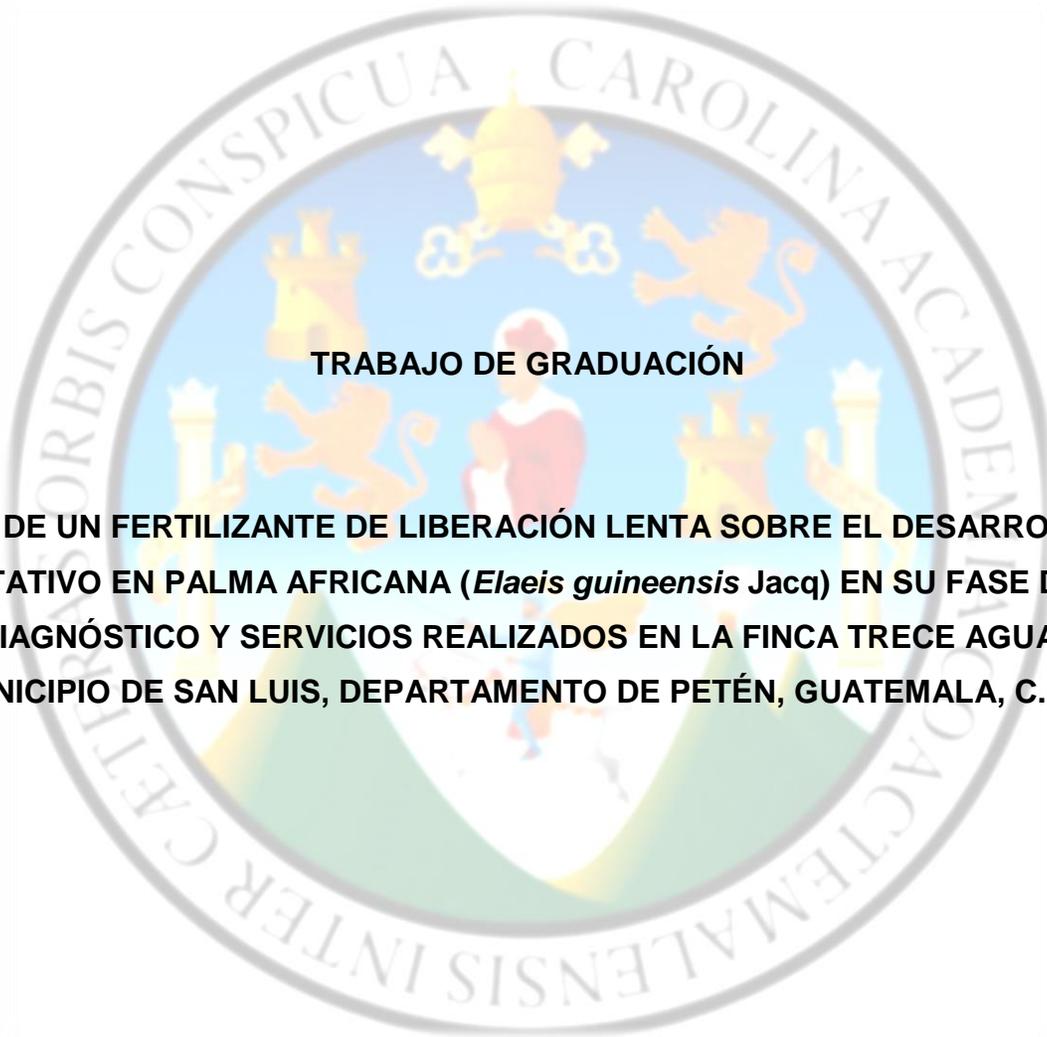


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN SU FASE DE VIVERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA, C. A.

OSCAR LEONEL MARROQUÍN IZAGUIRRE

GUATEMALA, OCTUBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

EFFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN SU FASE DE VIVERO, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA, C. A.

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

POR

OSCAR LEONEL MARROQUÍN IZAGUIRRE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Tomas Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	M.Sc. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Per. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	MEH. Rut Raquel Curruchich Cúmez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE 2015

Guatemala, octubre 2015

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

Honorables miembros:

De conformidad por 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 **EFFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN SU FASE DE VIVERO, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETEN, 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, es grato suscribirme.

Atentamente,

Oscar Leonel Marroquín Izaguirre

ACTO QUE DEDICO A:

Dios, San Juan Bosco y la Virgen María por darme fuerzas para seguir adelante, venciendo las adversidades puestas en mi camino, que tú gracias nunca se aparte de mí vida.

Mi Madre María Teresa Izaguirre, por darme todo su amor, comprensión, consejos, paciencia, apoyo incondicional siempre y por guiarme por el camino del bien. A mi Padre Hugo Leonel Marroquín, porque desde joven me enseñó decir la verdad y hoy diré la verdad más grande, que desde ese corazón de hierro sé que arde de amor por mí.

Mis abuelos, en especial a Oscar Vicente Marroquín, que desde niño con sus idas los fines de semana al “monte” me enseñó lo que es el amor por la tierra. Y a los que están en el cielo, gracias por su apoyo.

Mis hermana, Mónica José y Sucely, por su amor sus consejos y apoyarme en todo momento, gracias por estar conmigo siempre.

Mis sobrinos, Rodrigo, Jimena, Alejandra y Sebastián, porque con sus ocurrencias hacen que las cargas sean fáciles.

Mis segundas madres, Marly González, Rosa María y Aida Luz Marroquín, Violeta y Guadalupe Izaguirre por su apoyo y consejos siempre, por motivarme a salir adelante y ser una persona de bien.

Mi novia, Marie por darme su apoyo incondicional ante cualquier situación, brindándome momentos especiales los cuales me hicieron valorar mis esfuerzos para alcanzar esta meta, la amo negra,

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:

Dios Don Bosco y María Auxiliadora, por guiarme en el camino correcto, por ser mi protección y darme la fortaleza y esperanza toda mi vida.

Mi mis padres, por ser el mayor ejemplo de vida que puedo seguir, dándome siempre su amor y consejos positivos en todo momento, ayudándome alcanzar todas mis metas, enseñándome que con esfuerzo, dedicación y Fe no hay nada imposible.

A Marie por su cariño en nuestra etapa de estudiantes universitarios que servirá para tener recuerdos especiales a lo largo de la vida

Los hermanos Jusianos, que hacen que una amistad en cristo tengas hermanos para toda la vida.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por enseñarme una perspectiva astral del alma y completar la metamorfosis de un San Carlita, desde la revolución hasta la academia.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres por todo su amor, cariño, comprensión, apoyo y ser un ejemplo de persona a seguir, gracias a ella he logrado alcanzar esta meta en mi vida, que sin ella no hubiera sido posible alcanzar mi objetivo

Marie por su complicidad, entender que siempre somos un equipo en cualquier etapa de la vida. La quiero mucho.

Mis amigos, Cambranes, Eduardo, Johan, Cesar, Wolfgang, Icu, Aroldo, Christian, Luciano, Tono, Luis Linares, Rodolfo, Jorge, Betsua, Angela, Veraly, Onelia, Sara, Benjamín, Gracias por compartir momentos de felicidad, angustia y pena, durante este ciclo universitario, ya que me apoyaron con su amistad incondicionalmente en todo momento.

Mis compañeros, Josué Escobar, Luis Rivera, Ing. Rodrigo Díaz, Alba Gálvez, Juan y Ervin, quienes me apoyaron e intervinieron de una u otra manera en el alcance de este objetivo.

La familia salesiana, es especial a los hermanos salesianos Luis Acevedo, Joao, Gabriel, Christian, Anderson, Gustavo, Kenneth y el Padre Miguel porque con el amor a Don Bosco sabemos que con un pedacito de paraíso basta para trabajar por los jóvenes, son unos cracks.

NaturAceites, S.A por la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un ambiente de profesionalismo.

Mis supervisores Ingeniera Lily Gutiérrez y el ingeniero José Horacio Ramírez, por su supervisión profesional, apoyo y ejecución del presente trabajo.

Mi asesor el Dr. Anibal Sacbaja, por su asesoría profesional, en la realización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO GENERAL EN VIVERO DE PALMA AFRICANA	
(<i>Elaeisguineensis</i> Jacq.), EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE	
SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA, C. A.	
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 PLANTEACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 METODOLOGÍA	4
1.4.1 Inducción	4
1.4.2 Revisión de literatura	4
1.4.3 Fase de campo	4
1.4.4 Análisis de la información	4
1.5 MARCO REFERENCIAL	5
1.5.1 San Luis, Peten.	5
1.5.2 Suelos	5
1.5.3 Hidrografía	5
1.5.4 Precipitación pluvial.....	6
1.5.5 Vías de comunicación.....	6
1.5.6 Agricultura	6
1.6 RESULTADOS	7
1.6.1 Datos generales del vivero.....	7

	PÁGINA
1.6.2 Descripción de las funciones del personal del Vivero	8
1.6.3 Situación del Vivero San Luis.....	9
1.6.4 FODA del vivero de Palma africana San Luis	14
1.7 CONCLUSIONES.....	16
1.8 RECOMENDACIONES	16
1.9 BIBLIOGRAFÍA	17
 CAPITULO II	
INFORME FINAL INVESTIGACIÓN	
2.EFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) EN SU FASE DE VIVERO, EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA. C. A.....	
18	
2.1 PRESENTACIÓN.....	19
2.2 JUSTIFICACIÓN	19
2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
2.4 MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.4.1 Palma Africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq).....	22
2.4.2 Viveros	22
2.4.3 Diseño	23
2.4.4 Tipo de funda y llenado	23
2.4.5 Riego	23
2.4.6 Fertilización.....	24
2.4.7 Fertilizantes que se utilizan en viveros de palma africana.....	25
2.4.8 Fertilizantes de liberación controlada.....	28

	PÁGINA
2.4.9	Métodos de aplicación de osmocote31
2.5	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES32
2.5.1	Evaluación del fertilizante de liberación lenta en la producción de almácigo de café en bolsa.32
2.5.2	Ensayos de Basacote en el sector forestal34
2.6	HIPÓTESIS36
2.7	OBJETIVOS36
2.7.1	General36
2.7.2	Específicos.....36
2.8	METODOLOGÍA37
2.9	INFORMACIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO.37
2.9.1	Localización del experimento37
2.9.2	Diseño experimental37
2.9.3	Descripción del ensayo38
2.9.4	Descripción de tratamientos39
2.9.5	Programación de aplicaciones40
2.9.6	Aplicación.....41
2.10	Recopilación de datos41
2.10.1	Parámetros de crecimiento:41
2.11	Manejo del experimento42
2.11.1	Delimitación del área y establecimientos de parcelas.....42
2.11.2	Manejo Agronómico a las plantas de palma42
2.11.3	Fertilizante.....43

	PÁGINA
2.11.4 Aplicación de fertilizante	44
2.12 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	44
2.12.1 Modelo estadístico.....	44
2.13 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	45
2.14 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
2.14.1 Datos obtenidos en el experimento.....	46
2.14.2 Resultados de análisis estadístico.....	47
2.14.3 Análisis de suelo	55
2.15 CONCLUSIONES.....	58
2.16 RECOMENDACIONES	59
2.17 BIBLIOGRAFÍA	60
2.18 ANEXOS	62
3 SERVICIOS REALIZADO EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA, C.A.....	65
3.1 PRESENTACIÓN.....	66
3.2 ELABORACIÓN DE CENSO Y BITÁCORA DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA C.A.....	66
3.2.1 Objetivos.....	66
3.2.2 Metodología.....	67
3.2.3 Resultados	67
3.3 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PRE-VIVERO DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq), EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTODE PETEN, GUATEMALA, C.A.	81
3.3.1 Objetivos.....	81

	PÁGINA
3.3.2 Metodología.....	81
3.3.3 Resultados.....	82
3.4 BIBLIOGRAFÍA	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa referencial de ubicación del proyecto	6
Figura 2. Organigrama del personal del vivero	7
Figura 3. Distribución de plantas en el vivero	9
Figura 4. Traslado palma de vivero Canaleño	10
Figura 5. Sistema de riego, pivote central	11
Figura 6. Transporte personal del vivero	14
Figura 7. A la izquierda se observa un sistema de riego tradicional por aspersión..	24
Figura 8. Aplicación de una cantidad determinada de fertilizante con un pequeño recipiente previamente calibrado..	27
Figura 9. Esquema de un grano de fertilización controlada	29
Figura 10. Tasas de liberación de los fertilizantes encapsulados dependiendo del tipo de cubierta	30
Figura 11. Sistema radical ensayo basacote	34
Figura 12. Desarrollo ensayo basacote	35
Figura 13. Factor producción ensayo basacote	35
Figura 14. Esquema distribución del ensayo en campo.....	38
Figura 15. Distribución de tratamientos	42
Figura 16. Izquierda presentación del fertilizante de liberación controlada (osmocote). Medidas para la aplicación de la dosis en las bolsas de vivero.....	43
Figura 17. Primera, segunda y tercera aplicación respectivamente del fertilizante (osmocote).	44
Figura 18. Ancho de bulbo.....	44
Figura 19. Alto de planta.....	45
Figura 20. Grafica de medias de tratamientos por bloque en parámetro altura de planta	48
Figura 21. Grafica de medias de tratamientos por bloque en parámetro número de hojas.....	49

	PÁGINA
Figura 22. Gráfica de medias de tratamientos por bloque en parámetro diámetro de bulbo	51
Figura 23. Gráfica del comportamiento de altura de planta en las tres tomas de datos	51
Figura 24. Gráfica del comportamiento de número de hojas en las tres tomas de datos	52
Figura 25. Gráfica del comportamiento del diámetro del bulbo en las tres tomas de datos	52
Figura 26. Gráfica de concentración foliar NPK.....	54
Figura 27. Riego tipo pivote.....	80
Figura 28. Fertilización y descarte de palmas.....	80
Figura 29. Selección y siembra de semilla.	86

ÍNDICE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Mezcla fungicidas	12
Cuadro 2. Mezcla insecticidas	13
Cuadro 3. Análisis FODA vivero San Luis	15
Cuadro 4. Requerimientos nutricionales de palma africana hasta los 2 años de edad ..	25
Cuadro 5. Fertilización utilizada en viveros	27
Cuadro 6. Fertilización utilizada en algunos viveros en Costa Rica	28
Cuadro 7. Descripción de diseño experimental utilizado para ensayo osmocote, fertilizante de liberación controlada para plantas de vivero (número de plantas).	37
Cuadro 8. Descripción de presentaciones del fertilizante Osmocote.	38
Cuadro 9. Descripción de tratamientos	39
Cuadro 10. Programa de fertilización convencional.....	40
Cuadro 11: Cuadro 11. Se detallan los nutrientes aportados por cada tratamiento, donde los niveles cambian según la cantidad de osmocote aplicado.	41
Cuadro 12. Matriz promedio de datos en el último muestreo sin refuerzo	46
Cuadro 13. Matriz promedio de datos en el último muestreo con refuerzo	46
Cuadro 14. ANDEVA parámetro altura de tratamientos con refuerzo	47
Cuadro 15. ANDEVA parámetro altura de tratamientos sin refuerzo	47
Cuadro 16. ANDEVA parámetro No. hojas de tratamientos con refuerzo	48
Cuadro 17. Cuadro 17. Andeva parámetro No. Hojas de tratamientos sin refuerzo.....	49
Cuadro 18. ANDEVA parámetro diámetro de bulbo en tratamientos con refuerzo.....	50
Cuadro 19. ANDEVA parámetro diámetro de bulbo en tratamientos sin refuerzo.....	50
Cuadro 20. Análisis foliar NPK	53
Cuadro 21. Análisis de suelo	55
Cuadro 22. Análisis de costo en tratamientos osmocote	55
Cuadro 23. Análisis de costo en fertilización convencional	56

PÁGINA

Cuadro 24. Niveles críticos de nutrientes en el suelo	62
Cuadro 25. Cuadro 25. Contenido de elemento puro en las mezclas	62
Cuadro 26. ANDEVA altura planta con y sin refuerzo	63
Cuadro 27. ANDEVA número de hojas con y sin refuerzo.....	63
Cuadro 28. ANDEVA diámetro de bulbo con y sin refuerzos	64
Cuadro 29. Datos totales de análisis foliar de plantas	64
Cuadro 30. Programa general de fertilización para los viveros de palma africana, de la empresa Naturaceites, S. A.	68
Cuadro 31. Programa de control sanitario para los viveros de la empresa Naturaceites, S.A.	69
Cuadro 32. Cantidad de plantas presentes en el vivero de palma africana San Luis.....	72
Cuadro 33. Movimientos de plantas de palma africana, en el vivero Canaleño.	72
Cuadro 34. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 1, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.	74
Cuadro 35. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 2, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.	75
Cuadro 36. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 3, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.	76
Cuadro 37. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 4, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.	77
Cuadro 38. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 5, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.	78
Cuadro 39. Resultados de la selección de la semilla de y cantidades sembradas en el pre vivero de palma africana, en San Luis.	85

EFFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (*elaeisguineensis*Jacq) EN SU FASE DE VIVERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA,C. A.

EFFECT OF A SLOW RELEASE FERTILIZER ON VEGETATIVE DEVELOPMENT IN AFRICAN PALM (*Elaeisguineensis*Jacq) IN THE NURSERY PHASE, DIAGNOSIS AND SERVICES PERFORMED IN THIRTEEN WATER VILLA IN THE MUNICIPALITY OF SAN LUIS, DEPARTMENT PETEN, GUATEMALA. C. A.

RESUMEN

La empresa NaturAceites S. A., tiene como finalidad la producción de aceite de palma aceitera. La empresa inicia en el ámbito agrícola en el año de 1998, con el nombre de Indesa S. A. en la región de Polochic. En el año 2002 inicia la producción de frutos de las plantaciones. En el año 2006 amplía el área de producción hacia la Franja Transversal del Norte, en el municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, conocida como Padesa, siguiendo su expansión en el año 2011 inician operaciones de siembra en la aldea Trece Aguas, municipio de San Luis, departamento de Petén.

Según la elaboración de un diagnóstico general del vivero de palma africana, en la finca Trece Aguas, municipio San Luis, departamento de Petén, el cultivo de palma aceitera es trabajado desde el pre-vivero, vivero, hasta los campos de siembra definitiva, en base a la observación directa en el área de vivero sobre las prácticas agronómicas realizadas. Se identificaron las diferentes actividades que realizan los trabajadores en el vivero, desde la preparación del suelo hasta la siembra definitiva en campo, mejora de suelos mediante prácticas agrícolas.

