es influenciado por el mal manejo agronómico, tal como quemaduras de fertilizante y mal aplicación de herbicidas.

### 3.4.2 Principales causas de descarte en el vivero de palma africana finca El Canaleño



Figura. 27. Plantas mal desarrolladas



Figura. 28 .Presencia de Hongos



Figura. 29 Mal manejo agronómico

### 3.4.3 Censo vivero finca El Canaleño:

Cuadro 17. Censo realizado a la finca el Canaleño.

Fecha Siembra	plantas sembradas inicialmente	Numero Plantas actuales		fecha de descarte	Plantas de Descarte/ pante	Nuevo total Plantas/Pante
			Variedad			
01/08/2011	64223	63892	Deli * Nigeria	14/02/2012	162	63730
11/08/2011	7573	7545	Deli * Nigeria	14/02/2012	16	7529
12/08/2011	27004	26672	Deli * Nigeria	14/02/2012	59	26613
27/08/2011	23436	23109	Deli * Nigeria	14/02/2012	43	23066
28/08/2011	18942	18691	Deli * Nigeria	15/02/2012	72	18619
31/08/2011	7548	7483	Deli * Nigeria	15/02/2012	6	7477
01/08/2011	11757	11427	Deli * Nigeria	15/02/2012	42	11385
05/09/2011	8372	8185	Deli * Nigeria	15/02/2012	29	8156
11/09/2011	7878	7709	Deli * Nigeria	15/02/2012	66	7643
24/09/2011	7806	7709	Deli * Nigeria	16/02/2012	74	7635
26/09/2011	6474	6390	Deli * Nigeria	16/02/2012	28	6362
01/10/2011	9161	9086	Deli * Nigeria	16/02/2012	69	9017
08/10/2011	14722	14584	Deli * Nigeria	16/02/2012	48	14536
13/10/2011	14994	14918	Deli * Nigeria	05/02/2012	14	14904
13/10/2011	12690	12678	Deli * Nigeria	05/02/2012	44	12634
17/10/2011	10702	10652	Deli * Nigeria	05/02/2012	19	10633
17/10/2011	5107	5064	Deli * Nigeria	05/02/2012	16	5048
19/10/2011	11482	11410	Deli * Nigeria	08/02/2012	44	11366
16/11/2011	27789	27514	Deli * Ghana	08/02/2012	216	27298
21/11/2011	20562	20256	Deli * Ghana	08/02/2012	235	20021
23/11/2011	18735	18555	Deli * Ghana	08/02/2012	331	18224
25/11/2011	22909	22683	Deli * Ghana	08/02/2012	289	22394
28/11/2011	15392	15240	Deli * Ghana	08/02/2012	0	15240
	<b>375258</b>	<b>371452</b>	Deli * Ghana	08/02/2012	1922	369530

Cuadro 18. **Porcentaje de descarte después del censo al vivero, finca El Canaleño.**

<b>Porcentaje de descarte</b>				
<b>No de censo</b>	plantas iniciales	plantas totales	diferencia de descarte	porcentaje de descarte
1	375258	371452	3806	1.014235539
2	371452	369530	1922	0.517428901
% total descartado			5728	1.53 %

#### **3.4.4 Bitácora actividades realizadas en el vivero finca El Canaleño.**

El registro de la bitácora del vivero tuvo como función el recopilar diariamente las actividades realizadas en el vivero, esto con el fin de monitorear el manejo agronómico a la producción de las plantas, paralelamente se comparaban las salidas de bodega con lo registrado en inventario y así llevar un registro minucioso de la producción del vivero.

