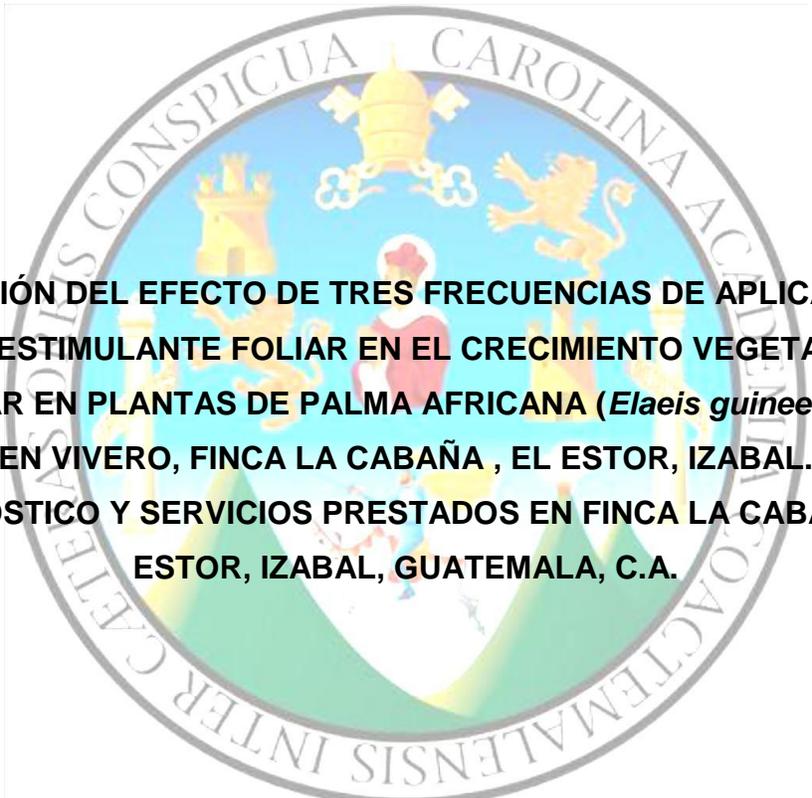


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is circular, featuring a central figure of a man in a red robe and white hat, surrounded by various symbols including a castle, a lion, and a crown. The text "UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA AC" is visible at the top and "CETEMERITUM COACTEMALENSIS INTER" at the bottom of the seal.

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE
UN BIOESTIMULANTE FOLIAR EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y
RADICULAR EN PLANTAS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis Jacq*),
EN VIVERO, FINCA LA CABAÑA , EL ESTOR, IZABAL.
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA LA CABAÑA, EL
ESTOR, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

**WILINTÓN JOSUÉ HERNÁNDEZ BRAN
GUATEMALA, OCTUBRE 2014**

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE
UN BIOESTIMULANTE FOLIAR EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y
RADICULAR EN PLANTAS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis Jacq*)
EN VIVERO, FINCA LA CABAÑA , EL ESTOR, IZABAL.
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA LA CABAÑA, EL
ESTOR, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR
WILINTÓN JOSUÉ HERNÁNDEZ BRAN**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ
VOCAL I	Dr. ARIEL ABDERRAMÁN ORTIZ LÓPEZ
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. EBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV	P. Agr. JOSUÈ BENJAMÍN BOCHE LÒPEZ
VOCAL V	Br. SERGIO ALEXÁNDER SOTO ESTRADA
SECRETARIO	Dr. MYNOR RAÚL OTZOY ROSALES

GUATEMALA, OCTUBRE 2014

Guatemala, octubre 2014

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE FOLIAR EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y RADICULAR EN PLANTAS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), EN VIVERO, FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR , IZABAL, GUATEMALA, C.A.** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

Wilintón Josué Hernández Bran

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

A Dios: Por bendecirme y darme sabiduría, por haber estado presente en los momentos difíciles, por guiarme por el camino correcto.