Para que la producción de aceite sea de buena calidad. Se debe cuidar el cultivo desde la elección de semilla. En el vivero se descarta si presentan algún problema o deficiencia, para que en campo definitivo se lleven plantas que estén dentro de los

estándares de calidad, de esta manera se obtendrá el mayor rendimiento en producción.

Lo importante de conocer la fisiología de la planta en las distintas edades, es que permite definir los criterios a tomar en cuanto a planes de fertilización, aplicación de los fertilizantes en el área adecuada. De esta manera se evitan pérdidas en la aplicación, reflejada en la parte aérea con deficiencias, las cuales conducen a enfermedades que producen pérdidas en las plantaciones.

La investigación denominada: “Efecto de un fertilizante de liberación lenta sobre el desarrollo vegetativo en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en fase de vivero, en la finca Trece Aguas, en el municipio de San Luis, departamento de Petén, Guatemala, C.A.”. El estudio tuvo como objetivo principal generar recomendaciones evaluar el desempeño de los fertilizantes de liberación lenta de la familia osmocote, versus la fertilización convencional (Tiple 15, nitrato de amonio, KMag, muriato de potasio) en el desarrollo vegetativo de palma africana en fase de vivero; para ello, se realizó la aplicación de diferentes tratamientos (dosis) en las parcelas experimentales, luego de observar en desarrollo vegetativo en las plantas se obtuvieron los resultados del comportamiento en las aplicaciones de los diferentes longevidades. Por lo que se recomendó, la utilización del plan de fertilización convencional debido a que no se mostraron diferencias significativas en los tratamientos osmocote con fertilización convencional.

Los servicios realizados dentro de la empresa fueron: 1) La elaboración de un censo y bitácora del vivero en la finca Trece Aguas, estas actividades sirven para tener un dato sobre la cantidad de fertilizante a utilizar en cada una de las aplicaciones así como programar siembra en las áreas definitivas de campo luego de la fase del vivero.2) Establecimiento y manejo de pre-vivero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), para disminuir el porcentaje de descarte y que la planta se fuera ambientando al área de plantación.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO GENERAL EN VIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq.), EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA, C. A.

1.1 PRESENTACIÓN

En los caseríos Trece Aguas, El Delegado, El Escobo, Arroyo San Martín, el Bajío, Raxujá, El Limón, pertenecientes al municipio de San Luis, departamento de Peten, muchas familias se ven favorecidas con el inicio de actividades de la empresa NaturAceites, en el segundo semestre del 2011, con su proyecto del cultivo de Palma Africana (*ElaeisguineensisJacq*), utilizada para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados. El objetivo principal de este diagnóstico final fue de conocer las condiciones biofísicas, socioeconómicas, tecnológicas e institucionales del área de trabajo.

Las áreas en donde se encuentran ubicadas las plantaciones presentan condiciones idóneas para que estas se desarrollen dando como resultados producciones excelentes como mayor cantidad de aceite por hectárea sembrada.

Para alcanzar estos resultados óptimos, se tiene que dar un excelente manejo en la etapa de vivero de las plantas, ya que de ahí depende la calidad de las plantas que posteriormente serán sembradas en el área definitiva de producción.

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 de campo (descripción del proceso productivo) y observaciones; la tercera fase, consistió en organizar y analizar la información colectada.

Por consiguiente se elaboró el plan de servicios y se planteó una investigación, para mejorar los procesos en las actividades realizadas por el personal generando así un mejor desempeño y una mejora en la calidad de labores en ejecución.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las personas que inician en el cultivo de palma africana (*Elaeisguineensis*Jacq) poseen poco conocimiento fundamentado de las actividades que se realizan en el crecimiento de palma africana en vivero, lo cual tiene implicaciones en el crecimiento y desarrollo de las plantas en el campo, lo cual conducirá a plantas provenientes del vivero con baja calidad. El manejo de las plantas en un vivero de palma africana es importante debido a que del manejo que se realice en vivero dependerá la calidad de las plantas que se obtengan y por ello la producción de palma africana en vivero tiene como objetivo obtener las plantas de alta calidad para establecerlas en campo, basándose en el buen manejo de procesos y métodos adecuados.

Lo que se busca en las plantas establecidas ya en vivero es que éstas sean lo más sanas e idóneas para que no presenten problemas como consecuencia de un mal manejo en vivero y puedan ser trasladadas al área de siembra definitiva.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

1. Conocer la situación actual del manejo en el campo, de los viveros de palma africana, con el fin de optimizar los recursos.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar cuáles son las actividades agrícolas, que están relacionadas con el manejo en el campo de la palma africana, en su fase de vivero.
2. Proponer una solución al problema más importante que presenta el vivero de palma africana.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Inducción

Hubo una inducción a cargo de la Ingeniera Andrea Reiche esto en el área de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz y el Perito Agrónomo Fernando Morales, administrador de la finca del área de San Luis, Peten. En esta inducción se presentaron las políticas de la empresa, así como la visión y misión dentro de la industria de la palma africana.

1.4.2 Revisión de literatura

Se recolectó información de documentos encontrados en la web, sobre el cultivo de Palma Africana, en su fase de vivero, CENIPALMA, CEDEPALMA, IICA, ANACAFE. Además se revisaron Tesis de grado en la Facultad de Agronomía, así como en el tesarío de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Otros documentos revisados fueron Folletos informativos, artículos científicos, documentos brindados por la institución de NaturAceites. Además se colecto información del área donde está ubicada la finca, en la municipalidad de San Luis y del Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.4.3 Fase de campo

Durante las distintas visitas a campo, se realizaron recorridos con el personal del vivero de palma africana, logrando observar las principales tecnologías utilizadas y desarrolladas en el área.

1.4.4 Análisis de la información

Con la información recolectada por los distintos medios, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, utilizando la herramienta FODA, la cual permitió identificar las áreas de trabajo y como maximizar los recursos y disminuir las dificultades.

1.5 Marco Referencial

1.5.1 SanLuis, Peten.

El municipio de San Luis, se localiza en el extremo sureste del departamento de Petén. Colinda al este con el distrito de Toledo, Belice. Al norte con el municipio de Poptún, Petén. Al oeste con el municipio de Sayaxché y al sur limita con Livingston, Izabal y los municipios de Chahal y Fray Bartolomé de las Casas de Alta Verapaz. Su extensión territorial es de 2,913 Kms², su cabecera municipal se ubica a 475 metros sobre el nivel del mar, altitud que le proporciona un clima subtropical semitemplado con una temperatura promedio de los 18 a los 25 grados centígrados. Es el municipio de entrada al departamento de Petén, se encuentra a 120 Kms. de la cabecera departamental (3,4).

1.5.2 Suelos

Según la Clasificación de Suelos de la República de Guatemala realizada por Charles S. Simmons et al, los tipos de suelos existente en el municipio se caracterizan por ser suelos pocos profundos como el Chacalte, Guapaca, Ixbobó y Cuxú, aunque en la mayoría del municipio son profundos como el Chapayal, Machicalá y el Sartún imperfectamente a mal drenados con relieves sumamente ondulados, se desarrollan en suelo calizo de color café oscuro y aluvión de esquisto arcilloso en un clima cálido y húmedo(3,4).

1.5.3 Hidrografía

El río Pusilá y su afluente el río Blanco, nacen en las estribaciones sur de las Montañas Mayas y desembocan en el río Moho, en territorio de Belice; el río Temash nace al sur; el río Sarstún y Gracias a Dios determina la frontera entre Petén e Izabal. Río Santa Isabel o Cancuén que determina la frontera con Alta Verapaz, ríos Ixbobó y Cansís, Trece Aguas, Ixbobó, San Pedro, Machaquilaito, río Blanco, Saklic, Ixnohá, que se encuentra dentro de la cabecera municipal y que nace en el barrio La Florida, el que actualmente provee de agua potable para una gran parte de la población de la cabecera municipal(3,4).

Temperatura

La temperatura en el municipio de San Luis, se mantiene entre los rangos de 18°C mínimo y 35°C máximo (3).

1.5.4 Precipitación pluvial

Con una precipitación pluvial de 1,500 a 1,550 mm anuales, ya que la época lluviosa inicia los primeros días de Junio y se extiende hasta el mes de enero y parte de febrero (3).

1.5.5 Vías de comunicación

De San Luis a Ciudad Flores Petén, hay una distancia de 118 Kilómetros y a la Capital de Guatemala hay 373 kilómetros las son carreteras asfaltadas. Los caminos internos de importancia están balastrados; y las distancias, en kilómetros, de la cabecera Municipal a algunas comunidades son las siguientes: Trece Aguas 82 km (vía Santa Isabel -Machaquilaíto). En la figura 1 se muestra la ubicación del proyecto (3).

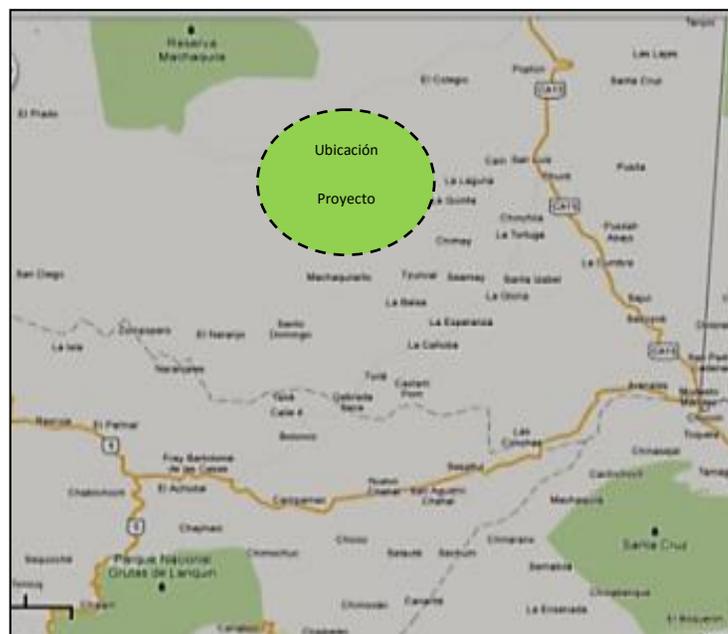


Figura 1. Mapa referencial de ubicación del proyecto

1.5.6 Agricultura

Los campesinos siguen utilizando métodos primitivos para el cultivo del maíz y del frijol, ya que por la topografía del terreno no es posible la mecanización. Sin embargo, con la

utilización del frijol abono y los abonos químicos los campesinos han logrado mejorar la producción de los granos básicos que mantienen el mercado local y de la ciudad capital. No se tiene un dato estimado de la producción de maíz, frijol, tomate, arroz y otros productos que se cultivan en el municipio (3).

1.6 RESULTADOS

1.6.1 Datos generales del vivero



Figura 2. Organigrama del personal del vivero

1.6.2 Descripción de las funciones del personal del Vivero

Tomando como referencia la figura 2 del organigrama de funciones dentro del vivero con el que cada uno cuenta con una responsabilidad que es: el administrador de la finca Fernando Morales, es la persona encargada del proyecto de siembra de la palma y es el canal de comunicación con los gerentes agrícolas, a quienes informa sobre el estado de las plantas de vivero y las necesidades que tiene el mismo.

El Caporal A o Encargado del vivero, Abel, es la persona encargada de ver que las actividades se lleven a cabo, así como de supervisar el trabajo de los caporales encargados de cada una de las actividades.

Los caporales encargados de cada actividad, son los que tienen la responsabilidad de que sus trabajadores realicen la tarea programada en el vivero.

Encargado de riego, es el encargado de velar porque las bolsas siempre tengan agua a capacidad de campo y que la aplicación del riego sea óptimo.

Encargado de Aplicación, desarrolla las actividades según el cronograma, designando las labores a sus trabajadores.

Encargado de Fertilización, se encarga de implementar el programa de fertilización dado por la empresa y llevarlo a cabo. Esta actividad de fertilización es realizada por mujeres.

Caporales de cuadrillas, son dos grupos de hombres que se dedican a trabajos varios, por lo que ellos no tienen un cronograma de actividades, sino trabajan en función de la necesidad más próxima que se tenga en el vivero.

Bodeguero, encargado de llevar registro de todo en el vivero.

Guardián, encargado de velar el cuidado del vivero, en horas de la noche o días en que no hay actividad.

1.6.3 Situación del Vivero San Luis

El vivero de San Luis, como es conocido en la empresa NaturAceites, se inició con la visión que tiene la empresa para la extracción de aceite de palma africana en esa región. El proyecto comenzó con la selección de un terreno que cumpliera con los requisitos para la instalación del vivero, siendo estos: fácil acceso al área, disponibilidad de agua y adecuada topografía del terreno ver figura 3 donde muestra la topografía y distribución de las plantas en el vivero.



Figura 3. Distribución de plantas en el vivero

Después de la ubicación del terreno, se inició con la preparación del terreno y la recepción del material vegetal, que venían en bandejas, desde Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, para su establecimiento en el vivero de San Luis.

El área del vivero está determinada por la cantidad de palma que se va a sembrar en el proyecto. Por ello, la distribución de las mismas, al principio fue rectangular, pero con la implementación del riego por medio de pivote central, se hizo una distribución en forma circular.

El vivero actualmente cuenta con 275,614 palmas, de las cuales 93,741 son de la variedad Nigeria y 181,873 de la variedad Ghana. Dentro de esta cantidad, se toman en

cuenta palmas en bolsa, que provienen del vivero de la Finca Canaleño, Fray Bartolomé de las Casas.

El trasplante de palmas de bandejas a bolsas de polietileno, dio inicio en el mes de octubre de 2011, conforme fueron ingresando las bandejas. Se tiene un registro de palma que se terminó de trasplantar en febrero de 2012. La planta antes de pasar al vivero, lleva un proceso llamado pre-vivero, que tiene una duración de 2 meses, luego es colocada en las bolsas definitivas. La distribución de las plantas se va dando conforme vaya ingresando la bandeja al vivero.

La cantidad de pantes con que cuenta el vivero es de 5. Actualmente se está haciendo la distribución de palma que viene de la finca Canaleño, ver figura 4. Por lo que se están conformando nuevos pantes. (Por pante, se entiende a una sección determinada de palmas en campo).



Figura 4. Traslado palma de vivero Canaleño

El programa de fertilización es establecido por la empresa, en base a los análisis de suelos y vegetales realizados y las necesidades de la palma en su fase de vivero. Todos viveros cuentan con estos mismos análisis. La distribución se hace en base a la fecha de siembra, dejando un intervalo de 15 días en cada aplicación, siendo esta una

cantidad específica de gramos por bolsa. A veces, el programa de fertilización puede cambiar, debido algún comportamiento que tenga la planta.

Los formulación utilizada es: Triple 15 (15-15-15), Mop (Muriato de potasio 0-0-60), Dap (Fosfato diamónico 18-46-0), K-mag (Sulfato de potasio y magnesio 26-0-26) y Nitrato de Amonio.

El tipo de riego con que cuenta el vivero es “pivote central”, ver figura 5. Por lo que la distribución de la planta en el vivero es de forma circular. Tiene una longitud de 360 mts. Está constituido de 6 secciones y la altura de los aspersores es de 1.60 mts del suelo, con una presión de 15 psi. La frecuencia de riego es diaria, siendo la eficiencia del pivote de un 65%, por lo cual cada planta recibe la cantidad de 20 mm de agua. El pivote se tarda 24 hrs en completar los 360 grados.



Figura 5. Sistema de riego, pivote central

Con la efectiva aplicación que se tiene en el vivero de insecticidas y fungicidas, se han controlado los focos de enfermedades que puedan afectar a la planta, así como de plagas.

Los fungicidas utilizados son preventivos, así mismo se hace una rotación de los productos para que la planta o enfermedad no cree resistencia al producto y con ello evitar la proliferación de las enfermedades. Los productos utilizados son: Benomil y Dithane, los cuales se aplican con una mezcla de Buffex e Index-A, para mejorar la eficiencia en la aplicación ver cuadro 1.

La plaga que más afecta la palma africana es el gusano cogollero, siendo su distribución mínima, debido al control efectivo del insecticida Decis, mezclado con Buffex e Index-A, ver cuadro 2, lo cual mejora la eficiencia en su aplicación. Durante la investigación se detectó un problema con ácaros en el pante 1, el cuál se controló con el uso del producto Rienda, logrando reducir la afección a las demás plantas de palma africana.

En algunos casos, la presencia de maleza dentro del vivero se controla utilizando Paraquat, el cual se mezcla con Goal Tender, Buffex, e Index-A. Las aplicaciones de este herbicida se hacen a una distancia de aproximadamente 40 centímetros de la planta y con mucha precaución, para evitar que afecte las plantas de palma africana.

Cuadro 1. Mezcla fungicidas

Centímetros Cúbicos de Fungicida	
Dithane	Benomil
25 cc/ 16 litros de agua	30 cc/ 16 litros de agua

Cuadro 2. Mezcla insecticidas

Centímetros Cúbicos Insecticida.		
Decis	CPF 48	Rienda
50 cc/ 16 litros de Agua	50 cc/ 16 litro de agua	20 cc/ Bomba

Para el manejo de vivero, se utilizan 65 personas, de las cuales aproximadamente 30 mujeres, quienes se encargan de la fertilización, tapado de semilla y eliminación de maleza dentro de la bolsa. El resto del personal, son hombres que desarrollan las actividades de riego, aplicaciones de productos y trabajos varios que comprende alineación de bolsa, traslado de bolsa, etc.

Algunos problemas con los que se ha enfrentado el vivero, fue que en su inicio el diseño era rectangular y su riego aún no se había establecido, por lo cual se empezó a regar con bombas de mochila.

Algunas plantas provenientes de las bandejas de Fray Bartolomé De las Casas, salieron afectadas por el traslado y el contacto con el aire.

El tipo de textura del terreno, hace que las ruedas de las secciones del pivote se atasquen, por lo que se han implementado coberturas para mejorar la “rodada” y el riego no tenga ningún inconveniente.

Se observaron algunas plantas con sus hojas quemadas, debido a las aplicaciones del fertilizante de manera inadecuada, al momento de ser aplicado.

La mayoría de los caporales han trabajado desde el establecimiento del vivero en el área de San Luis, teniendo mucha experiencia, en el desarrollo de las actividades propias del manejo de viveros de palma africana. Además, ellos han trabajado en el establecimiento y mantenimiento de otros viveros de palma africana de la empresa.