Cuadro 19. Bitácora diaria del manejo del vivero. Finca El Canaleño:

<b>Actividad</b>	<b>Fecha aplicación</b>	<b>Numero Pante</b>	<b>Tipo de aplicación</b>	<b>Producto Aplicado</b>
Control hongos/insectos	13/01/2012		Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	14/01/2012		Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	19/01/2012	5-7-8-9-12	Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	20/01/2012	41611	Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	21/01/2012	41611	Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	23/01/2012		Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	23/01/2012		Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	24/01/2012	23-22-21-20	Foliar	CPF/Benomil
Control hongos/insectos	25/01/2012	36928	Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	26/01/2012	38047	Foliar	CPF/Benomil
Control hongos/insectos	28/01/2012		Foliar	CPF/benomil
Control hongos/insectos	30/01/2012		Foliar	CPF/benomil
Control hongos/insectos	31/01/2012	1	Foliar	Decis/Dithane
Control hongos/insectos	01/02/2012	1	Foliar	CPF/Decis
Control hongos/insectos	03/02/2012	38445	Foliar	CPF/Decis
Control hongos/insectos	03/02/2012	6-11-12-13	Foliar	CPF/Decis
Control hongos/insectos	04/02/2012	40246	Foliar	Decis/CPF
Control hongos/insectos	04/02/2012	1	Foliar	CPF/Decis
Control hongos/insectos	06/02/2012	2-6-14-15	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	07/02/2012	16-17-18-19	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	08/02/2012	20-21-22-23	Foliar	Decis dithane
Control hongos/insectos	09/02/2012	14-17-18-19	Foliar	CPF/benomil

Control hongos/insectos	09/02/2012	38445	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	10/02/2012	14-15-16	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	10/02/2012		Foliar	Benomil/CPF
Control hongos/insectos	11/02/2012	7-8-9-10-12	Foliar	Benomil/CPF
Control hongos/insectos	11/02/2012	21-22-23	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	13/02/2012	17-18-19-20	Foliar	Decis/dithane
Control hongos/insectos	13/02/2012		Foliar	Benomil/DPF
Control hongos/insectos	14/02/2012	38445	Foliar	Decis/Benomil
Control Malezas	14/02/2012		Al suelo	Paraquat
Control hongos/insectos	15/02/2012		Foliar	CPF
Fertilización	20/02/2012	1	Al suelo	Cosmorot/h-5
Control malezas	20/02/2012	1--2	Al suelo	Paraquat
Control de malezas	23/02/2012	10	Al suelo	Paraquat
Control hongos/insectos	24/02/2012	14-15-16-23	Foliar	dithane/Decis
Control hongos/insectos	27/02/2012	3	Foliar	dithane/Decis
Control hongos/insectos	28/02/2012	3-4-5-10-7-8	Foliar	dithane/Decis
Control hongos/insectos	29/02/2012	11--13	Foliar	dithane/Decis
Control hongos/insectos	01/03/2012	1-2-6-17-18	Foliar	dithane/Decis
Control insectos	03/03/2012	1	Foliar	CPF
Control hongos/insectos	08/03/2012	2-6-7-17-11	Foliar	Benomil/CPF
Control hongos/insectos	12/03/2012	14-15-16-23	Foliar	Benomil/CPF
Control hongos/insectos	13/03/2012	20-21-22	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	15/03/2012	17-18-19	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	16/03/2012	1--	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	17/03/2012	3--4	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	19/03/2012	7-8-9-10-11-12-13	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	20/03/2012	2-6-17-18-19	Foliar	Bravo/Decis
Control hongos/insectos	21/03/2012	1	Foliar	benomil/CPF
control hongos/insectos	22/03/2012	3--	Foliar	Benomil/CPF
control hongos/insectos	23/03/2012	1	Foliar	Benomil/CPF
control hongos/insectos	24/03/2012	7-8-9-12-13	Foliar	Bravo/Decis