A mis padres: Rosa Bran y Benedicto Hernández por su amor incondicional, apoyo constante, sabios consejos, inagotables esfuerzos y sacrificios para poder alcanzar esta meta.

Mis hermanos: Rosa, Flor, Aníbal, Armando, Isaac y Mario. Por estar siempre pendientes y dispuestos a apoyarme en todo momento.

Mis sobrinos (as): Esperando que esto sea un ejemplo el cual ellos puedan seguir.

A mis amigos: De la Facultad de Agronomía, que compartimos momentos agradables y momentos de fatiga en el proceso de nuestra formación, a mi novia Kerin y amigos de la infancia Andrea, Saul y Miguel, por animarme a realizar de la mejor manera mis estudios.

A mis centros de estudio:

Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

- A Naturaceites S.A:** Por brindarme la oportunidad de realizar mi EPS, gracias por su confianza y apoyo.
- A mi supervisor:** Ing. Agr. José Horacio Ramírez, por haberme brindado su confianza, apoyo y por su esmerada dedicación en el proceso de mi EPS y por su preocupación en que se llevara a cabo el presente trabajo.
- A mi asesor:** Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco, por el aporte de conocimientos, consejos y colaboración en la realización de proyecto de investigación.
- Ing. Jorge Mario Corzo:** Por su amistad, apoyo, asesoría y enseñanza incondicional para la elaboración de este documento.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
RESUMEN.....	VIII
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA, DE LA EMPRESA NATURACEITES, S.A. UBICADA EN LA FINCA LA CABAÑA.....	1
1.1. PRESENTACIÓN.....	2
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1. Ubicación geográfica.....	3
1.2.2. Delimitación.....	4
1.2.3. Extensión territorial.....	4
1.2.4. Vías de acceso.....	4
1.2.5. Zona de vida.....	4
1.2.6. Clima.....	4
1.2.7. Temperatura.....	4
1.2.8. Precipitación.....	5
1.2.9. Humedad relativa.....	5
1.2.10. Suelo.....	5
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.3.2. ESPECIFICOS.....	6
1.4. METODOLOGÍA.....	7
1.4.1. Fase de gabinete inicial.....	7
1.4.2. Fase de recopilación de la información.....	7
1.4.3. Fase de gabinete final.....	8
1.5 RESULTADOS.....	8
1.5.1 Organigrama del vivero de la Finca La Cabaña.....	8
1.5.2 Recursos del vivero de Finca La Cabaña.....	8
1.5.3 Personal disponible en vivero.....	9
1.5.4 Actividades que se llevaron a cabo en el vivero de Finca La Cabaña:.....	9
1.5.5 Manejo agronomico.....	9
1.5.6 Manejo de plagas y enfermedades.....	10

PÁGINA

1.5.7	Fertilizantes utilizados	12
1.5.8	Limitantes observadas que afectan el desarrollo de plantas	14
1.6	CONCLUSIONES	17
1.7	RECOMENDACIONES	17
1.8	BIBLIOGRAFÍA	18
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE FOLIAR, EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y RADICULAR EN PLANTAS DE PALMA AFRICANA, EN VIVERO, EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL, GUATEMALA, C.A.....		
		19
2.1.	INTRODUCCIÓN	20
2.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
2.3.	JUSTIFICACIÓN	22
2.4.	MARCO TEÓRICO.....	23
2.4.1.	Generalidades de la Palma Africana	23
2.4.2.	Origen de la palma africana	23
2.4.3.	Taxonomía y morfología de la palma	23
2.4.4.	Requerimientos de clima y suelo	29
2.4.5.	Requerimientos nutricionales de la palma africana	30
2.4.6.	Época de siembra	31
2.4.7.	Resiembra	31
2.4.8.	Polinización	31
2.4.9.	Control de malezas	31
2.4.10.	Poda	32
2.4.11.	Plagas y enfermedades	32
2.4.12.	Cosecha	38
2.4.13.	Macronutrientes	39
2.4.14.	Micronutrientes (Oligoelementos)	43
2.4.15.	Bioestimulantes	47
2.4.16.	Regulación hormonal (Fitohormonas)	48
2.4.17.	Reguladores de crecimiento	48
2.4.18.	Aminoácidos	51