Los impactos en la generación de empleo local, como consecuencia del funcionamiento del vivero de palma africana, en el área de San Luis, es que la mayoría de los

trabajadores son de las comunidades vecinas al Escobo, como los son Trece Aguas, El Delegado, San Martín, El Limón. Los trabajadores y trabajadoras, tienen la ventaja que un camión contratista de la empresa, pasa por la ruta para llevarlos desde su casa hasta el vivero y de la misma forma al terminar la jornada de trabajo, regresarlos a casa ver figura 6. Algunos trabajadores es que no tienen que emigrar a otros departamentos a buscar trabajo, cuando dentro de su propia comunidad existe. Por otro lado, sus derechos como trabajadores son protegidos, ya que tienen todas las prestaciones laborales y beneficios de un trabajador de una empresa privada.



Figura 6. Transporte personal del vivero

1.6.4 FODA del vivero de Palma africana San Luis

Por medio de esta herramienta, se determinó que este vivero posee muchas fortalezas, las cuales pueden desarrollarse en el tiempo, considerando el amplio campo de estudio del área y a la buena estructura de la misma. Asimismo, se deben de aprovechar al máximo las oportunidades determinadas, para esto el cuadro 3 muestra detallado el análisis realizado.

Cuadro 3. Análisis FODA vivero San Luis

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
✓ Organización establecida	✓ Mejorar la calidad final de palmas en vivero.
✓ Cuenta con personal capacitado	✓ Capacitaciones técnicas sobre las buenas prácticas agrícolas.
✓ Cuenta con capital para la realización de investigaciones	✓ Asesoría de profesionales internacionales
✓ Se tiene el apoyo de las zonas de producción para el manejo de los distintos ensayos	✓ Adquirir conocimiento
✓ Se cuenta con áreas para la realización de las investigaciones	✓ El departamento de investigación valida nuevas tecnologías para el proceso agrícola.
	✓ Las casas comerciales facilitan el producto para la realización de investigaciones
DEBILIDADES	AMENAZAS
✓ Insuficiencia de equipo en algunas actividades.	✓ Riesgo de pérdidas por factores externos (lluvias, quemas accidentales, etc.)
✓ Un mal proceso de fertilización	

1.7 CONCLUSIONES

Las fortalezas en el vivero se basan en una organización bien establecida, los caporales o encargados de cada actividad cuenta con suficiente experiencia en esa área. Además de tener el apoyo técnico del laboratorio de investigación agrícola de la empresa.

Con base a las revisiones bibliográficas analizando parámetros generales sobre los planes de manejo en viveros de palma africana, el funcionamiento en el vivero del proyecto de San Luis 2012, tendrá una buena producción de plantas en vivero.

Los riesgos dentro del vivero están dados en mayor número por los factores externos como fenómenos atmosféricos, las quemaduras accidentales, vientos demasiados fuertes, etc. Otro de los riesgos es la mala aplicación de productos.

1.8 RECOMENDACIONES

Uno de los aspectos recomendables en el vivero, es la equipación del botiquín de primeros auxilios, para alguna emergencia que se pueda presentar en el mismo.

El fertilizante se recomienda aplicarlo en la bolsa distribuyéndolo alrededor de la planta evitando el contacto con las hojas y tallo para no provocar estas quemaduras; y la aplicación de herbicidas, realizarlo al ras del suelo, cuando no haya mucho viento, para que no se eleve el herbicida y no tenga contacto con las hojas.

A partir de esta información se generaron las actividades que dieron lugar a los servicios planificados en la finca Trece Aguas, haciendo énfasis en los problemas encontrados para proponer acciones para mejorar la producción de las palmas, de igual manera se realizó la investigación sobre fertilización partiendo de esta información, todo esto con el objetivo de apoyar y beneficiar la producción de aceite.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ASD, CR. 2010. Guía para el establecimiento y manejo de viveros de palma aceitera. Costa Rica. 38 p.
2. Bastidas, PS; Peña, RE; Reyes, CR; Casas, MH. 2002. Recomendaciones para el manejo de semilla germinada y viveros de palma de aceite (*Elaeisguineensis*Jacq.). Tumaco, Colombia, CORPOICA, Centro de Investigación El Mira, Boletín Divulgativo 12, 21 p.
3. COOPEDEGUA (Cooperativa de Periodistas Departamentales de Guatemala, GT). 1997. San Luis, Poptún y Dolores. Revista Navideña Zona Sur de Petén. 39 p.
4. García, G. 2007. Administración de riesgo, municipio de San Luis, departamento de Petén. Tesis Lic. Econ. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 140 p.
5. Rotschuh, J; Alvarado H, C; Obando, M; Martínez Rodas, R; Muñoz R, C. 1983. Guía técnica para el cultivo de palma africana (*Elaeisguineensis*Jacq.). Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria / Estación Experimental "El Recreo" / IICA / Fondo Simón Bolívar. 40 p.
6. Sáenz Mejía, LE. 2006. Cultivo de palma de africana: guía técnica (en línea). Managua, Nicaragua, IICA. 27 p. Consultada 20 oct 2012. Disponible en <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>

2 CAPITULO II

INFORME FINAL INVESTIGACIÓN

**EFFECTO DE UN FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN LENTA SOBRE EL
DESARROLLO VEGETATIVO EN PALMA AFRICANA (*elaeis guineensis* Jacq)
EN SU FASE DE VIVERO, EN LA FINCA TRECE AGUAS, EN EL MUNICIPIO DE
SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN, GUATEMALA. C. A.,**

2.1 PRESENTACIÓN

El establecimiento de plantaciones comerciales de la palma africana (*Elaeisguineensis*Jacq.) es considerable en Guatemala, particularmente durante la última década, tomando como referencia los Censos Agropecuarios. Para el 2010 ya se alcanzaban las 100,000 ha. Esto debido a que el país se encuentra dentro de una latitud de 15 grados, lo cual demanda aumentar la eficiencia en la producción del fruto de palma (15).

A nivel mundial, el cultivo es caracterizado de mayor porcentaje de extracción de aceite por unidad de superficie. La oferta está asegurada por tratarse de un cultivo perenne, de constante productividad, fácil manejo agronómico y adecuada comercialización. Existen perspectivas variables como culinarias, oleoquímicos y farmacéuticos.

El éxito de las plantaciones depende, en gran parte, de la calidad de las plantas producidas en vivero. En tal proceso productivo la fertilización seguida del riego, son las prácticas culturales que más directamente influyen en las plantas (15).

La fertilización de palma africana en fase de vivero es una operación delicada ya que el límite entre un exceso y una dosis deficiente es muy corto, pudiéndose producir en el primer caso fuertes quemaduras en las plantas (6).

Los fertilizantes de liberación controlada, su aplicación inició en la producción de ornamentales, su utilización en nuevos cultivos se ha hecho frecuente, en gran medida debido a la aparición de productos en el mercado adaptados a las peculiaridades del cultivo. La duración de liberación de los elementos disponibles en el mercado ha pasado de 3-5 meses a plazos mucho mayores (16 a 24 meses), lo que garantiza el suministro de nutrientes (9).

Con el propósito de evaluar el desempeño de los fertilizantes de liberación lenta de la línea Osmocote®, en el desarrollo vegetativo de palma africana en su fase de vivero en bolsa, se estableció un ensayo en el vivero de La Pampa, de la empresa NaturAceites, situado en el municipio de San Luis, departamento de Petén.

2.2 JUSTIFICACIÓN

La fertilización en palma africana es una práctica general que inicia en pre-vivero, continúa en vivero y debe ser programada en las plantaciones en producción. En la fertilización los elementos mayores (N, P, K, Ca, Mg) y también algunos elementos menores (B, Mo, Fe, Mn, Co, Cu y Zn).

Se sabe que la extracción de nutrientes en la planta de palma es baja durante el primer año debido al trasplante del vivero al campo definitivo, pero se incrementa gradualmente entre los años 2 y 3, estabilizándose en los años 5 y 6. Este conocimiento ha llevado a aumentar las aplicaciones tempranas de fertilizantes, lo cual, lleva a evaluar nuevas técnicas de fertilización en vivero para controlar la liberación de nutrientes en la planta.

De lo anterior se desprende que el manejo adecuado de la fertilización en el cultivo de palma de aceite es básico no sólo para mejorar los rendimientos de racimos de fruto fresco, sino también, para obtener cosechas más precoces. En consecuencia la fertilización alarga el período productivo de las plantaciones y puede mejorar la rentabilidad del cultivo al obtener más cosecha en una superficie dada. Es necesario determinar las fórmulas y dosis más adecuadas para obtener todas las ventajas de esta práctica agrícola.

El propósito del trabajo es la comparación de dos tipos de fertilización química, una utilizando productos de liberación controlada y la otra utilizando la fertilización convencional, es muy importante para los productores que se dedican al cultivo de palma africana, por esa razón el objetivo de la investigación es evaluar las dos fuentes de fertilización adecuada para obtener un buen desarrollo en palmas de vivero.

La utilización de la técnica consiste en trabajar a base de fertilizantes de liberación controlada. El aspecto fundamental de la utilidad de estos fertilizantes lo constituye el rendimiento del mismo, consiste en mejorar la efectividad del elemento a la hora de fertilizar mediante la lenta transformación al estado en que la planta pueda absorberlo.

2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar del mejoramiento de las técnicas del cultivo de la palma en todas sus etapas, incluyendo el vivero; no se tiene referencia específica de las dosis de fertilizante de liberación controlada que aplicar a un determinado tipo de suelo de acuerdo a sus características fisicoquímicas.

Las deficiencias nutrimentales retrasan el inicio de la producción y disminuyen los rendimientos de la palma de aceite; el uso de fertilizantes convencionales en la producción de la planta de vivero (12 meses) se realizan varias aplicaciones (18) lo que representa un costo de producción de la planta. Con el uso de productos de liberación controlada se reduce a una sola aplicación en los 12 meses.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 Palma Africana (*Elaeisguineensis*Jacq)

La palma aceitera pertenece a la familia Arecaceae. Jacquin la descubrió en 1763 y le dio el nombre de *Elaeisguineensis*. Según León (1987), este género incluye tres especies: *E. guineensis*, de África Occidental; (*E. oleífera*) (*Elaeismelanococa*), que se extiende de Centroamérica a Brasil y *E. odora*, especie poco conocida con distribución en el Amazonas (9).

2.4.2 Viveros

Para establecer una plantación, primeramente se debe instalar el vivero en donde permanecerán las plantas su primer año de vida y el mantenimiento implementado en esta etapa, depende en gran porcentaje la menor o mayor producción que se obtenga posteriormente (4).

Las ventajas de efectuar la etapa de vivero son las siguientes:

- a) El costo de mantenimiento se minimiza por estar las plantas localizadas en un espacio relativamente pequeño.
- b) Mejor mantenimiento en lo que respecta a riego, fertilización, deshierba, control de plagas y enfermedades.
- c) Posibilidad de seleccionar plantas vigorosas, libres de problemas sanitarios y en condiciones óptimas para ser plantadas al sitio definitivo.
- d) Ubicación.

El sitio para establecer el vivero debe ser plano, con buen drenaje, localizado en lo posible en la parte central de la futura plantación y cerca de una fuente de agua (4).

2.4.3 Diseño

Se recomienda dar una forma cuadrada o rectangular, que facilite la delimitación de caminos y la distribución del sistema de riego. El tamaño dependerá del área a plantar en el sitio definitivo. En una hectárea se pueden establecer alrededor de 14000 plantas, distanciadas entre ellas a 80 cm (4).

2.4.4 Tipo de funda y llenado

Se utilizan bolsas de polietileno de color negro, con dimensiones de 40 cm de ancho por 45 cm de largo, con 0.4 mm de espesor, la utilización de bolsas negras permite una mayor absorción del calor para el cumplimiento de la actividad fisiológica y evita la incidencia directa de rayos sobre el sistema radicular (4).

2.4.5 Riego

Las plantas en vivero requieren de un suministro confiable de agua diariamente, en especial durante los primeros meses, el riego consiste en aplicar alrededor de 0.5 litros de agua por planta / día o por riego (4).

El riego por aspersión, es el más adecuado para viveros de palma aceitera, ya que es muy eficiente, fácil de controlar, permite una muy buena distribución del agua y requiere de poca mano de obra para funcionar según como se muestra en la figura 7, donde se encuentra aspersión por pivote central y aspersión por cañones.(4).



Figura 7A la izquierda se observa un sistema de riego tradicional por aspersión. El sistema de pivote central ha funcionado muy bien en viveros muy grandes (derecha).

Al inicio, el sistema radical explora el suelo dentro de la bolsa, pero eventualmente las raíces perforan el fondo y crecen en el suelo bajo la bolsa. Una bolsa normal de vivero (40 x 50 cm) contiene un volumen de suelo de alrededor de 18.4 litros, por lo que la capacidad de agua disponible (CAD), que es la humedad de suelo que puede mantenerse entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, es muy limitada (0.25 – 1.5 litros). El uso de tensiómetros en las bolsas es muy útil para determinar el momento en que se alcanzan los límites superior e inferior de humedad deseados (4).

2.4.6 Fertilización

Se debe distribuir uniformemente el fertilizante (no se debe aplicar como un bloque sólido) en un círculo de aproximadamente 5 cm alrededor de la base de la planta. La aplicación incorrecta o una cantidad excesiva causa daño al sistema radicular de la plántula. No debe tocar la planta ya que puede sufrir daños en el follaje afectando así su capacidad fotosintética (1).

La plántula durante el primer mes de crecimiento se nutre de las reservas contenidas en las semillas, al agotarse éstas es necesario suministrarle los nutrientes mediante la puesta en práctica de un programa de fertilización que satisfaga las necesidades en forma apropiada a su desarrollo (1).

Las aplicaciones de fertilizantes deben finalizar un mes antes del trasplante al campo es decir a los 11 meses de edad, si se observan síntomas de deficiencia, el técnico encargado del vivero debe recomendar aplicaciones suplementarias de fertilizantes(1).

En el cuadro 4 se muestra los requerimientos de nutrientes que necesita la planta durante sus primeros 2 años en campo definitivo.

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales de palma africana durante los 2 años de edad

AÑOS	TON/HA/AÑO	N Kg/ha	P₂O Kg/ha	K₂O Kg/ha	CaO Kg/ha	MgO Kg/ha	B gr/palma/año
0 a 2	Sin entrar a producción	60	8	120	21	20	100

Fuente: investigación Inpofos palma africana, manejo de nutrientes y fertilización. Costa Rica. 1997

2.4.7 Fertilizantes que se utilizan en viveros de palma africana.

a) Sulfato de potasio y magnesio

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% (K₂O), 11% de magnesio elemental (equivalente a 18% de MgO) y 22% de azufre (SO₄). El sulfato de potasio y magnesio (K-Mag) es un fertilizante, clasificado como 100% natural (11).

Fórmula química: K₂SO₄- 2MgSO₄

b) **Fosfato di amónico** El fosfato di amónico (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 (11).

Fórmula química: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

c) Cloruro de potasio

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_2O (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_2O (11).

Fórmula química: KCl

d) Triple quince

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 micronutrientes primarios nitrógeno, fósforo y potasio y su composición es exacta en cada gránulo, ya que se trata de un fertilizante formulado químicamente, tiene un buen balance nítrico-amoniaco 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 (11).

e) Nitrato de amonio

Fertilizante nitrogenado que presenta una fracción del nitrógeno nítrico y otra fracción amoniaco, y que permite aportar nitrógeno en forma diferida, ya que la fracción nítrica es de rápida entrega para los cultivos y la fracción amoniaco se entrega en forma más prolongada (11).

La figura 8 muestra de una cantidad determinada de fertilizante con un pequeño recipiente previamente calibrado. A la derecha se ilustra la aplicación de la misma cantidad utilizando un aparato hecho con PVC y la parte superior de una botella de plástico.



Figura 8. Aplicación de fertilizante

El cuadro 5 muestra los programas de aplicación utilizados en viveros de palma africana en Costa Rica, los cuales sólo utilizan dos tipos de fórmula en comparación con el cuadro 6 que sólo utiliza una fórmula para todo el tiempo del vivero.

Cuadro 5. Fertilización utilizada en viveros

Edad de las plantas (meses)	No. De aplicaciones por mes	gramos de fórmula por planta	
		14:13:9:2.5	12:12:17:2
4	2	14	-
5	2	-	28
6	2	28	-
7	2	-	42
8	2	42	-
9	2	-	56
10	3	56	-
11	1	-	70
12	1	70	-
13	1	-	84
14	1	84	-
TOTAL		294	280

Fuente: ASD Costa Rica. 2010

Cuadro 6. Fertilización utilizada en algunos viveros en Costa Rica

Edad de las plantas (meses)	gramos de fórmula 14:12:20:6/planta/mes
3	12
4	20
5	24
6	30
7	33
8	36
9	40
10	45
11	50
12	60
13	60
14	60
Aplicaciones semanales el refuerzo con K-Mag a las 16, 24, 32, 40 y 48 semanas (5, 8, 10, 15 y 20 g/planta) se ha asociado con un mejor aspecto de las plantas, menor incidencia de enfermedades .	

Fuente: ASD Costa Rica. 2010

2.4.8 Fertilizantes de liberación controlada

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 de la cubierta que se incorpore sobre el mismo (13).

Se han usado diferentes materiales para el recubrimiento de fertilizantes inorgánicos con objeto de reducir su inmediata disponibilidad para las plantas y de esta forma dar lugar a una acción lenta de liberación. 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 (13).

El método mediante el cual un elemento 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 nutriente disuelto se difunde hacia el exterior a través de pequeñísimos poros en la cubierta, mientras que en otras ocasiones se libera el elemento mediante la lenta descomposición de la cubierta causada por las bacterias.

La solución del suelo penetra 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 (13).

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

Los abonos encapsulados son muy diversos, de ordinario están formados por una fórmula ternaria N-P-K. Algunos productos comerciales contienen fertilizante líquido dentro de una cápsula esférica semipermeable; otros productos contienen hierro y otros microelementos, además de su fórmula N-P-K (13).