control hongos/insectos	26/03/2012	3--4	Foliar	Bravo/Decis
control insectos	27/03/2012	1	Foliar	Rienda
control insectos	28/03/2012	6--	Foliar	Rienda
control insectos	29/03/2012	3--	Foliar	Rienda
control insectos	30/03/2012	5--7	Foliar	Rienda
control insectos	31/03/2012	8-9-12-13	Foliar	Rienda
control insectos	02/04/2012	10--14	Foliar	Rienda
control hongos/insectos	03/04/2012	14-15-16-17-18-19	Foliar	Dithane/Decis
control hongos/ plagas	04/05/2012	7-8-9-10-12	Control hongos/insectos	Benomil/CPF
control hongos/ plagas	05/05/2012	3--11-13	Control hongos/insectos	Decis
control hongos/ plagas	07/05/2012	21-22	Control hongos/insectos	benomil/ Decis
control hongos/ plagas	08/05/2012	17--18-19	Control hongos/insectos	benomil/ Decis
control hongos/ plagas	09/05/2012	13-14-15-16--7-8-9-12	Control hongos/insectos	benomil/ Decis
control hongos/ plagas	11/05/2012	1	Control hongos/insectos	Decis/ dithane
control hongos/ plagas	12/05/2012	2-5-6-10-11	Control hongos/insectos	CPF /dithane
control hongos/ plagas	14/05/2012	14-15-16-17	Control hongos/insectos	dithane/ CPF
control hongos/ plagas	15/05/2012	7-8-9-10-12-13	Control hongos/insectos	Dithane/ CPF
control hongos/ plagas	16/05/2012	18-19--20	Control hongos/insectos	Dithane/ CPF
control hongos/ plagas	17/05/2012	14--15-16	Control hongos/insectos	Dithane/ CPF
control hongos/ plagas	18/05/2012	17--18-19	Control hongos/insectos	Dithane/ CPF
control hongos/ plagas	19/05/2012	14--15-16	Control hongos/insectos	Dithane/ Decis
control hongos/ plagas	21/05/2012	7-8-9-10-12-13	Control hongos/insectos	Decis/Dithane
control hongos/ plagas	22/05/2012	04/11/2014	Control hongos/insectos	Decis/Dithane
Aplicación al suelo	25de mayo al 4 de junio		Aplicación al suelo	Cosmorot
Aplicación foliar	04/04/2012	1	Aplicación foliar	Bayfolan

### **3.5 Conclusiones**

1. El registro diario de la bitácora, evidencio el manejo agronómico aplicado a la producción del vivero el cual es monitoreado de cerca por los técnicos encargados del área.
2. La mayor causa de descarte en el vivero de la finca el Canaleño fueron plantas pequeñas mal desarrolladas las cuales están definidas específicamente por la genética propia que presentan
3. La segunda causa de descarte es el mal manejo agronómico y las enfermedades fúngicas presentadas tales como ataques de antracnosis

### **3.6 Servicio 2: Validación de metodologías para medición de trabajo (fijar tiempos estándar en cada actividad) en áreas de cosecha en plantaciones de palma adulta**

#### **3.6.1 Objetivos:**

##### **A. General**

1. Validar metodologías que establezcan medidas estándar en las cuales se debe realizar las actividades de cosecha, carga y evacuación de fruta.

##### **B. Específicos:**

1. Establecer el tiempo exacto para cada una de las actividades.
2. Determinar si el tiempo utilizado en las actividades es el óptimo.

### **3.7 Metodología**

#### **3.7.1 FASE DE CAMPO**

##### **A. Materiales:**

Libreta de campo

Cronometro

Boletas para tomar datos y tiempos

Lapicero

##### **B. Descripción:**

A) Se realizó un reconocimiento del área evaluar.

B) Se tomaron tiempos en las diferentes actividades de cosecha las actividades se describen a continuación.

- Corte de racimo de la palma destajo y distribución de las hojas podada, en esta actividad se puede diferenciar palma adulta de 12 años en adelante y palma de 4 años de edad
- Se cronometraron tiempos en la actividad de recolección de pepas.

##### **C. Fase de gabinete:**

- Se creó una boleta para la recopilación de los datos obtenido en campo.
- Se evaluó el tiempo requerido para cada actividad estableciendo el tiempo necesario para la optimización del rendimiento mínimo diario.