	PÁGINA
2.4.19. Papel de los aminoácidos en plantas.....	51
2.4.20. Ácidos húmicos	53
2.4.21. Ácidos fúlvicos	53
2.5. DESCRIPCIÓN DE MATERIAL EXPERIMENTAL	54
2.5.1. Bioestimulante MaxiBoost	54
2.6. OBJETIVOS.....	55
2.6.1. Objetivos generales:.....	55
2.6.2. Objetivos específicos:.....	55
2.7. HIPOTESIS:.....	55
2.8. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	56
2.8.1. Material experimental	56
2.8.2. Equipo utilizado	56
2.8.3. Tratamientos	56
2.8.4. Forma de aplicación de los tratamientos.....	56
2.8.5. Diseño experimental.....	57
2.8.6. Descripción del diseño experimental	58
2.8.7. Descripción de la parcela neta experimental.....	59
2.8.8. Distribución de los tratamientos	59
2.8.9. Evaluación de tratamientos	59
2.8.10. Parámetros de crecimiento utilizados en las mediciones de cada planta de la unidad experimental.....	59
2.8.11. Forma de determinar las variables respuesta:	60
2.8.12. Análisis de la información.....	61
2.9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
2.9.1. Crecimiento Foliar	61
2.9.2. Crecimiento radicular	64
2.9.3. Costos de las aplicaciones de los tratamientos.....	69
2.9.4. Análisis de otras variables.....	69
2.10. CONCLUSIONES	73
2.11. RECOMENDACIONES	73
2.12. BIBLIOGRAFÍA	74

PÁGINA

CAPÍTULO III	SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TECNICO AGRICOLA, DE LA EMPRESA NATURACEITES, S.A. UBICADA EN FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL	74
3.1.	PRESENTACIÓN.....	76
3.2.	SERVICIO I: MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE CONTEO DE RACIMOS, ELABORADO EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, DEL DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A.....	77
3.2.1.	OBJETIVOS	77
3.2.2.	METODOLOGÍA	77
3.2.2.1.	Fase de campo	77
3.2.2.2.	Fase de gabinete	77
3.2.3.	RESULTADOS.....	78
3.2.4.	CONCLUSIONES	85
3.2.5.	RECOMENDACIONES	85
3.2.6.	BIBLIOGRAFÍA	85
3.3.	SERVICIO II: CENSO Y BITACORA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN VIVERO DE PALMA AFRICANA, EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL.....	86
3.3.1.	OBJETIVOS	86
3.3.1.1.	General	86
3.3.1.2.	Específicos	86
3.3.2.	IMPORTANCIA	86
3.3.3.	METODOLOGÍA	87
3.3.3.1.	Fase de campo	87
3.3.3.2.	Fase de gabinete	87
3.3.3.3.	Procedimientos	87
a.	Reconocimiento de campo y cálculo del rendimiento por persona	88
3.3.4.	RESULTADOS.....	89
3.3.4.4.	Cantidad de plantas presentes según censo de vivero finca La Cabaña	92
a.	Insumos utilizados para manejo de plagas y enfermedades	93
3.3.5.	CONCLUSIONES	96
3.3.6.	BIBLIOGRAFÍA	96