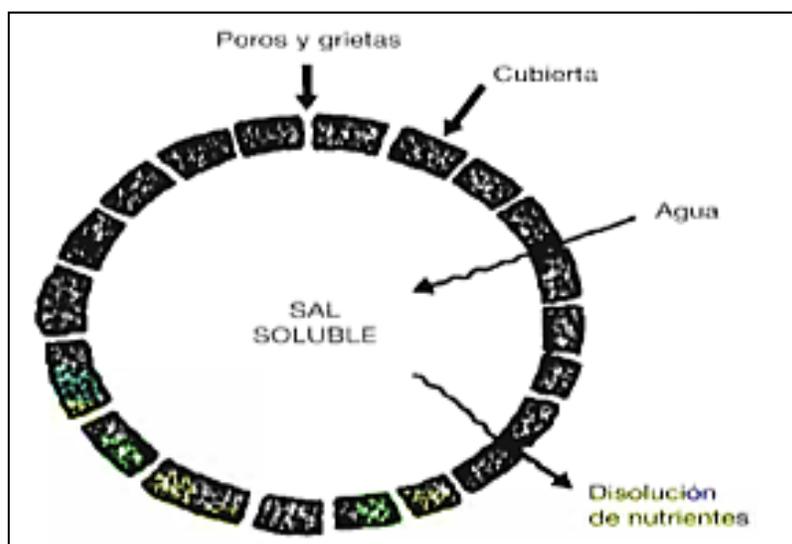


Figura 9. Esquema de un grano de fertilización controlada

El período de liberación de nutrientes y la cantidad de éstos 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 (13).

En otros productos comerciales, el encapsulado se realiza con polietileno perforado. En ellos, la entrada de agua y la posterior difusión del abono en disolución se producen a través de los orificios de la cápsula, de manera que la velocidad de disolución queda condicionada por el número y diámetro de aquéllos, así como por el espesor de la cápsula (13).

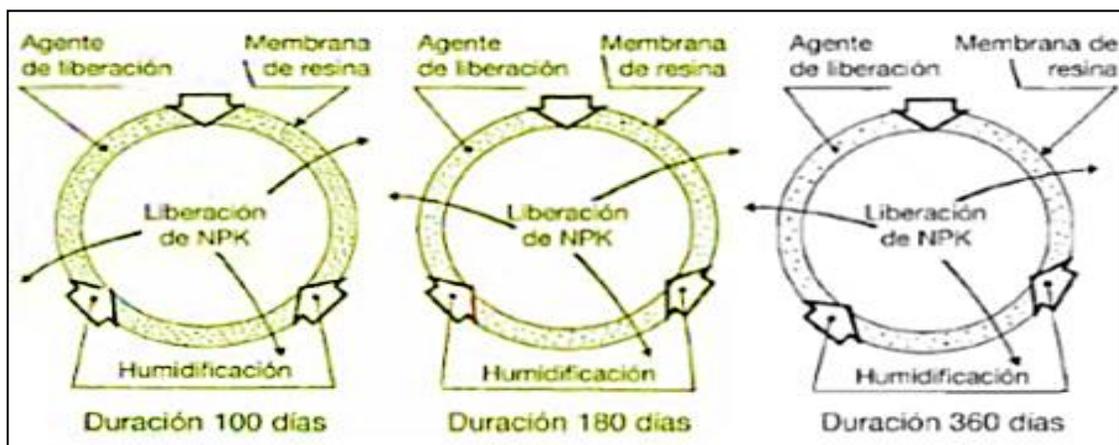


Figura 10. Tasas de liberación de los fertilizantes encapsulados dependiendo del tipo de cubierta

Osmocote es un fertilizante complejo químico granular (N, P, K, Mg y microelementos, todos en un mismo gránulo), protegido por un nuevo recubrimiento compuesto de ceramelásticas, que optimizan la liberación controlada de nutrientes ajustándose a las necesidades de las plantas (14).

Aunque el vapor de agua penetra las cubiertas de osmocote, el factor en la liberación de nutrientes es la temperatura. Las plantas usan más nutrientes cuando las temperaturas son más cálidas; por lo tanto, necesitan más nutrientes a medida que la temperatura aumenta. La cubierta de polímero se expande a temperaturas más altas,

permitiendo que el vapor de agua disuelva el fertilizante que está dentro y libere más nutrientes que en temperaturas más frías (13).

Osmocote está disponible en varias longevidades. La longevidad indica el período de tiempo durante el cual un gránulo continúa liberando nutrientes. Hay longevidades disponibles de entre 3-4 meses, 5-6 meses, 8-9 meses, 12-14 meses e incluso de 16-18 meses (14).

La duración indicada se produce con una temperatura promedio de 21 grados centígrados. A temperaturas superiores, por ejemplo si se utiliza en una zona de clima más cálido o en un invernadero, la liberación será más rápida. Entonces la duración será más corta. A temperaturas inferiores, la liberación se producirá más despacio y la duración se extenderá (14).

Junto con la temperatura, las variaciones en las cubiertas de osmocote determinan el ritmo y la duración de la liberación de nutrientes. Las cubiertas más finas fertilizan más rápido y por período más cortos, mientras que las cubiertas más gruesas liberan los nutrientes más lentamente y duran más (14).

2.4.9 Métodos de aplicación de osmocote

Este es el método más ampliamente utilizado. Se mezcla con el sustrato antes de plantar. Así, el fertilizante y sus nutrientes son absorbidos entre 3 y 9 meses (14).

2.5 Antecedentes de Investigaciones

2.5.1 Evaluación del fertilizante de liberación lenta en la producción de almácigo de café en bolsa (13).

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 causarles “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 que por otra parte encarecen los costos de producción.

Una forma de evitar las “quemaduras” consiste en el empleo de fertilizantes de liberación lenta (FLL) tipo osmocote , los cuales son abonos granulados cuya capa exterior está recubierta de polímeros (plástico) con pequeños orificios que al limitar la difusión de los nutrientes hacia la solución del suelo, no permiten su concentración excesiva en un momento dado; de modo que por el contrario, dependiendo del grosor de la capa de polímeros así como del número y tamaño de los orificios, se fabrican fertilizantes de liberación lenta, que dependiendo de la temperatura del suelo (a mayor temperatura mayor liberación) tienen la capacidad de liberar los nutrientes en períodos que van de 4 hasta 12 meses.

Con el propósito de evaluar el desempeño de los fertilizantes de liberación lenta de la familia osmocote, en la producción de almácigo en bolsa, se estableció un grupo de ensayos en la Estación Experimental del Instituto del Café de Costa Rica (CICAFE), situada en Barva de Heredia a 1100 msnm, de los cuales en el presente artículo se presentan dos de ellos. En cada uno de los experimentos 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 después de sembrado el manquito).

Ensayo:

Este experimento tuvo una duración de 9 meses, en donde se evaluó el osmocote ® 24-4-8 a 3 dosis (4, 6 y 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 fosfato di amónico (DAP) a 2,5 g/planta y 3 de nitrato de amonio a 2,0 g/planta) y el otro con base al empleo de la fórmula completa (FC) 18-5-15-6-2 (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. En el cuadro 1 se presentan los 18 tratamientos evaluados.

Al analizar los resultados, se aprecia el fuerte impacto de la calidad del sustrato en el desarrollo de las plantas, de forma que en todos los tratamientos en donde el suelo fue el único componente, se obtuvieron los menores pesos, mientras que los mayores se alcanzaron, cuando éste fue mezclado con broza y granza; se puede apreciar también que dentro de cada sustrato los testigos sin fertilización presentaron las plántulas con menor desarrollo seguidas por los que recibieron la fertilización con base a nitrato de amonio; y que por el contrario las más exuberantes fueron las que recibieron osmocote o fórmula completa.

Finalmente se presenta la curva de respuesta a la aplicación de dosis crecientes de osmocote 24-4-8, en donde se aprecia que el mejor resultado se obtuvo a una dosis de 6 g/bolsa.

2.5.2 Ensayos de Basacote en el sector forestal

a) Ensayo de basacote en Coihue (*Nothofagusdombeyi*) en Vivero de plantas nativas (13).

Vivero Caipulli, Osorno, X Región, Chile. 2004/2005. Dosis: 40 g/m² basacote 6M versus 83 g/m² mezcla estándar (6- 21- 7- 4SO₄- 4 MgO- 9CaO- 8Na).

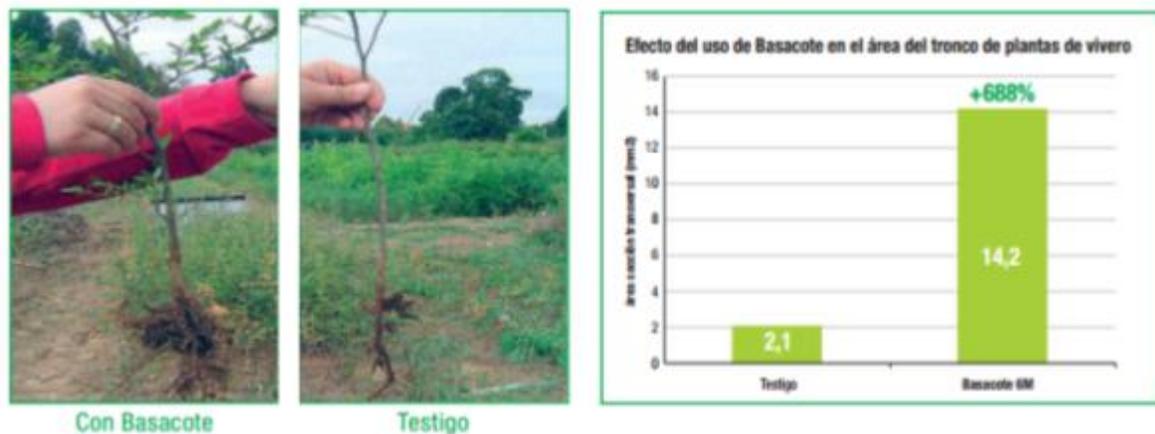


Figura 11. Sistema radical ensayo basacote

b) Ensayo de basacote en plantaciones forestales de ucalipto (*Eucaliptus nitens*)

Fundo Santa Teresa, La Unión. X Región, Chile. 2004/2005. Dosis: 8 g/planta de basacote 6 meses, mezclado con tierra que cubre las raíces, versus 110g/planta de mezcla NPK 3 - 33 - 3 tradicional, aplicado al fondo del hoyo de plantación.

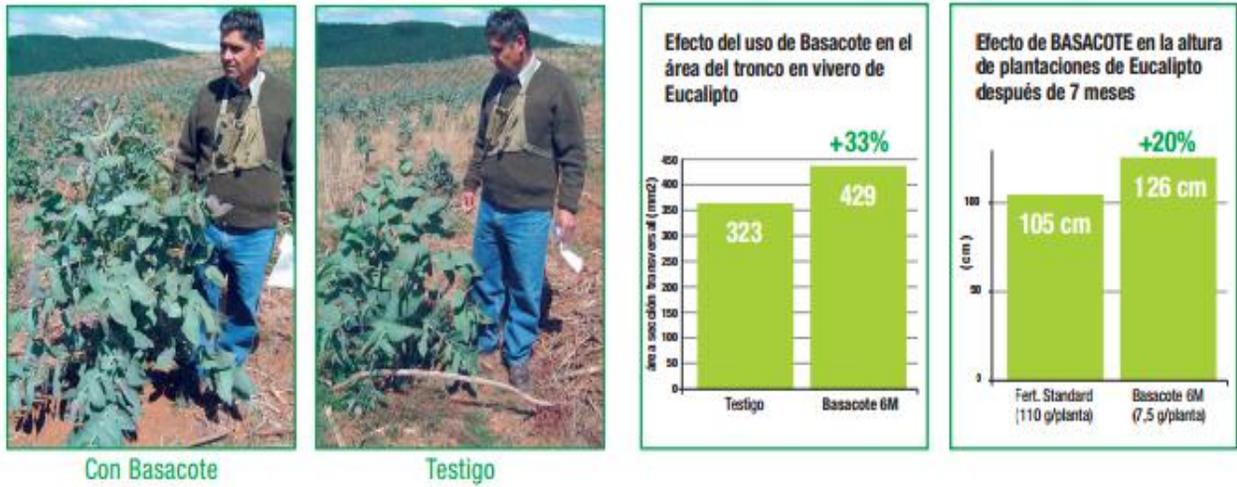


Figura 12. Desarrollo ensayo basacote

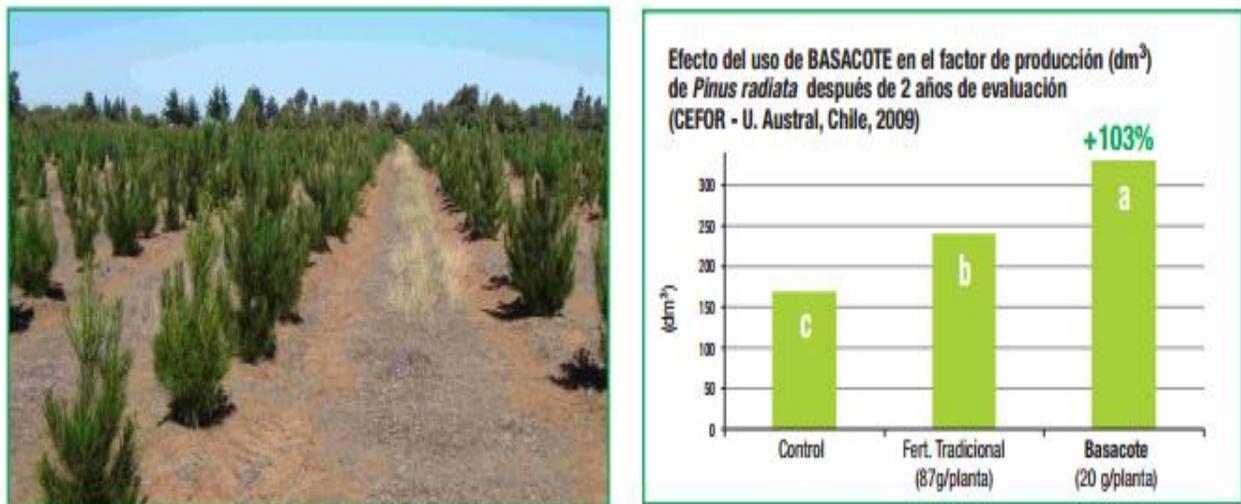


Figura 13. Factor producción ensayo basacote

2.6 HIPÓTESIS

Hi: Al menos uno de los tratamientos con fertilizante osmocote, producirá mayor desarrollo vegetativo en cuanto a número de hojas producidas, ancho de bulbo y altura en el desarrollo de palma africana en la fase de vivero.

2.7 OBJETIVOS

2.7.1 General

1. Determinar que método de fertilización controlada (osmocote) o convencional es más eficiente para el desarrollo vegetativo de la palma africana en la etapa de vivero.

2.7.2 Específicos

1. Determinar cuál de los tratamientos evaluados presenta el mayor número de hojas producidas, la mayor altura y mejor grosor en el bulbo en las palmas.
2. Realizar un análisis foliar de los tratamientos evaluados para analizar la concentración de elementos en la palma a los 12 meses edad.
3. Realizar un análisis de costos de fertilización para los tratamientos con Osmocote y fertilización convencional.

2.8 METODOLOGÍA

2.9 Información general del experimento.

2.9.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en el vivero de palma africana ubicado en la aldea El Escobo, en el municipio de San Luis, departamento de Petén, con un área de 29 ha, este vivero tenía en su existencia dos variedades Deli x Ghana y Deli x Nigeria.

Para el estudio de fertilización se determinó la variedad a evaluar la cual fue Deli X Ghana, a un distanciamiento de siembra de 1 m. x 1m.

Edad de la palma al momento de empezar con el estudio fue de 5 meses.

2.9.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres bloques (repeticiones) grandes, conformados por tres sub-bloques, haciendo un total de doce tratamientos por bloque. Cada unidad experimental estuvo conformada por nueve palmas, haciendo un total de 324 plantas en el experimento.

Cuadro 7. Descripción de diseño experimental utilizado para ensayo osmocote, fertilizante de liberación controlada para plantas de vivero (número de plantas).

Descripción	Experimento	
	Total	Total Planta
Repeticiones.	3	216 por repetición
Sub-bloques	2	108 por sub-bloque
Tratamientos	12	9 en unidad experimental
Total unidades experimentales.	72	648 en área total

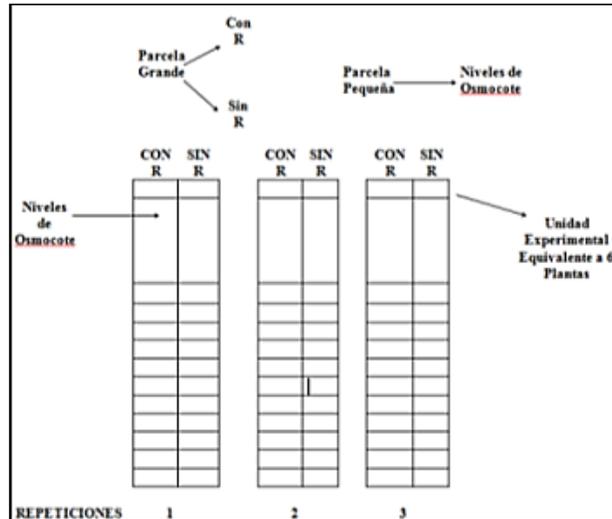


Figura 14. Esquema distribución del ensayo en campo

2.9.3 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.

Cuadro 8. Descripción de presentaciones del fertilizante Osmocote.

Presentación del fertilizante	Tiempo de liberación (meses)
Osmocote 12-14	12-14
Osmocote 8-9	8-9
Osmocote 3-4	3-4

Fuente: Elaboración propia

2.9.4 Descripción de tratamientos

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 T8 recibieron la primera y segunda aplicación con osmocote 12-14 y 8-9, respectivamente; los tratamientos T9 al T11 recibieron las tres aplicaciones de las presentaciones de osmocote 12-14, 8-9 y 3-4 meses. El testigo T12, se basó en la programación de fertilización convencional establecida para las plantas de vivero.

Cuadro 9. Descripción de tratamientos

No. Trat	Código	1er. Aplicación (g/palma)	tiempo de liberación	2da. Aplicación (g/palma)	tiempo de liberación	3ra. Aplicación (g/palma)	tiempo de liberación
1	050-1	50	12-14 meses	0	-	0	-
2	075-1	75	12-14 meses	0	-	0	-
3	0100-1	100	12-14 meses	0	-	0	-
4	0125-1	125	12-14 meses	0	-	0	-
5	050-2	25	8-9 meses	25	8-9 meses	0	-
6	075-2	50	8-9 meses	25	8-9 meses	0	-
7	0100-2	50	8-9 meses	50	8-9 meses	0	-
8	0125-2	75	8-9 meses	50	8-9 meses	0	-
9	0125-3	50	8-9 meses	50	8-9 meses	25	3-4 meses
10	0150-3	50	8-9 meses	50	8-9 meses	50	3-4 meses
11	0150-3	50	8-9 meses	75	8-9 meses	25	3-4 meses
12	Testigo	FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL					

Fuente: Elaboración propia

2.9.5 Programación de aplicaciones

Todos los tratamientos con refuerzo (R) recibieron 40 gr/palma de KMag distribuidos así: 5 g/palma 1.5 meses después de trasplante; 10 g/palma a los 3-4 meses después de trasplante; 10 g/palma a los 6 meses después de trasplante; y 15 g/palma a los 8 meses después de trasplante. La primera aplicación de osmocote ocurrió a los 7-10 días después del trasplante, 2da. aplicación, 3-4 meses después de trasplante y, tercera aplicación a los 6-7 meses después de trasplante.