### **3.9 RESULTADOS:**

Para cada actividad se tomó una muestra de de 10, en donde se alternó diferente personal de campo para poder obtener un promedio de cada actividad, toda actividad se estimó trabajada a ritmo normal, cada actividad se diferencia por el uso combinado de diferentes herramientas las cuales se describen a continuación:

#### **3.9.1 Corte en palma adulta:**

dicha actividad conlleva varias actividades dentro, las cuales son la cosecha del racimo (objetivo principal), corte en V al racimo cosechado, poda de hoja china y recontra china, destajo de hojas podadas, dispersión de hojas podadas en forma de cobertura vegetal. Las herramientas utilizadas en dicha actividad son cuchillo malayo, y machete.

#### **3.9.2 Corte en palma pequeña:**

Machete o chuzo: dicha actividad conlleva varias actividades dentro, las cuales son la cosecha del racimo (objetivo principal), corte en V al racimo cosechado, poda de hoja china y recontra china, destajo de hojas podadas, dispersión de hojas podadas en forma de cobertura vegetal. Las herramientas utilizadas en dicha actividad son chuzo, y machete.

**Recolección de Pepa:** N/A (sin herramienta): dicha actividad tiene como objetivo recolectar el fruto suelto en el suelo, dicha actividad no utiliza ningún tipo de herramienta

#### **3.9.3 Recolección de Pepa con herramientas:**

(Uso de rastrillos): dicha actividad tiene como objetivo recolectar el fruto suelto en el suelo, dicha actividad tiene una modalidad en la cual se utiliza como herramienta un rastrillo.

Cuadro 21. Medición de tiempos corte en palma adulta.

<b>BOLETA EVUALUACION MEDICION DE TIEMPOS</b>						
<b>ACTIVIDADES</b>						
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO( MIN)</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RITMO</b>
1	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	4.01	malayo ,machete	la palma contenía un racimo	NORMAL
2	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	8.1	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
3	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	6.03	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
4	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	5.15	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
5	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	7.45	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
6	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	6.05	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
7	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	7.08	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
8	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	7.03	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
9	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	6.09	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
10	Corte de racimos	corte de racimo, dispersión de hojas	8.09	malayo ,machete	palma con 2 racimos	NORMAL
<b>TOTAL PROMEDIO</b>			6.5			

Cuadro 22. Medición de tiempos en palma pequeña

<b>BOLETA EVUALUACION MEDICION DE TIEMPOS</b>						
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO( MIN)</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RITMO</b>
1	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.04	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
2	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.02	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
3	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.4	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
4	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.05	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
5	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.4	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
6	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.45	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
7	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.23	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
8	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.45	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
9	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	5.08	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
10	corte racimos palma pequeña	corte de racimo, dispersión de hojas	3.04	chuzo , machete	palma con racimos palma pequeña	NORMAL
<b>TOTAL PROMEDIO</b>			3.4			

Cuadro 23. **Medición de tiempo, recolección de pea sin herramienta.**

<b>BOLETA EVUALUACION MEDICION DE TIEMPOS</b>						
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO( MIN)</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RITMO</b>
1	recolección de pepas	llenado de un saco	22.4	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
2	recolección de pepas	llenado de un saco	16.29	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
3	recolección de pepas	llenado de un saco	18.3	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
4	recolección de pepas	llenado de un saco	25.45	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
5	recolección de pepas	llenado de un saco	20.23	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
6	recolección de pepas	llenado de un saco	26.07	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
7	recolección de pepas	llenado de un saco	18.32	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
8	recolección de pepas	llenado de un saco	22.35	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
9	recolección de pepas	llenado de un saco	15.55	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
10	recolección de pepas	llenado de un saco	17.08	NA	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
<b>TOTAL PROMEDIO</b>			20.2			

Cuadro 24. Medición de tiempos recolección de pepa, con herramienta.