	PÁGINA
4. ANEXOS.....	97
4.1. INFORMACIÓN RECOLECTADA DE VIVERO DE FINCA LA CABAÑA.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1 El area total ocupada por plantas en vivero de Palma Africana	10
Cuadro 2. Fungicidas utilizados en vivero de Palma Africana en la Finca.....	10
Cuadro 3. Insecticidas Utilizados en vivero de Palma Africana	11
Cuadro 4. Bactericida utilizado en vivero de Palma Africana	11
Cuadro 5. Herbicidas utilizados en vivero de Palma Africana	11
Cuadro 6. Fertilizantes granulados utilizados en vivero de Palma Africana.....	12
Cuadro 7. Fertilizantes foliares utilizados en vivero de Palma Africana.....	12
Cuadro 8Clasificación Botánica de la Palma Africana.....	24
Cuadro 9. Demanda neta de nutrientes de palma africana (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>).....	30
Cuadro 10. Contenido de nutrientes del Bioestimulante MaxiBoost (Porcentaje y ppm) .	54
Cuadro 11. Forma de aplicación de bioestimulante en vivero de Palma Africana	57
Cuadro 12. Descripción del diseño experimental	58
Cuadro 13. Distribución de tratamientos en la parcela experimental.....	59
Cuadro 14. Análisis de varianza del número de hojas verdes de Palma Africana.	62
Cuadro 15Análisis de varianza de peso húmedo de hojas de Palma Africana.	63
Cuadro 16Análisis de varianza de volumen de raíz en cm ³ , en Palma Africana.	65
Cuadro 17Análisis de varianza de peso húmedo de raíz de Palma Africana.....	66
Cuadro 18Análisis de varianza de peso seco de raíz en (gr), en Palma Africana.....	68
Cuadro 19Costos de aplicación de los tratamientos del bioestimulante en vivero.....	69
Cuadro 20Análisis de varianza de ancho de tallo en Palma Africana, en centímetros.....	70
Cuadro 21Análisis de varianza de altura de planta de Palma Africana.	72

Cuadro 22	Área total ocupada por plantas en vivero de Palma Africana por variedad	89
Cuadro 23	Clasificación y número de plantas según fecha de siembra	92
Cuadro 24	Clasificación y contabilización de plantas según variedad.....	92
Cuadro 25	Fungicidas utilizados en vivero de Palma Africana	93
Cuadro 26	Insecticidas utilizados en vivero de Palma Africana.....	94
Cuadro 27	Bactericida utilizado en vivero de Palma Africana	94
Cuadro 28	Herbicidas utilizados en vivero de Palma Africana	95
Cuadro 29	Fertilizantes granulados utilizados en vivero de Palma Africana.....	95
Cuadro 30	Fertilizantes foliare utilizados en vivero de Palma Africana	95
Cuadro 31	Control de aplicación de fungicidas en vivero de Palma Africana	97
Cuadro 32	Control de aplicación de fungicidas en vivero de Palma Africana	98
Cuadro 33	Control de aplicación de fertilizante en vivero de Palma Africana.....	99
Cuadro 34	Información de censo del vivero finca la cabaña	100

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Ubicación geográfica de Finca La Cabaña, Estor, Izabal	3
Figura 2 Organigrama del vivero de Palma Africana de la Finca La Cabaña	8
Figura 3 Distribución de pantes en vivero según fecha de siembra.....	13
Figura 4 Número promedio de hojas verdes de Palma Africana por tratamiento.....	62
Figura 5 Peso húmedo promedio de hojas de Palma Africana por tratamiento.	64
Figura 6 Volumen de raíz de Palma Africana por tratamiento.	65

PÁGINA

Figura 7	Peso húmedo de raíz de Palma Africana en gramos, por tratamiento.....	67
Figura 8	Peso seco de raíz de Palma Africana, en gramos por tratamiento.	68
Figura 9	Ancho promedio de tallo de Palma Africana, por tratamiento.	71
Figura 10	Altura promedio de planta de Palma Africana, por tratamiento.....	72
Figura 11	Ejemplo de los racimos que deben tomarse en cuenta	79
Figura 12	Distribución de hileras.....	80
Figura 13	Racimos formados de Palma Africana.	80
Figura 14	Identificación de las palmas utilizada para conteo de racimos.	81
Figura 15	Boleta para anotación del conteo de racimo	81
Figura 16	Racimos con las características correctas para su contabilización.....	82
Figura 17	Racimos que no poseen las características adecuadas para contabilización.....	82
Figura 18	Contabilización de racimos en palmas jóvenes de 3 a 6 años de edad.....	83
Figura 19	Contabilización de racimos en palmas adultas mayores a 6 años.....	83
Figura 20	Factor a tomar en cuenta para llenar la boleta de conteo de racimos	84
Figura 21	Mapa de ubicación de vivero finca La Cabaña, El Estor.....	90
Figura 22	Croquis de distribución de pantes en vivero según fecha de siembra	91
Figura 22	Comparación del número de palmas sembradas al inicio del vivero	93