Cuadro 10. Programa de fertilización convencional

Aplicación	Edad en semanas	GRAMOS DE FERTILIZANTE					
		FERTILIZANTES EN GRAMOS					
		18-46-0	15-15-15	(NH ₄)NO ₃	KCl	KMAG	Borax
Previa	0	60 gramos de Silicio					
1	8	5					
2	10		5				1
3	12				7		
4	14			7			
5	16					7	
6	18		9				1
7	20			9			
8	22				15		
9	24		12				
10	26				15		1
11	28					15	
12	30		18				
13	32			20			
14	34					20	1
15	36				20		
16	38		30				
17	40				30		2
18	42					30	
19	44			30			
20	46				30		3
21	48				30		
22	50		30				4
	TOTAL/Palma	5	104	66	147	72	13

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Se detallan los nutrientes aportados por cada tratamiento, donde los niveles cambian según la cantidad de osmocote aplicado.

No. De tratamiento	Código	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	B
1	050-1	7.5	4.5	14.8	8.3	11.8	
2	075-1	11.3	6.8	17.8	8.8	13.3	
3	0100-1	15	9	20.8	9.3	14.8	
4	0125-1	18.8	11.3	23.8	9.8	16.3	
5	050-2	7.5	4.5	14.8	8.3	11.8	
6	075-2	11.3	6.8	17.8	8.8	13.3	
7	0100-2	15	9	20.8	9.3	14.8	
8	0125-2	18.8	11.3	23.8	9.8	16.3	
9	125-3	18.8	11.3	23.8	9.8	16.3	
10	0150-3	22.5	13.5	26.8	10.4	17.8	
11	0150-3	22.5	13.5	26.8	10.4	17.8	
12	Testigo	38.61	7.88	114.3	7.92	15.84	1.86

Fuente: Elaboración propia

2.9.6 Aplicación

La forma de aplicación fue manual, enterrando la cantidad de osmocote según el tratamiento correspondiente, a una profundidad de 10 centímetros en forma de circular alrededor de la planta a 10 centímetros de separación del bulbo.

2.10 Recopilación de datos

La evaluación de los tratamientos se realizó a través de la toma de parámetros de crecimiento. Los datos se recopilaron mensualmente hasta la finalización de la etapa de vivero

2.10.1 Parámetros de crecimiento:

- Altura de la planta: con una cinta métrica se midió la altura desde la base del estipe hasta la punta de la hoja más alta.
- Número de hojas verdaderas emitidas por planta: se contó el número de hojas emitidas por cada planta.

- Ancho de bulbo: a nivel del suelo de la bolsa se midió con un vernier el diámetro de la base del tallo de hojas.
- Análisis de tejido vegetal.

2.11 Manejo del experimento

2.11.1 Delimitación del área y establecimientos de parcelas

Se realizó la medición e identificación de las unidades experimentales constituidas por 6 palmas con un distanciamiento de 1 m entre calle y 1 m entre planta (bolsa).

La identificación de cada una de las parcelas se realizó mediante la colocación de rafia alrededor de cada una y estacas para identificar luego con rótulos cada tratamiento y repetición. Así mismo se delimito con una marca de (X) los límites del experimento para su mejor manejo, los testigos se les hizo una marca (-) para su control.



Figura 15. Distribución de tratamientos

2.11.2 Manejo Agronómico a las plantas de palma

Las plantas involucradas en el ensayo recibieron el mismo manejo que se lleva en el vivero, como lo es: Aplicación de riego por medio del Pivote central a una eficiencia del

70% que es la capacidad de campo recomendada para la planta de palma en vivero, que es el equivalente a 12 mm de agua por planta.

Dentro del control sanitario para los viveros de palma africana se realizó la aplicación de un control preventivo de fungicidas, esto se hizo con un ciclo de cada 15 días rotando los productos Dithane (mancozeb) y Benomilo (benzimidazol) para evitar resistencia a la planta. Este control fue por un total de 10 meses antes que la palma saliera a campo definitivo.

Para el control de insectos que puedan afectar el desarrollo de la palma de igual forma se aplicó con un ciclo de cada 15 días rotando los productos. Decis(deltametrina) y CPF (clorpirifos). Por un total de 10 meses que estuvo la planta en el vivero.

Para el control de maleza entre calles se realizó una aplicación de herbicida Paraquat con un ciclo de 25 a 30 días control, esto se realizó con campana para evitar que el producto pudiera dañar la palma. Para el control de maleza entre bolsa, se realizaba de forma manual así mismo se aprovechaba para tapar la semilla que podría ser destapada por el riego.

2.11.3 Fertilizante

Presentación del fertilizante de liberación controlada osmocote, la forma, color y estructura de los polímeros no varía según la longevidad del mismo, las 3 son parecidas.



Figura 16. Izquierda presentación del fertilizante de liberación controlada (osmocote). Derecha: Medidas para la aplicación de la dosis en las bolsas de vivero.

La forma de aplicar el fertilizante es tomando el peso según la aplicación que tocó y luego se deposita en una botella de plástico, luego se corta a la altura donde llega y se tiene la medida para las aplicaciones con los gramos necesarios.

2.11.4 Aplicación de fertilizante



Figura 17: **Figura 17. Primera, segunda y tercera aplicación respectivamente del fertilizante (osmocote).**

2.12 Análisis de la información

2.12.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau_l + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk}$$

Donde:

τ_l = Bloques o réplicas

β_j = Factor involucrado en la parcela principal (A)

$\tau\beta_{ij}$ = Error de la parcela principal

γ_k = Factor involucrado en la sub-parcela (B)

$(\tau\gamma)_{ik}$ = Réplicas por factor (B)

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Interacción entre los factores A y B

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ = Error de la sub.parcela

2.13 Recopilación de información resultante

El conteo de hojas, altura de planta así como de ancho de bulbo, se realizaron 3 tomas de datos, la primera antes del ensayo, que fue el mes de abril, la segunda fue en el mes de julio y por último tenemos la del mes de octubre, esto con la ayuda de los instrumentos necesarios para obtener todos los resultados necesarios para realizar los análisis de varianza.



Figura 18. Ancho de bulbo



Figura 19. Alto de planta

2.14 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.14.1 Datos obtenidos en el experimento

El cuadro 12 muestra el promedio de datos obtenidas de las 3 lecturas realizadas a las unidades experimentales en donde no se hizo la aplicación del refuerzo KMag.

Cuadro 12. Matriz promedio de datos en el último muestreo sin refuerzo

Tratamiento	Altura (cm)	No. Hojas	Diámetro Bulbo (mm)
T1	114.22	13.6667	74.43
T10	99.21667	12.6667	67.46666667
T11	98.21667	13.3333	65.92
T12	108.7767	13.6667	73.64
T2	105.0533	12.6667	67.7
T3	102.1067	13.3333	73.09666667
T4	105.5533	13.6667	70.09666667
T5	102.11	12.6667	74.70333333
T6	111.72	13.6667	69.41666667
T7	113.1067	13	71.55333333
T8	108.2733	13.3333	70.46
T9	108.66	13	71.98666667

El cuadro 13 muestra el promedio de datos obtenidas de las 3 lecturas realizadas a las unidades experimentales con la aplicación del refuerzo KMag.

Cuadro 13. Matriz promedio de datos en el último muestreo con refuerzo

Tratamiento	Altura (cm)	No. Hojas	Diámetro de Bulbo (mm)
T1	107.9967	13.6667	70.8
T10	114.4933	14.3333	73.76333333
T11	99.22	12.6667	67.18
T12	108.6067	14	70.02333333
T2	104.8733	13.6667	73.08666667
T3	102.992	13.3333	73.77666667
T4	107.56	13.3333	70.37
T5	103.19	13.6667	66.9
T6	100.8533	14.3333	72.96666667
T7	111.5533	13.6667	73.22333333
T8	110.6067	13.3333	72.64
T9	111.4967	13.6667	75.62666667

2.14.2 Resultados de análisis estadístico

Con la ayuda de las matrices anteriores se obtuvieron los siguientes resultados mediante la realización de un análisis de varianza de cada una de las variables utilizadas. Todo esto se realizó con el paquete estadístico Infostat. A continuación se detallan dichos resultados.

Cuadro 14. ANDEVA parámetro altura de tratamientos con refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl			
Altura	36	0.26	0	9.91	112.25	22			
Test: Duncan Alfa= 0.05									
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.	
10	114.6	3	6.12	A	B1	109.47	12	3.06	A
7	111.56	3	6.12	A	B2	106.22	12	3.06	A
9	111.5	3	6.12	A	B3	105.18	12	3.06	A
8	110.61	3	6.12	A					
Testigo	108.61	3	6.12	A					
1	108	3	6.12	A					
4	107.57	3	6.12	A					
2	104.88	3	6.12	A					
5	103.19	3	6.12	A					
3	102.99	3	6.12	A					
6	100.86	3	6.12	A					
11	99.22	3	6.12	A					

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos de Infostat (anexos)

Cuadro 15. ANDEVA parámetro altura de tratamientos sin refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl			
Altura	36	0.39	0.02	9.63	105.01	22			
Test: Duncan Alfa= 0.05									
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.	
1	114.22	3	5.92	A	A3	109.22	12	2.96	A
7	113.11	3	5.92	A	A2	109.07	12	2.96	A
6	111.72	3	5.92	A	A1	100.97	12	2.96	A
Testigo	108.78	3	5.92	A					
9	108.67	3	5.92	A					
8	108.28	3	5.92	A					
4	105.56	3	5.92	A					
2	105.06	3	5.92	A					
3	102.11	3	5.92	A					
5	102.11	3	5.92	A					
10	99.22	3	5.92	A					
11	98.22	3	5.92	A					

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos de Infostat (anexos)

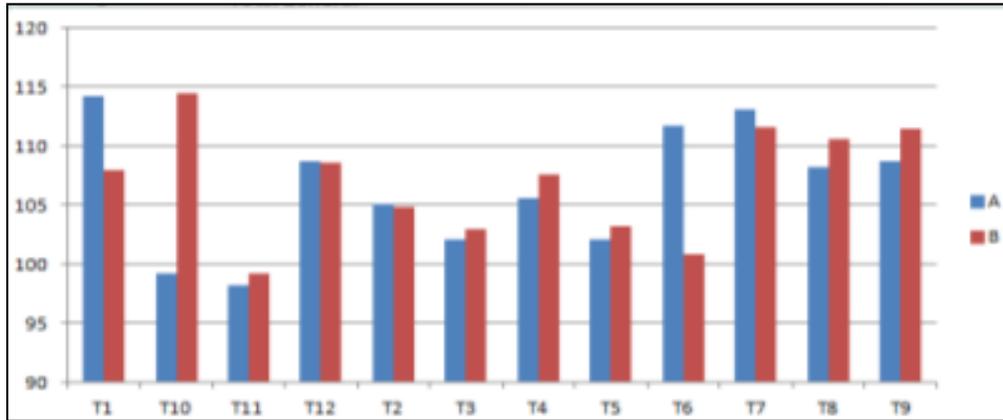


Figura 20. Gráfica de medias de tratamientos por bloque en parámetro altura de planta

En el resultado del análisis de varianza realizado para la variable altura de planta que se muestra en los cuadros 14 y 15 indica que no existe diferencia significativa para el factor sin refuerzo y con refuerzo (KMag) en las medias de los tratamientos para los factores dosis y aplicaciones; ni tampoco para las interacciones entre los factores.

Cuadro 16. Andeva parámetro No. hojas de tratamientos con refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl					
No. Hojas	36	0.74	0.58	4.54	0.38	22					
Test: Duncan Alfa= 0.05											
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.			
10	14.33	3	0.36	A	B3	14.42	12	0.18	A		
8	14.33	3	0.36	A	B1	13.75	12	0.18		B	
Testigo	14	3	0.36	A	B2	12.75	12	0.18			C
7	13.67	3	0.36	A	B						
5	13.67	3	0.36	A	B						
1	13.67	3	0.36	A	B						
9	13.67	3	0.36	A	B						
2	13.67	3	0.36	A	B						
8	13.33	3	0.36	A	B						
3	13.33	3	0.36	A	B						
4	13.33	3	0.36	A	B						
11	12.67	3	0.36		B						

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos del Infostat (anexos)

Cuadro 17. Andeva parámetro No. Hojas de tratamientos sin refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl					
No. Hojas	36	0.62	0.39	7.61	1.01	22					
Test: Duncan Alfa= 0.05											
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.			
4	13.67	3	0.58	A	A3	14.33	12	0.29	A		
Testigo	13.67	3	0.58	A	A1	13.25	12	0.29		B	
6	13.67	3	0.58	A	A2	12.08	12	0.29			C
1	13.67	3	0.58	A							
8	13.33	3	0.58	A							
3	13.33	3	0.58	A							
11	13.33	3	0.58	A							
9	13	3	0.58	A							
7	13	3	0.58	A							
6	12.67	3	0.58	A							
10	12.67	3	0.58	A							
2	12.67	3	0.58	A							

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos de Infostat (anexos)

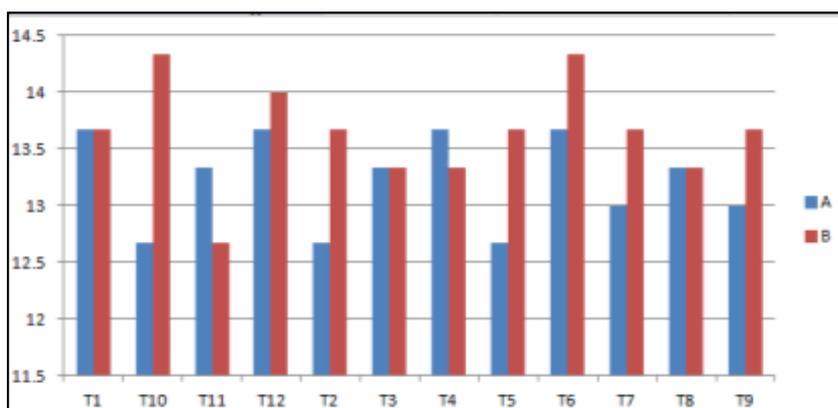


Figura 21. Gráfica de medias de tratamientos por bloque en parámetro número de hojas

En la variable de número de hojas los valores estadísticos en el análisis de los tratamientos con refuerzo ver cuadro 18, indican diferencias significativas distribuyéndose en 3 grupos. Encontramos que para los tratamientos con refuerzo el mejor fue el 10 (125-3), de igual forma que en la variable de altura de planta.

Mientras que los datos en el análisis de tratamientos sin refuerzo, ninguno de ellos muestra diferencias como se muestra en el cuadro 19.

En cuanto a la interacción entre factor los tratamientos con refuerzo, la mejor media la representa el bloque 3 mientras que la interacción sin refuerzo presenta los mismos resultados, siendo la más alta el bloque 3.

El cuadro 18 muestra el análisis de varianza para los tratamientos que recibió refuerzo de KMag.

Cuadro 18. ANDEVA parámetro diámetro de bulbo en tratamientos con refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl					
Dia. Bulbo	36	0.81	0.7	6.35	0.35	6.32					
Test: Duncan Alfa= 0.05											
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.			
9	75.63	3	2.63	A	B1	77.51	12	1.32	A		
3	73.78	3	2.63	A	B3	75.64	12	1.32	A		
10	73.77	3	2.63	A	B2	61.95	12	1.32		B	
7	73.23	3	2.63	A							
2	73.09	3	2.63	A							
6	72.97	3	2.63	A							
8	72.64	3	2.63	A							
1	70.8	3	2.63	A							
4	70.37	3	2.63	A							
Testigo	70.03	3	2.63	A							
11	67.18	3	2.63	A							
5	66.91	3	2.63	A							

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos de Infostat (anexos)

EL cuadro 19 muestra el análisis de varianza para los tratamientos que no se aplicó el refuerzo con KMag.

Cuadro 19. ANDEVA parámetro diámetro de bulbo en tratamientos sin refuerzo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	Error	gl					
Dia. Bulbo	36	0.59	0.35	6.32	0.35	6.32					
Test: Duncan Alfa= 0.05											
Trat	Medias	n	E.E		Bloques	Medias	n	E.E.			
5	74.71	3	2.59	A	A1	74.25	12	1.29	A		
1	74.43	3	2.59	A	A3	71.79	12	1.29	A		
12	73.64	3	2.59	A	A2	66.59	12	1.29		B	
3	73.1	3	2.59	A							
9	71.99	3	2.59	A							
7	71.56	3	2.59	A							
8	70.46	3	2.59	A							
4	70.1	3	2.59	A							
6	69.42	3	2.59	A							
2	67.7	3	2.59	A							
10	67.47	3	2.59	A							
11	65.92	3	2.59	A							

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros obtenidos de Infostat (anexos)

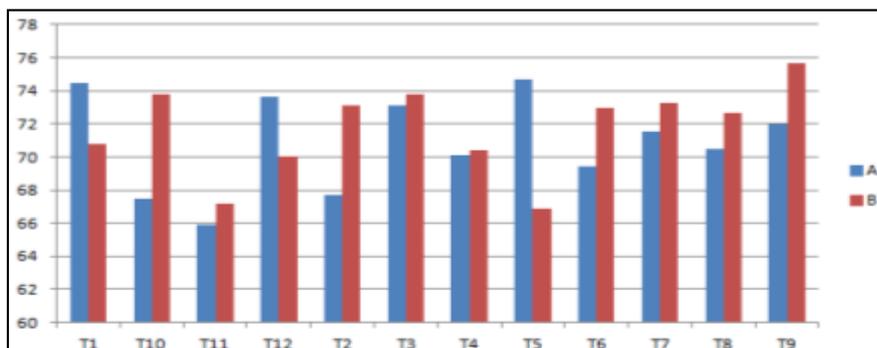


Figura 22. Gráfica de medias de tratamientos por bloque en parámetro diámetro de bulbo

Los datos del diámetro son expresados en mm, siendo este un parámetro importante para el descarte en campo, ya que el bulbo guarda la mayoría de nutrientes necesarios para su producción, esto significa que la mayoría de los tratamientos cuenta con buenos resultados, pero si vemos más detalladamente tenemos

Si vemos de nuevo los datos del tratamiento 12 (fertilización convencional), encontramos que para los bloques sin refuerzo estuvo dentro de las mejores medias, no así para el bloque con refuerzo que presenta las medias más bajas de los 12 tratamientos.