<b>BOLETA EVUALUACION MEDICION DE TIEMPOS</b>						
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO( MIN)</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RITMO</b>
1	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	11.49	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
2	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	8.39	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
3	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	16.29	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
4	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	10.23	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
5	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	14.05	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
6	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	12.21	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
7	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	11.48	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
8	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	16.5	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
9	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	15.25	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
10	recolección de pepas	llenado de un saco con rastrillo	22.56	Rastrillo	la tarea diaria son 20 costales	NORMAL
<b>TOTAL PROMEDIO</b>			13.8			

Cuadro 25. Resumen medición de tiempos estándares para actividades de cosecha

<b>RESUMEN</b>	Promedio de tiempo
Corte en palma adulta	6.508 Min
Corte en palma pequeña	3.416 Min
Recolección de pepa sin herramienta	20.204 Min
Recolección de pepa con herramienta	13.845 Min

1. El cuadro 25 presenta el promedio resumen para cada actividad, promedio obtenido de una muestra de 10 diferentes trabajadores para obtener un promedio de realización de cada actividad.
2. El método de medición de tiempos se basa en la medición de actividades el cual determina un tiempo estándar para cada actividad según el promedio cronometrado de una muestra.

### 3.9.4 Actividades cronometradas en la medición de tiempos y movimientos



Figura. 30. Corte y recolección de racimos en la actividad de cosecha



Figura. 31 Cosecha de racimos en palma mayor a 5 años



Figura. 32. Cosecha de racimos en palma menor de 5 años



Figura. 33. Recolección de pepas sin herramienta.



Figura. 34 Recolección de pepas con herramienta (rastrillo)

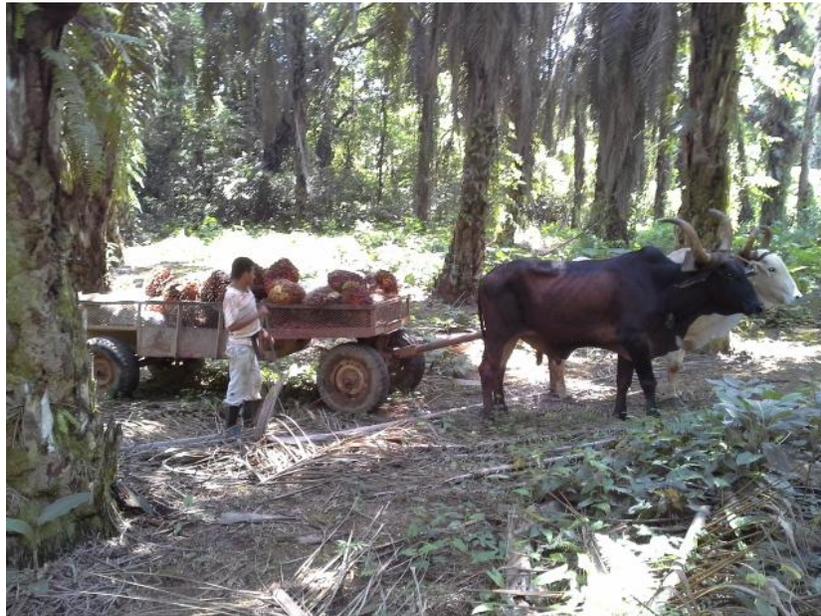


Figura. 35. Evacuación de fruta del campo



Figura. 36. Carga de fruta al camión

### 3.10 Conclusiones:

La metodología planteada para la práctica de medición de tiempos y movimientos, se basa en la recopilación de datos de una actividad, en la que se toman muestras heterogéneas en para determinar el número de movimientos similares totales para realizar en cada actividad, así como el tiempo promedio para realizar los movimientos homogéneos.

El tiempo para cada actividad es el promedio del conjunto de movimientos homogéneos de muestras aleatorias. El tiempo de las actividades puede ser optimizado, reduciendo los tiempos muertos entre cada actividad.

### 3.11 Bibliografías:

1. Vélez, JC; Montoya, R; Oliveros, T. 1999. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café. Boletín Técnico Cenicafe no. 21:1-19.