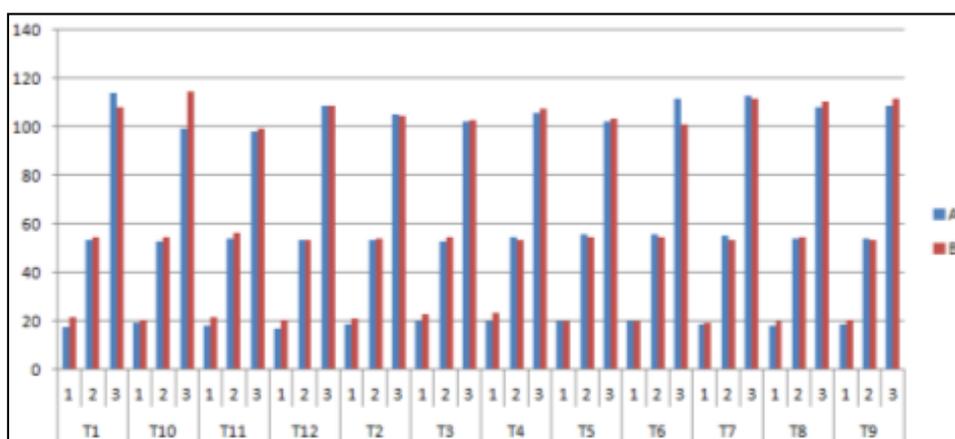


Figura 23. Gráfica del comportamiento de altura de planta en las tres tomas de datos

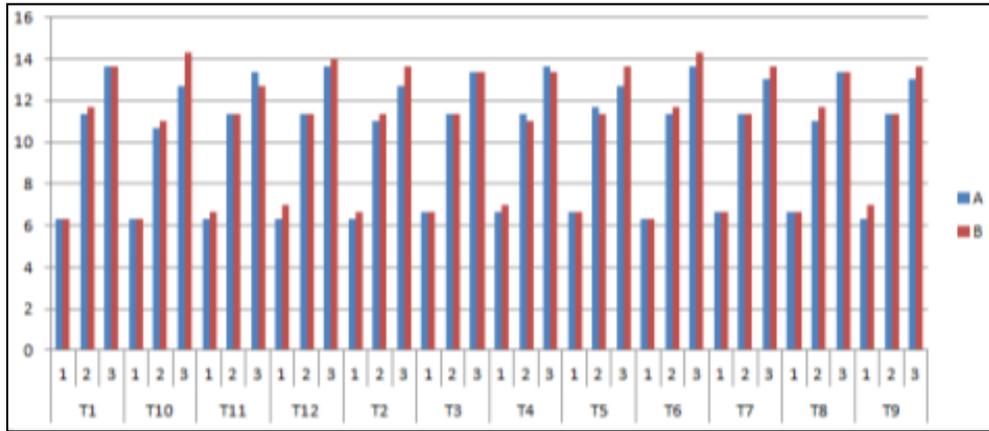


Figura 24. Gráfica del comportamiento de número de hojas en las tres tomas de datos

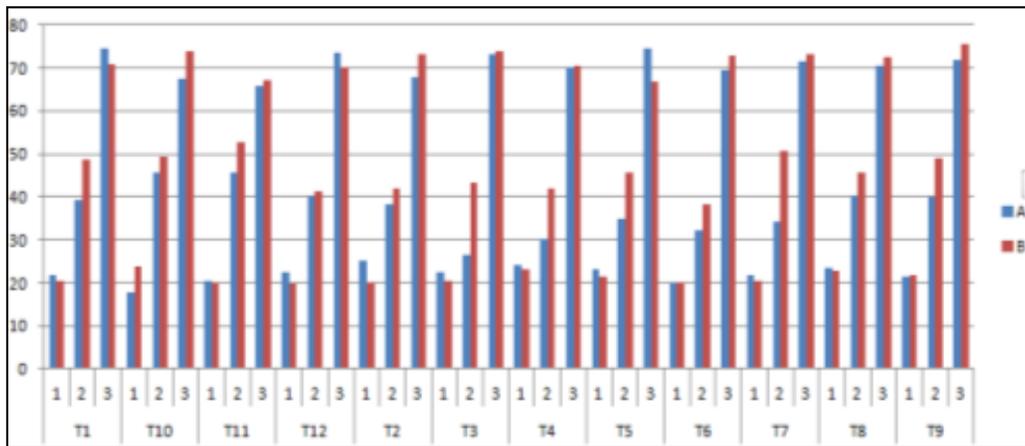


Figura 25. Gráfica del comportamiento del diámetro del bulbo en las tres tomas de datos

Ahora vemos cómo fue el comportamiento de los parámetros según los muestreos realizados durante el ensayo, en donde se muestran las medias de los 3 bloques por tratamiento con o sin refuerzo.

En cada gráfica para los tres parámetros que se evaluaron muestran el comportamiento de los bloques con refuerzo siempre con una diferencia sobre los tratamientos sin el refuerzo, lo que indica la tendencia a que el fertilizante osmocote sin su refuerzo de magnesio, un desarrollo menor en las plantas de vivero de palma africana, así mismo el testigo el cual tuvo la fertilización convencional muestra datos uniformes a lo largo de los tres muestreos por lo que al final se tiene que a pesar de usar varias materias

primas y fertilizar cada 15 días el desarrollo vegetativo es óptimo para que las palmas salgan a campo con la cantidad de nutrientes necesaria.

Por otra parte, el tiempo de liberación de una fracción dada de fertilizantes a través de la membrana de la cubierta aumenta considerablemente si el fertilizante es aplicado por encima del suelo en lugar de ser incorporado. Esto parece que es debido a la sequedad intermitente que el abono en superficie sufre entre riegos.

Cuadro 20. Análisis foliar NPK

Tratamiento	Concentración Nitrógeno	Concentración Fósforo	Concentración Potasio
A2T10	0.48	0.06	0.82
A3T1	0.45	0.14	1.7
B1T11	0.47	0.16	1.08
B3T9	0.45	0.15	1.89
A1T3	0.44	0.08	1.36
A1T8	0.51	0.13	1.66
A2T9	0.5	0.11	1.01
A3T10	0.5	0.14	1.64
B1T8	0.56	0.08	1.3
B2T12	0.49	0.13	1.74
B2T5	0.44	0.18	1.8
B3T10	0.5	0.11	1.47

Fuente: Elaboración propia en base análisis NATURALAB (anexos).

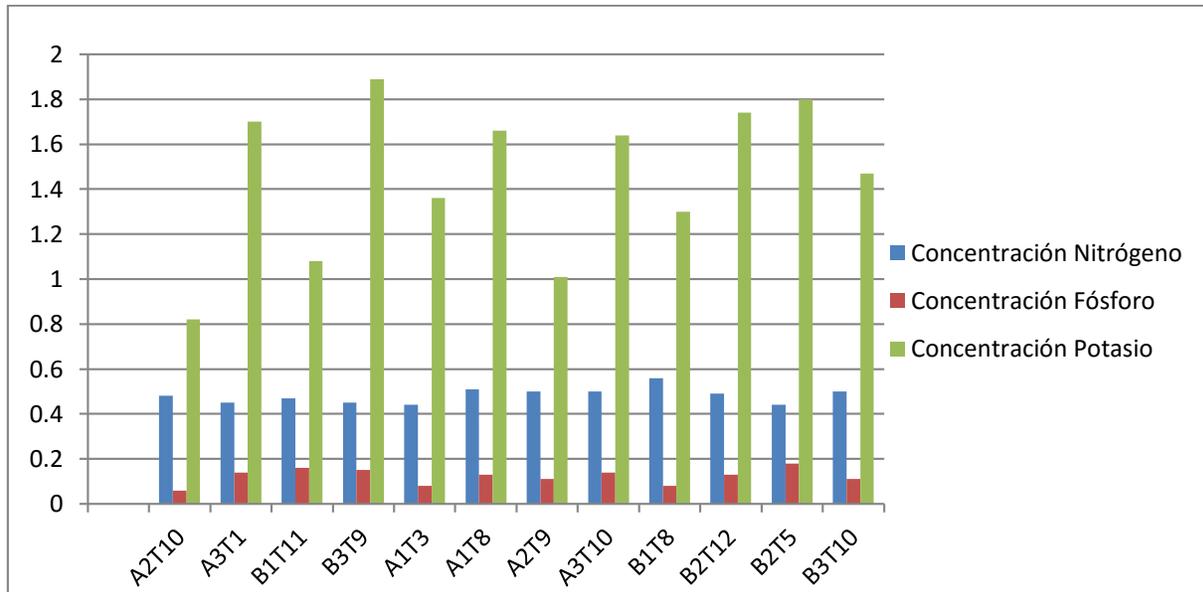


Figura 26. Grafica de concentración foliar NPK

Los datos que se muestran en el cuadro 17, da a conocer la concentración de elementos en este caso de NPK, tendiendo en nitrógeno al tratamiento 8 sin refuerzo el que presenta altas concentraciones de este elemento, para el fósforo el tratamiento 5 con refuerzo presenta altas concentraciones y para el potasio el tratamiento 9 con refuerzo presenta la concentración más alta.

El testigo que tuvo su fertilización tradicional tuvo concentraciones que en comparación con los otros tratamientos estaba entre la media.

Al no tener niveles de referencia en palma africana en su base de vivero, los análisis se toman como punto de partida para seguir con un seguimiento luego de ser plantadas y en base a eso crear dosis específicas para cada lote.

La edad de la planta es de 12 meses a la hora del análisis, antes de salir a campo definitivo.

2.14.3 Análisis de suelo

Con fines de ver la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, se realizó un análisis del suelo del área donde fueron llenadas las bolsas para la siembra de la semilla de palma, la profundidad fue de 0 a 0.20 mt. Dicho análisis fue llevado a cabo por NATURALAB.

Cuadro 21. Análisis de suelo

Lote	C.I.C.E.	Sat. K	Sat. Ca	Sat. Mg	Sat. A1+H	P	K	Ca	Mg	S	B
18	12	0.03	0.89	0.07	0.01	22	0.4	10.68	0.79	41	1.96

Fuente: Elaboración propia en base a datos NATURALAB (anexos)

Al hacer referencia al calcio, es también conocido que concentraciones altas de este elemento, reduce la asimilación de potasio y amonio causando una reducción en calidad y producción. El Calcio está dentro del rango óptimo en el suelo, el Magnesio está en el rango medio, Azufre y Boro muestra datos en el rango óptimo al igual que el Potasio y el Fosforo.

Cuadro 22. Análisis de costo en tratamientos osmocote

Trat	Material	Cantidad grs		Costo Fertilizante/ Palma	Total fertilizante/ Palma	Costo Total	Costo/Palma
1	Osm. 12 -14	50		1.75	7000	9324	2.331
2	Osm. 12 -14	75		2.625	10500	12824	3.206
3	Osm. 12 -14	100		3.5	14000	16324	4.081
4	Osm. 12 -14	125		4.375	17500	19824	4.956
5	Osm. 8 -9	50		1.6	6400	8724	2.181
6	Osm. 8 -9	75		2.4	9600	11924	2.981
7	Osm. 8 -9	100		3.2	12800	15124	3.781
8	Osm. 8 -9	125		4	16000	18324	4.581
9	2 Osm. 8 -9, 1 Osm. 3 -4	100	25	3.95	15800	18124	4.531
10	2 Osm. 8 -9, 1 Osm. 3 -4	100	50	4.7	18800	21124	5.281
11	2 Osm. 8 -9, 1 Osm. 3 -4	125	25	4.75	19000	21324	5.331

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 23. Análisis de costo en fertilización convencional

Aplicación	Edad en semanas	GRAMOS DE FERTILIZANTE						Dap	Precio qq	Dolares
		FERTILIZANTES EN GRAMOS								
		DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH ₄)NO ₃	KCl	KMAG	Borax			
1	8	5					45360	30.23	0.003332231	
2	10		5				5			
3	12				7					
4	14			7			15-15-15	Precio qq	Dolares	
5	16					7	45360	26.26	0.060208113	
6	18		9				104			
7	20			9						
8	22				15		(NH₄)NO₃	Precio qq	Dolares	
9	24		12				45360	21.3	0.030992063	
10	26				15		66			
11	28					15				
12	30		18				KCl	Precio qq	Dolares	
13	32			20			45360	23.72	0.07687037	
14	34					20	147			
15	36				20					
16	38		30				KMag	Precio qq	Dolares	
17	40				30		45360	25.4	0.04031746	
18	42					30	72			
19	44			30						
20	46				30		KMag	Precio qq	Dolares	
21	48				30		45360	60.01	0.017198633	
22	50		30				13			
Total grs/Palma		5	104	66	147	72	13			
		DLS	0.00333223	0.0602	0.03099	0.07687	0.0403	0.0172	Total	0.07687
		QUETZALES	0.026324617	0.47558	0.244821	0.607273	0.31837	0.13588	Costo Fertilizante/ Palma	1.808248617
									Palmas/Jornal	4000
									Total fertilizante/ Palma	7232.994468
									Costo Jornal	2324
									Costo Total	9556.994468
									Costo/Palma	2.389248617

Fuente: Elaboración propia

El valor incluido de la mano de obra es proporcional a la cantidad de palmas que una persona fertiliza al día, que son 4000, está contemplado dentro del mínimo que recibe un trabajador agrícola que es 2324.00 quetzales. Dentro de los tratamientos con osmocote se coloca una cantidad de igual forma la cantidad de jornales lo que significa que por lo menos una vez al mes se estará dando mantenimiento a la palma, en desmalezado manual y aporcado de planta, mientras que en el tratamiento testigo, las aplicaciones de fertilización se hacen cada 15 días se trabaja el mantenimiento al mismo tiempo.

Los costos totales están por una unidad de palma lo que indica que en los tratamientos con osmocote el más económico es el de una sola aplicación de 50 grs. De longevidad 8 – 9 meses. En posición con el tratamiento 12 que era el testigo donde la fuente de

fertilización se basaba en distintas materias primas en donde el costo total por unidad de palma es Q 2.38. Por lo que la fertilización convencional a pesar de manejarla cada 15 días sus costos son bajos y el desarrollo vegetativo muestra datos óptimos.

El beneficio en la aplicación del osmocote es el uso de menos personal durante el periodo del vivero, que son 12 meses al utilizar personal en una sola aplicación, lo que conlleva que los costos se reduzcan.

2.15 CONCLUSIONES

Los tratamientos evaluado con fertilizante de liberación lenta (osmocote) muestra un efecto positivo en cuanto a los parámetros evaluados; (altura de planta, número de hojas producidas, diámetro de bulbo)si lo comparamos con los porcentajes obtenidos por el tratamiento de fertilización convencional en las palmas al culminar su fase de vivero (12 meses).

Los tratamientos, estadísticamente no muestran diferencia significativa en los parámetros evaluados, para cada una de la presentación del osmocote según la dosis evaluada, las condiciones donde se desarrolló el ensayo fue la misma para la fertilización lenta como para la fertilización convecional. En consecuencia de esto se realiza un análisis de costos de aplicación para cada uno de los tratamientos y concluir de ese dato el mejor de todos.

El análisis costos realizado, el mejor tratamiento beneficio costo es el testigo tratamiento T12 a pesar que la fertilización convencional utiliza demasiadas materias primas, y mucha mayor mano de obra presenta costos más bajos para la fertilización de palma africana en fase de vivero

La concentración de los elementos dentro del tejido de la planta a los 12 meses de se tiene que para el Nitrógeno el tratamiento T8 tiene la concentración alta 0.56%. Para el Fósforo el tratamiento T5 0.18% y para el Potasio el tratamiento T9 1.89.

2.16 RECOMENDACIONES

Si el análisis de costos demuestra que la aplicación de su programa de fertilización convencional representa a lo largo del tiempo que se han venido haciendo un excelente desarrollo vegetativo de la palma en vivero, teniendo una pérdida de nada más del 10 al 15% de su plantación total, continuar con este y sólo evaluar la forma de aplicación para disminuir la pérdida de plantas por quemaduras.

Diseñar una fórmula de fertilizante a base de los requerimientos nutricionales de la palma en vivero, para así disminuir la cantidad de materias primas que se utilizan actualmente, de la misma forma podrá disminuir la cantidad de aplicaciones sabiendo que al final se obtiene lo que se requiere.

Hacer un ensayo más comercial con el fertilizante de liberación lenta osmocote, con las longevidades evaluadas en donde se realice una aplicación homogénea del producto con el suelo de la bolsa para tener resultados más reales ya al ser aplicado por en la parte arriba de la bolsa, los nutrientes no se traslocaban hasta abajo y en algunos casos las capsulas eran removidas por las gotas del riego.

Realizar un análisis de suelo antes del ensayo y en base a eso realizar las aplicaciones de las distintas dosis según su aporte de nutrientes con referencia de a los requerimientos nutricionales de la palma en su fase de vivero.

2.17 BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, A. 1996. Fase operativa de un programa de fertilización. *In* Memorias del primer curso internacional de palma de aceite (1, 1996, CO). Memorias. Santafé de Bogotá, Colombia, CENIPALMA. p. 179-194.
2. Addock, R. 1965. Fomento del cultivo de palma africana en Colombia. *Agricultura de las Américas* 14(2):46-47.
3. Alcivar R, R. 1993. Labores de mantenimiento del cultivo. *El Palmicultor* no. 7:13-17.
4. ASD, CR. 2010. Guía para el establecimiento y manejo de viveros de palma aceitera. Costa Rica. 38 p.
5. Ballester-Olmos y Anguís, JF. 2008. Fertilizantes de acción lenta encapsulados. Madrid, España, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Secretaria General Técnica, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. 24 p.
6. Bastidas, PS; Peña, RE; Reyes, CR; Casas, MH. 2002. Recomendaciones para el manejo de semilla germinada y viveros de palma de aceite (*Elaeisguineensis*Jacq.). Tumaco, Colombia, Corpoica, Centro de Investigación El Mira, Boletín Divulgativo 12, 21 p.
7. Bernal Niño, F. 2005. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio: guía general para el nuevo palmicultor. Bogotá, Colombia, Fedepalma / Cenipalma. 35 p.
8. Borrero, C. 2007. Factores a considerar para el establecimiento de una plantación de palma de aceite (*Elaeisguineensis*) (en línea). Colombia. Consultado 20 oct 2012. Disponible en <http://borrerosesar.wikispaces.com/file/view/FACTORES+PARA+ESTABLECER+PALMA.pdf>
9. FEDEPALMA, CO; Ministerio del Medio Ambiente, CO. 2002. Guía ambiental para el subsector de la agroindustria de la palma de aceite. Bogotá, Colombia. p. 43–51.
10. Hernández, JA; Abreu, A; Labarca, M; Faría, A. 2011. Bio-fertilización del cultivo de palma aceitera (*Elaeisguineensis*Jacq.) en la fase de vivero. Maracaibo, Venezuela, Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía. 13p.
11. Hornstra, G. 1993. Aspectos nutricionales de aceite de palma. *El Pamicultor* no. 7:85-90.

12. Infoagro.com. 2011. Cultivo de la palma africana (en línea). España. Consultado 20 oct 2011. Disponible en http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
13. Ortiz Vega, RA. 2000. El cultivo de la palma aceitera. San José, Costa Rica, EUNED. 191 p.
14. Quinto, R. 2007. Prevén crecimiento del cultivo de la palma africana en el país (en línea). El Periódico, Guatemala, oct 23:2 p. Consultado 20 oct 2012. Disponible en <http://www.elperiodico.com.gt/es/20070623/actualidad/40976/>
15. Rankine, IR; Fairhurst, TH. 2012. Field handbook oil palm series: nursery. Malasya, IPNI. v. 1, 108 p. Consultado 20 mar 2012. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/E61D42E7FB567A8306256AE80064CV90/\\$file/La+Palma+Aceitera.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/E61D42E7FB567A8306256AE80064CV90/$file/La+Palma+Aceitera.pdf)
16. Raygada Zambrano, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de palma de aceitera. Lima, Perú, Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. 104 p.
17. Rotschuh, J; Alvarado H, C; Obando, M; Martínez Rodas, R; Muñoz R, C. 1983. Guía técnica para el cultivo de palma africana (*Elaeisguineensis*). Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria / Estación Experimental "El Recreo" / IICA / Fondo Simón Bolívar. 40 p.
18. Sáenz Mejía, LE. 2006. Cultivo de palma africana: guía técnica (en línea). Managua, Nicaragua, IICA. 27 p. Consultada 20 oct 2012. Disponible en <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>
19. Scott OM, ES. 2013. Fertilizantes profesionales, producción ornamental (en línea). España. Consultado 10 set 2013. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/236754-Catalogo-Horticultura-Ornamental/>
20. Solares, C. 2003. Plan de negocios para un proyecto de cultivo de palma africana en el departamento de El Petén. Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad Francisco Marroquín. 50 p.

2.18 ANEXOS

Cuadro 24. Niveles críticos de nutrientes en el suelo

SUELO		Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH		<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	>6.5
Ca	cmol(+)/l	<2	2-4	4-15	>15
Mg		<0.5	0.5-1.1	1.1-2.5	>2.5
K		<0.2	0.2-0.4	0.4-0.9	>0.9
Acides			0.3-1.0	<0.3	>1.0
SA	%		10-30	<10	>30
P		<6	6-15	15-25	>25
Fe		<5	5-30	30-100	>100
Cu	mg/l	<1	1-5	5-20	>20
Zn		<2	2-3	3-10	>10
Mn		<5	5-30	30-100	>100
B		<0.2	0.2-0.5	0.5-3.0	>3.0
S		<12	12-20	20-50	>50
MO	%	<2	2-5	5-10	>10
Ca/Mg		<2		2-5	>5
Ca/K		<5		5-25	>25
Mg/K		<2.5		2.5-15	>15
(Ca+Mg)/K		<10		10-40	>40

Cuadro 25. Contenido de elemento puro en las mezclas

FUENTE	N	P	K	Mg	B	S	Zn	Ca	Ci
Urea	46.0%								
NH ₄ NO ₃	33.5%								
Nitramon	20%			5%				8%	
DAP	18%	20%							
MAP	10%	22%							
TSP		20%							
KCl			50%						47%
K ₂ SO ₄			42%			18%			
KMAG			18%	11%		22%			
Kieserita				15%		20%			
Ubor15					14%				
Boronat					10%				
(NH ₄) ₂ SO ₄	21%					24%			
Sulfato de Zinc						15%	31%		

Cuadro 26. Andeva altura planta con y sin refuerzo

Variable	N	R ²	R ² A _j	CV
Altura	36	0.26	0.00	9.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	862.78	13	66.37	0.59	0.8355
Tratamiento	742.40	11	67.49	0.60	0.8079
Bloque	120.38	2	60.19	0.54	0.5924
Error	2469.68	22	112.26		
Total	3332.47	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 112.2593 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T10	114.50	3	6.12 A
T7	111.56	3	6.12 A
T9	111.50	3	6.12 A
T8	110.61	3	6.12 A
T12	108.61	3	6.12 A
T1	108.00	3	6.12 A
T4	107.57	3	6.12 A
T2	104.88	3	6.12 A
T5	103.19	3	6.12 A
T3	102.99	3	6.12 A
T6	100.86	3	6.12 A
T11	99.22	3	6.12 A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 112.2593 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B1	109.47	12	3.06 A
B3	106.22	12	3.06 A
B2	105.18	12	3.06 A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Variable	N	R ²	R ² A _j	CV
Altura	36	0.39	0.02	9.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1454.32	13	111.87	1.07	0.4329
Tratamiento	919.71	11	83.61	0.80	0.6425
Bloque	534.60	2	267.30	2.55	0.1013
Error	2310.27	22	105.01		
Total	3764.58	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 105.0121 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T1	114.22	3	5.92 A
T7	113.11	3	5.92 A
T6	111.72	3	5.92 A
T12	108.78	3	5.92 A
T9	108.67	3	5.92 A
T8	108.28	3	5.92 A
T4	105.56	3	5.92 A
T2	105.06	3	5.92 A
T3	102.11	3	5.92 A
T5	102.11	3	5.92 A
T10	99.22	3	5.92 A
T11	98.22	3	5.92 A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 105.0121 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B3	109.22	12	2.96 A
A2	109.07	12	2.96 A
A1	100.97	12	2.96 A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Cuadro 27. Andeva número de hojas con y sin refuerzo

Variable	N	R ²	R ² A _j	CV
No. Hojas	36	0.74	0.58	4.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.86	13	1.84	4.78	0.0006
Tratamiento	6.97	11	0.63	1.65	0.1525
Bloque	16.89	2	8.44	22.00	<0.0001
Error	8.44	22	0.38		
Total	32.31	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.3838 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T10	14.33	3	0.36 A
T6	14.33	3	0.36 A
T12	14.00	3	0.36 A
T7	13.67	3	0.36 A B
T5	13.67	3	0.36 A B
T1	13.67	3	0.36 A B
T9	13.67	3	0.36 A B
T2	13.67	3	0.36 A B
T8	13.33	3	0.36 A B
T3	13.33	3	0.36 A B
T4	13.33	3	0.36 A B
T11	12.67	3	0.36 B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.3838 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B3	14.42	12	0.18 A
B1	13.75	12	0.18 B
B2	12.75	12	0.18 C

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Variable	N	R ²	R ² A _j	CV
No. Hojas	36	0.62	0.39	7.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35.94	13	2.76	2.73	0.0183
Tratamiento	5.56	11	0.51	0.50	0.8838
Bloque	30.39	2	15.19	15.00	0.0001
Error	22.28	22	1.01		
Total	58.22	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 1.0126 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T4	13.67	3	0.58 A
T12	13.67	3	0.58 A
T6	13.67	3	0.58 A
T1	13.67	3	0.58 A
T8	13.33	3	0.58 A
T3	13.33	3	0.58 A
T11	13.33	3	0.58 A
T9	13.00	3	0.58 A
T7	13.00	3	0.58 A
T5	12.67	3	0.58 A
T10	12.67	3	0.58 A
T2	12.67	3	0.58 A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 1.0126 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B3	14.33	12	0.29 A
A1	13.25	12	0.29 B
A2	12.08	12	0.29 C

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

Cuadro 28. Andeva diámetro de bulbo con y sin refuerzos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro Bulbo	36	0.81	0.70	6.35

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro Bulbo	36	0.59	0.35	6.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1971.15	13	151.63	7.31	<0.0001
Tratamiento	238.61	11	21.69	1.05	0.4434
Bloque	1732.54	2	866.27	41.74	<0.0001
Error	436.53	22	20.75		
Total	2427.69	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 20.7516 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T9	75.63	3	2.63 A
T3	73.78	3	2.63 A
T10	73.77	3	2.63 A
T7	73.23	3	2.63 A
T2	73.09	3	2.63 A
T6	72.97	3	2.63 A
T8	72.64	3	2.63 A
T1	70.80	3	2.63 A
T4	70.37	3	2.63 A
T12	70.03	3	2.63 A
T11	67.18	3	2.63 A
T5	66.91	3	2.63 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 20.7516 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B1	77.51	12	1.32 A
B3	75.64	12	1.32 A
B2	61.95	12	1.32 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro Bulbo	36	0.59	0.35	6.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	639.36	13	49.18	2.45	0.0309
Tratamiento	272.27	11	24.75	1.23	0.3235
Bloque	367.09	2	183.55	9.15	0.0013
Error	441.53	22	20.07		
Total	1080.89	35			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 20.0694 gl: 22
Tratamiento Medias n E.E.

T	Medias	n	E.E.
T5	74.71	3	2.59 A
T1	74.43	3	2.59 A
T12	73.64	3	2.59 A
T3	73.10	3	2.59 A
T9	71.99	3	2.59 A
T7	71.56	3	2.59 A
T8	70.46	3	2.59 A
T4	70.10	3	2.59 A
T6	69.42	3	2.59 A
T2	67.70	3	2.59 A
T10	67.47	3	2.59 A
T11	65.92	3	2.59 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 20.0694 gl: 22
Bloque Medias n E.E.

B	Medias	n	E.E.
B1	74.25	12	1.29 A
B3	71.79	12	1.29 A
B2	66.59	12	1.29 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05)

Cuadro 29. Datos totales de análisis foliar de plantas

FINCA	TRAT	MES	AÑO	Nitrogeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Niquel
San Luis, Vivero La Pampa	(A1T3)	Ene	2013	0.4400	0.0877	1.3610	0.2650	0.1709	0.1068	8.2000	2.0000	43.8000	111.0000	6.5000	1.0000
San Luis, Vivero La Pampa	(A1T8)	Ene	2013	0.5100	0.1386	1.6650	0.2273	0.0976	0.0704	7.8000	2.6000	29.1000	101.6000	7.3000	0.3000
San Luis, Vivero La Pampa	(B1T11)	Ene	2013	0.4700	0.1617	1.0830	0.2663	0.1382	0.0691	5.9000	1.3000	36.2000	118.9000	5.8000	0.3000
San Luis, Vivero La Pampa	(B1T8)	Ene	2013	0.5600	0.0814	1.3070	0.3197	0.1670	0.1294	8.4000	1.8000	29.4000	127.4000	8.2000	0.2000
San Luis, Vivero La Pampa	(A2T9)	Ene	2013	0.5000	0.1132	1.0120	0.3310	0.1622	0.0865	9.2000	1.5000	49.9000	88.2000	6.8000	0.3000
San Luis, Vivero La Pampa	(A2T10)	Ene	2013	0.4800	0.0693	0.8219	0.2292	0.0893	0.0681	8.5000	1.2000	22.1000	88.9000	4.7000	0.6000
San Luis, Vivero La Pampa	(B2T12)	Ene	2013	0.4900	0.1384	1.7470	0.1393	0.4159	0.1269	7.3000	4.8000	86.6000	96.9000	7.0000	19.3000
San Luis, Vivero La Pampa	(B2T5)	Ene	2013	0.4400	0.1808	1.8660	0.1578	0.3947	0.1610	8.1000	4.8000	76.9000	78.0000	8.7000	16.3000
San Luis, Vivero La Pampa	(A3T10)	Ene	2013	0.5000	0.1417	1.6470	0.1400	0.3451	0.1417	6.3000	4.5000	107.6000	98.1000	6.4000	15.8000
San Luis, Vivero La Pampa	(A3T1)	Ene	2013	0.4500	0.1443	1.7000	0.1406	0.3898	0.1593	9.7000	5.2000	89.9000	98.6000	8.0000	15.2000
San Luis, Vivero La Pampa	(B3T9)	Ene	2013	0.4500	0.1531	1.8930	0.1340	0.4355	0.1313	6.9000	5.6000	137.4000	101.1000	6.4000	16.7000
San Luis, Vivero La Pampa	(B3T10)	Ene	2013	0.5000	0.1149	1.4730	0.1398	0.3212	0.1020	8.1000	4.0000	81.0000	82.3000	9.7000	13.0000

CAPITULO III

- 3 SERVICIO REALIZADO EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETEN, GUATEMALA C.A.**

3.1 PRESENTACIÓN

Como producto del diagnóstico, los servicios que se describen a continuación tienen como objetivo contribuir al registro de información agronómica, con el departamento técnico agrícola de la empresa Naturaceites S.A.

Como primer servicio, se hizo la Elaboración de un censo y bitácora del vivero de la finca trece Aguas, llevando así la base de datos y registros de todo el vivero, con el fin de planificar las áreas de siembra de la nueva región para completar las hectareas.

El segundo servicio, fue el establecimiento y manejo de un previvero de palma africana, con el fin de obtener la mayor cantidad de palmas que cumplieran con los requisitos de calidad para luego pasar a la fase de vivero.

3.2 ELABORACIÓN DE CENSO Y BITÁCORA DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeisguineensis* Jacq), EN LA FINCA TRECE AGUAS, MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETEN, GUATEMALA C.A.

3.2.1 OBJETIVOS

- Elaborar una base de datos de cantidades de palmas presentes en vivero, así como del manejo agronómico establecido para dichas plantas.
- Obtener los datos exactos de plantas presentes de palma africana en el vivero.
- Recopilar información acerca del manejo agronómico de la palma africana, en la fase de vivero.

3.2.2 METODOLOGÍA

Fase de campo

- Se realizó un recorrido general en el vivero, revisando en forma visual todas las plantas y los recursos del vivero.
- Se solicitaron los registros de las actividades realizadas del vivero cada 15 días.
- Se realizó un recuento general de la cantidad de las plantas existentes en el vivero.
- Se delimitaron los pantes para una mejor identificación de las áreas de trabajo.

Fase de gabinete

- En una hoja electrónica de Excel, se ingresaron los datos para tenerlos en una forma ordenada y sistematizada.
- Se realizó el análisis respectivo de los datos obtenidos del censo.

3.2.3 RESULTADOS

Los viveros están diseñados para iniciar sus funciones en los meses de septiembre y octubre de cada año, aprovechando los últimos meses de invierno. Dentro de este diseño, se encuentra la programación que se tiene de siembra para el año siguiente. Es decir que las plantas pasan en vivero alrededor de 10 meses.

Dentro del vivero se llevan a cabo varias actividades que son de suma importancia para el establecimiento de las plantaciones la palma africana, ya que de esta etapa depende el éxito de la plantación de palma africana, para los próximos 25 años. Las actividades son:

- a) La siembra:** Corresponde la recepción de semilla que viene del pre-vivero, en bandejas y tubetes para ser sembradas en las bolsas, previamente llenadas con tierra del lugar. Para el llenado de la bolsa se debe tener mucho cuidado, ya que la tierra debe estar cernida, evitando gránulos gruesos de tierra para que luego

no se tenga problemas con espacios de aire en la bolsa. Esta operación está cargo de mujeres, por la delicadeza que se requiere al momento de la siembra.

b) Nutrición vegetal: Es una de las actividades con mayor costo, dentro de las actividades del vivero, siendo de suma importancia dentro del vivero. De acuerdo a las recomendaciones del Doctor Alvaro Acosta, sobre nutrición vegetal para palma africana en vivero, se hace una programación de fertilización con diferentes productos cumpliendo los requerimientos de dicho cultivo. Esta programación incluye la aplicación de diferentes fertilizantes y dosis, cada 15 días. Estas dosis va aumentando conforme a la edad de la palma (medida en semanas). (Ver cuadro 1).

Cuadro 30. Programa general de fertilización para los viveros de palma africana, de la empresa Naturaceites, S. A.

Aplicación	Edad en semanas	GRAMOS DE FERTILIZANTE				
		FERTILIZANTES EN GRAMOS				
		DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH ₄)NO ₃	KCI	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			
	TOTAL/Palma	5	164	64	70	72

c) Sanidad vegetal: Esta tercera actividad comprende el programa para evitar la presencia de enfermedades y plagas que puedan afectar el desarrollo normal de las palmas. Este programa tiene un ciclo de aplicación, el cual está enfocado a evitar la resistencia de los patógenos e insectos. La mayoría de estos productos son preventivos, en el caso de los fungicidas, y en el caso de los insecticidas, son de contacto. (Ver Cuadro 29).

Cuadro 31. Programa de control sanitario para los viveros de la empresa Naturaceites S.A.

Categoría	Producto	Dosis (ml/bomba)	Observaciones
Fungicida	Dithane	25	Los fungicidas sus aplicaciones son en un ciclo de 15 días, intercalando los productos.
	Buffex	20	
	Inex. A		
	Benomil	8	
	Buffex	20	
	Inex. A		
Herbicida	Paraquat	150	
	Goal Tender	35	
	Buffex	20	
	Inex. A		
Insecticida	Decis	8	El insecticida se utiliza según el monitoreo y la presencia de insectos.
	Buffex	20	
	Inex. A		

Nota: Se recomienda que la mezcla de los productos se haga en un tonel, para obtener una mayor uniformidad en la mezcla.

El control de maleza dentro de la bolsa de vivero, se hace de forma manual y la maleza presente entre bolsas, se hace a través de aplicaciones de herbicidas con bombas de aspersión.

d) Riego: Es una actividad importante en la etapa de vivero. Se debe tener un control estricto de la humedad dentro de la bolsa, para evitar problemas de stress hídrico.

e) Elaboración de bitácora

Una de las actividades complementarias de todo vivero de Palma africana, es el establecimiento de la bitácora, la cual consiste en llevar el registro diario de las actividades del vivero, para así mejorar cada uno de los procesos y que estos demuestren ser eficientes al momento de evaluar los rendimientos.

A la fecha de inicio de la bitácora, el vivero de palma africana llevaba aproximadamente 5 meses de funcionamiento, por lo que se solicitaron los registros para conocer la situación de los mismos.

f) Reconocimiento del vivero de palma africana

El primer paso fue hacer un reconocimiento completo del vivero, por medio de entrevistas y recorridos con el personal encargado del vivero, para ganar confianza y lograr cierta inducción. Esto permitió tener un historial de cómo empezó el funcionamiento del vivero de esta área y caracterizar de mejor forma el vivero, logrando reconocer que este vivero tenía características que no lo tenían otros. La principal característica era la forma de riego, siendo este de pivote central, con lo que se tenía una mayor uniformidad en la lámina de agua que recibía cada bolsa, siendo por ende la forma del vivero circular. Los demás viveros tienen forma cuadrada y se riegan con aspersores tipo cañón.

Dentro de las entrevistas con los encargados del vivero, comentaron que partes del vivero habían sufrido de estrés hídrico por la falta de riego, debido al atraso en la instalación del pivote central. Es por ello, se regaba con bombas de aspersión y con esto se trataba de minimizar los daños por la falta de riego. Además de esto, en un principio la colocación de las bolsas fue en forma cuadrada y se tuvo que mover la bolsa conforme el pivote iba marcando hasta donde iban a recibir agua las bolsas.

g) Censo de las plantas de palma africana en el vivero

El objetivo del censo es tener un dato exacto del número de palmas existentes en el vivero, por cada una de las variedades. La distribución de pantes se realizó, en función de la fecha de siembra del bloque completo. Se establecieron 5 pantes, 2 de la variedad Nigeria y 3 de la variedad Ghana. Para llevar un mejor control sobre la fertilización que ya se le había aplicado en algunos pantes, se elaboró un cuadro de control en hojas de Excel. Esto permitió, realizar una adecuada planificación de la fertilización, considerando la cantidad de palmas y el programa de fertilización ya establecido para todo el ciclo del vivero, estableciéndose la fecha exacta de aplicación así como la cantidad de fertilizante a utilizar. Conociendo los requerimientos exactos de fertilizante a utilizar para todo el ciclo del vivero, se gestionó la cantidad exacta para tenerlo en bodega y no detener el programa, por falta de fertilizante.

Se realizó el censo de los 5 bloques de palma sembrada en el vivero. Por otro lado, se tenía un excedente de palma del año anterior, en otro vivero de la empresa la cual se trasladó para el vivero "La Pampa". A esta palma no se le dio mayor mantenimiento, más que una única aplicación de fertilizante 15-15-15 y una poda, para evitar así su crecimiento descontrolado. Estos valores no se incluyen dentro del cuadro de mantenimiento. Luego de tener por 10 meses las palmas en el vivero, se inició el despacho de estas para la siembra en campo definitivo. Los despachos se hacían tomando en cuenta el descarte y la calidad de palma enviada en los camiones.

Cuadro 32. Cantidad de plantas presentes en el vivero de palma africana San Luis.

Número de pante	Variedad	Número de plantas
1	Nigeria	59400
2	Nigeria	30611
3	Ghana	28794
4	Ghana	107106
5	Ghana	34275
		260186

Cuadro 33. Movimientos de plantas de palma africana, en el vivero Canaleño.

Fecha	Cantidad	Variedad	Observaciones
27/02 al 16/03	Nigeria	4280	
	Nigeria	-478	Enviadas a la Finca San Martín.
	Saldo	3730	
27/02 al 30/04	Ghana	51500	
Junio	Nigeria	51500	
	Total	106730	

h) Programa de fertilización del Vivero de palma africana

Las actividades de fertilización son importantes, debido a los mayores costos; asimismo, es una de las actividades que necesitan de un mayor control, debido a la aplicación de la cantidad exacta indicada en el plan de fertilización y la forma de correcta de aplicación, para evitar quemaduras a las hojas de palma. Esto último es lo más común con algunos productos químicos, como es el caso del Nitrato de Amonio y el Triple 15. Por lo tanto, se tomó la estrategia de poner por cada 5 mujeres un supervisor, quien controlara de forma estricta la forma de aplicación de los fertilizantes.

Se instruyó a los supervisores que la dosis de fertilizante se distribuyera en toda la bolsa y no fuera concentrado en ciertas áreas de la bolsa. Para supervisar este aspecto, se tomó la decisión de colocar una persona de control de calidad en cuanto a las aplicaciones, quien reportaba con fotografías las aplicaciones que se hacían en los diferentes pantes del vivero.

En función de la programación de siembra y las fechas que tenían las palmas en el vivero, en algunos casos no se iba a lograr terminar con el plan de fertilización correspondiente, por lo que por recomendación del Gerente Agrícola, se preparó una mezcla completa con las dosis que le hacían falta, las cuales se les aplico a las palmas y con ello, cumplir con el programa de nutrición de viveros.

Cuadro 34. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 1, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.

Cantidad (grs)	Triple 15	Dap	K-mag	Mop	N. Amonio	Borax (grs)	Sacos
5	28/10/2011						7
5		03/11/2011					7
5		09/11/2011					7
7			24/11/2011				10
7			01/12/2011				10
10				09/12/2011			13
10				16/12/2011			13
9					15/12/2011		11
7					03/01/2012		10
9	14/01/2012						11
9	16/01/2012						11
10				26/01/2012			13
10				02/02/2012			13
12			02/02/2012				16
12			10/02/2012				16
15	24/02/2012						20
20				10/03/2012			26.5
15	23/03/2012						20
15			29/03/2012				20
15	10/04/2012						20
18.					18/04/2012		24
25				26/04/2012			33
25	04/05/2012						33
30				12/05/2012			39.5
30			20/05/2012				39.5
30	28/05/2012						39.5
30	06/06/2012					1	39.5
30			14/06/2012			1	39.5
30		22/06/2012				2	39.5
30	30/06/2012					2	39.5
30	08/06/2012						39.5

Cuadro 35. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 2, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.

Cantidad (grs)	Triple 15	Dap	K-mag	Mop	N. Amonio	Borax (grs)	Sacos
7	16/01/2012						5
7			26/01/2012				5
7					03/02/2012		5
10				10/02/2012			7
10					23/02/2012		7
9	08/03/2012						6
10				23/03/2012			7.5
12			28/03/2012				8.5
15	11/04/2012						10.5
20				17/04/2012			14
15.	25/04/2012						10.5
15			03/05/2012				10.5
15	11/05/2012						10.5
18					19/05/2012		12.5
25				27/05/2012			17
25	04/06/2012						17
30				12/06/2012			20.5
30			20/06/2012				20.5
30	28/06/2012						20.5
30	06/07/2012					1	20.5
30			14/07/2012			1	20.5
30		22/07/2012				2	20.5
30	30/07/2012					2	20.5
30	07/07/2012						20.5

Cuadro 36. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 3, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.

Cantidad (grs)	Triple 15	Dap	K-mag	Mop	N. Amonio	Borax (grs)	Sacos
5		10/01/2012					3.5
7	16/01/2012						4.5
7			26/01/2012				4.5
7					03/02/2012		4.5
10				10/02/2012			6.5
10					23/02/2012		6.5
9	08/03/2012						6
10				25/03/2012			6.5
12			28/03/2012				8
15	11/04/2012						10
20				26/04/2012			13
15	18/04/2012						10
15			04/05/2012				10
15	12/05/2012						10
18					20/05/2012		12
25				28/05/2012			16
25	03/06/2012						16
30				11/06/2012			19
30			19/06/2012				19
30	27/06/2012						19
30	05/07/2012					1	19
30			13/07/2012			1	19
30		21/07/2012				2	19
30	29/07/2012					2	19
30	06/07/2012						19

Cuadro 37. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 4, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.

Cantidad (grs)	Triple 15	Dap	K-mag	Mop	N. Amonio	Borax (grs)	Sacos
5		04/02/2012					12
7	11/02/2012						17
7			03/03/2012				17
7					09/03/2012		17
10				24/03/2012			24
9	12/04/2012						21.5
9	19/04/2012						21.5
10				27/04/2012			24
12			05/05/2012				28.5
15	13/05/2012						35.5
20				21/05/2012			47.5
15	29/05/2012						35.5
15			06/06/2012				35.5
15	14/06/2012						35.5
18					22/06/2012		45
25				30/06/2012			59
25	08/07/2012						59
30				16/07/2012			71
30			24/07/2012				71
30	01/08/2012						71
30	09/08/2012					1	71
30			17/08/2012			1	71
30		25/08/2012				2	71
30	02/09/2012					2	71
30	10/09/2012						71

Cuadro 38. Cantidad de productos aplicados y fechas de aplicación en el pante 5, para las plantas del vivero de palma africana, en San Luis.

Cantidad (grs)	Triple 15	Dap	K-mag	Mop	N. Amonio	Borax (grs)	Sacos
5		17/02/2012					4
7	25/02/2012						5.5
7			10/03/2012				5.5
10				25/03/2012			8
9	14/04/2012						7
9	18/04/2012						7
10				26/04/2012			8
12			03/05/2012				9
15	11/05/2012						11.5
20				19/05/2012			15
15	27/05/2012						11.5
15			04/06/2012				11.5
15	12/06/2012						11.5
18					20/06/2012		14
25				28/06/2012			19
25	05/07/2012						19
30				13/07/2012			23
30			21/07/2012				23
30	29/07/2012						23
30	06/08/2012					1	23
30			14/08/2012			1	23
30		22/08/2012				2	23
30	30/08/2012					2	23
30	07/09/2012						23

i) Programa de Sanidad del vivero de palma africana

La sanidad del vivero depende del control que se tenga sobre el programa de sanidad vegetal y su aplicación. Los dos tipos de fungicidas que se utilizan son preventivos, por lo que la eficiencia en su aplicación dará resultados en cuanto al control de enfermedades. Los productos utilizados son el Dhitane y el Benomil, los cuales se rotan para no crear resistencia a los hongos. Para estandarizar la dosis y el procedimiento de aplicación, se estableció que la mezcla se hiciera en un tonel de 12 bombas, para que todas las bombas llevaran las mismas cantidades. En este caso se evaluaba la buena aplicación.

En cuanto a los insecticidas, se aplicaba Decis para contrarrestar los daños ocasionados por los insectos. Por temporadas se tuvo la presencia de ácaros, los cuales se combatieron aplicando dosis de Rienda y se estuvo monitoreando la incidencia de este insecto.

Para la maleza entre calles se hacían aplicaciones de Paraquat con campana, para evitar el contacto del herbicida con las palmas. Si en dado caso, la maleza estaba alta, primero se cortaba con machete y luego se hacía la aplicación del herbicida. La maleza presente en la bolsa se controlaba de forma manual por el personal de vivero.

Como medidas de seguridad, se revisaba el buen funcionamiento de los equipos, para evitar fugas. Se exigía a los trabajadores encargados de estas aplicaciones, la utilización del equipo necesario para la protección de los ojos, inhalación y cuerpo.



Figura 27. Riego tipo pivote



Figura 28. Fertilización y descarte de palmas

3.3 Establecimiento y Manejo de Pre-Vivero de Palma Africana (*Elaeisguineensis*Jacq), en el municipio de San Luis, departamento de Peten, Guatemala C.A.

3.3.1 OBJETIVOS

General

- Establecer un Pre-Vivero de Palma Africana en el marco de todas las actividades de esta etapa de desarrollo.

Específicos

- Controlar la calidad de la semilla de palma aceitera antes de la siembra.
- Manejar adecuadamente una semilla germinada de palma africana.
- Aplicar criterios técnicos en el manejo del Pre-Vivero.

3.3.2 METODOLOGÍA

Ubicación del Pre-Vivero.

Montaje sombrío y construcción camas.

Preparación de bandejas.

Recepción de las semillas.

Siembra de las semillas.

Manejo.

3.3.3 RESULTADOS

La palma africana antes de estar en campo definitivo donde empezará su producción de fruto, pasa por dos procesos, llamados pre-vivero y vivero. El primero de estos tiene aproximadamente una duración de 2 meses, donde la palma se aclimata para luego pasar al vivero, donde pasará 10 meses.

a) Ubicación del pre vivero

La primera etapa del pre-vivero, se inicia desde el momento en que se busca la mejor ubicación de este. Los aspectos que se tienen que evaluar son: que tenga cerca una toma de agua para la instalación del riego, ya que la palma necesita riego continuo. Esta toma de agua tiene que mantener un caudal necesario, que garantice la demanda de agua de la etapa del pre-vivero.

La topografía del vivero debe ser plana, tratando de evitar las partes bajas por riesgos de inundaciones. Seguidamente se realiza la limpieza al área y se aprovecha la nivelación del terreno, tratando de emparejar las partes donde pueda existir encharcamiento.

b) Camas del pre vivero

Luego de tener limpia y nivelada el área, se empieza con el diseño de las camas, donde se colocaran los marcos con las bandejas. El número de camas está determinado por la cantidad de semilla de palma africana que tendrá el pre-vivero.

En este caso se diseñaron dos naves con 12 camas cada una. Las camas pueden contener 87 marcos que equivalen a 20880 palmas por cama y 250560 palmas por nave. La altura de la cama desde el suelo es de 1 metro y por debajo de la superficie queda 0.25 metros. El material utilizado fueron postes de madera. En la parte de arriba, se colocó tubo galvanizado, el cual sirvió de soporte para la colocación de los marcos.

La sombra del pre vivero, lleva un diseño de dos paralelas a distintas alturas con lo que se logra tener secciones de techo de 2 aguas. La altura de los postes era de 2.10 metros de largo, en la parte baja y el otro de 2.80 metros, en la parte alta, formando una pendiente con el sarán, procurando que no se retuviera agua. Este sarán era de color negro con 50 % de luz, tensándose con alambre galvanizado y luego se unían los bloques con hilo de nylon.

c) Preparación de bandejas

La preparación de las bandejas consistió en el llenado de las celdas, con la mezcla de peatmoss. El fertilizante utilizado fue el osmocote 14-14-14, con longevidad de 3-4 meses, lo que permite tener disponibilidad de nutrientes a la palma durante su periodo en el pre vivero.

La mezcla recomendada para el llenado de bandejas, era que por cada paquete de peatmoss se agregaban 2.2 kg de osmocote, debiendo evaluarse la uniformidad de la mezcla, para evitar acumulaciones de osmocote que pudieran producir quemaduras a las raíces. Asimismo, al momento del llenado de las bandejas, se tenía que compactar la mezcla en cada celda, para que amarré y dejar un espacio de aproximadamente 1 pulgada, de la superficie hacía el interior de la celda, para evitar el contacto directo de las capsulas del fertilizante con el follaje. En este espacio se agrega osmocote sin mezcla.

d) Selección y siembra de semillas

Para la recepción de semilla se tiene que tener una buena cantidad de bandejas con mezcla.

Antes de la siembra de la semilla, viene el proceso de selección de semilla, en donde se separa la semilla según las características que presenta, las cuales pueden ser:

- **Normal**, que es la semilla que viene con una sola radícula y una sola plúmula;

- **Gemela**, es la semilla que trae dos radículas y dos plúmulas;
- **Nulas**, semillas que no traen ni plúmula ni radícula;
- **Quebrada**, semillas con daño ya sea en la radícula o plúmula.

Luego de la selección se sigue con la siembra de los tipos de semilla normal y gemela, previamente identificadas para su control. Cabe resaltar que la semilla gemela lleva mismo manejo que la semilla normal hasta la semana 6 en pre vivero, luego se separa y sigue su desarrollo normal.

Todo el proceso de selección y siembra de semilla está a cargo de personal femenino para su mejor manejo. En todo momento, tanto la semilla como la mezcla, debe tener que tener una humedad óptima para evitar la quema de esta.

El manejo agronómico que se le da al pre vivero de palma africana, se basa más que todo en mantener la semilla tapada, la cual se queda expuesta a la hora de aplicar riego. La lámina necesaria para las palmas en esta fase, es de aproximadamente 4 ml. El diseño de riego de las naves, es por aspersión aérea, debiéndose supervisar las áreas donde no cae riego, por cuestión de traslape y regarlas con bombas de mochila.

Otra actividad del manejo agronómico es el control de plagas, como los zompopos y otros insectos defoliadores. De igual forma se hacen los controles preventivos de fungicidas con Benomil y Dithane.

Antes del despacho de palma al vivero, se hace un manejo de sombra. Para ello, se les quita a las plantas de palma el sarán, para que estas se vayan aclimatando, recibiendo horas luz más directas.

El control de drenajes dentro del pre vivero, es importante para mejorar la locomoción y brindar u mejor manejo de todas las camas con palma.

Cuadro 39. Resultados de la selección de la semilla de palma africana y cantidades sembradas en el pre vivero de palma africana, en San Luis.

Var	Semilla Normal	Semilla Gemela	Semilla Trilliza	Semilla Quebrada	Semilla Nula	Número de envío	Total de envío
Deli x La Me	47775	2414	151	313	124	Primer	50777
	48578	1656	111	794	68	Segundo	51207
	48181	1888	114	828	51	Tercer	51062
Totales	163878	6654	418	2107	249		
Deli x Nigeria	32520	1440	72	478	39	Primer	34549
Totales	32520	1440	72	478	39		34549
Deli x Ghana	38640	1088	78	889	32	Primer	40727
	38411	1848	120	484	8	Segundo	40871
	37845	1203	105	431	101	Tercer	39685
	34498	1392	80	457	62	Cuarto	36489
Totales	149394	5531	383	2261	203		157772
Compacta	39039	552	2	1569	57	Primer	41219
Totales	39039	552	2	1569	57		41219



Figura 29. Selección y siembra de semilla.



Figura 30.- Construcción de previvero y mezcla de sustrato para bandejas.

3.3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Alcivar R, R. 1993. Labores de mantenimiento del cultivo. El Palmicultor. No. 7:13-17
2. Bastidas, PS, Peña, RE; Reyes, CR, Casas, MH. 2002. Recomendaciones para el manejo de semilla germinada y viveros de palma de aceite (*Elaeisguineensis*Jacq.). Tumaco, Colombia, CORPOICA, Centro de Investigación El Mira, Boletín Divulgativo 12, 21 p.
3. Borrero, C. 2007. Factores a considerar para el establecimiento de una plantación de palma de aceite (*Elaeisguineensis*Jacq.) (en línea). Colombia. Consultado 20oct2012. Disponible en [http://borreroceasar.wikispaces.com/file/view/FACTORES+PARA+ESTABLECE R+PALMA.pdf](http://borreroceasar.wikispaces.com/file/view/FACTORES+PARA+ESTABLECE+R+PALMA.pdf)