RESUMEN

El trabajo de graduación consistió en la elaboración de un diagnóstico, un proyecto de investigación y una serie de actividades, como parte del servicio brindado en la Finca La Cabaña, ubicada en el departamento de Izabal, perteneciente a la empresa NaturAceites S.A.

El diagnóstico consistió en la obtención de información primaria y secundaria de la Finca La Cabaña, la cual sirvió como base para la identificación y priorización de los problemas, sobre los cuales se trabajó el proyecto de investigación y los servicios realizados, durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

En el Valle del Polochic, ubicado en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz, se encuentra cultivada la mayor extensión de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), la cual es utilizada para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados. Dicho valle presenta condiciones climáticas y edáficas adecuadas, que hacen que la palma africana se desarrolle de una manera óptima, alcanzando hasta una producción de 30 TM/ha/año. Este cultivo se ha estado extendiendo por el Valle del Polochic, generando ingresos económicos para el sustento de las familias ubicadas en esta región, por medio de la generación de empleo y contribuyendo al desarrollo económico de la zona.

La investigación realizada consistió en la evaluación del efecto de tres frecuencias de aplicación, de un bioestimulante foliar en el crecimiento vegetativo y radicular, en plantas en vivero del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal. El estudio se planteó con el objetivo principal de determinar cuál era la frecuencia de aplicación del bioestimulantes, presentaba un incremento en el crecimiento del sistema radicular y foliar de la planta de Palma Africana; bajo las condiciones edafoclimáticas de la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Esta investigación se realizó en los meses de abril a noviembre de 2012, en la Finca la Cabaña ubicada en El Estor, Izabal, se utilizó un diseño de bloques al

azar, constituido por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por 150 plantas de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), de cinco meses de edad. Las variables analizadas fueron: peso de raíces, volumen de raíces, altura del tallo, diámetro del tallo, peso húmedo y peso seco de las plantas. Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables de respuesta, utilizando el paquete estadístico Infostat, donde se identificó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados cada 7, 14 , 21 días y el testigo, por lo cual se procedió la identificación del mejor tratamiento desde el punto de vista económico, el cual resultó ser la aplicación del bioestimulante cada 21 días.

La producción agrícola ha ido evolucionando en los últimos años hacia sistemas más eficientes y sostenibles, tomando mayor importancia, los productos para el consumo humano, la inocuidad y calidad dentro de los sistemas de producción.

En este sentido, la empresa NaturAceites ha procurado contar con un sistema de gestión agrícola que permita cumplir las exigencias del mercado internacional y el desarrollo de las buenas prácticas agrícolas, para hacer más eficiente el proceso de producción. Dentro de los servicios que se llevaron a cabo en la Finca La Cabaña, ubicada en el departamento de Izabal, se encuentra la elaboración de manuales de procedimientos que permitan la sistematización y evitar la duplicación de las actividades en el campo definitivo; además se llevó a cabo la contabilización o censo de las plantas en vivero, para optimizar el uso de los insumos a aplicar.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq),
DE LA EMPRESA NATURACEITES, S.A. UBICADA EN LA FINCA LA
CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL**

1.1. PRESENTACIÓN

En el valle del Polochic ubicado en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz, se encuentra cultivada la mayor extensión de superficie con Palma Africana (*Elaeis guineensis*), utilizada para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados. Dicho valle presenta condiciones climáticas y edáficas que hacen que la Palma Africana, se desarrolle de una manera óptima, alcanzando hasta una producción de 30 TM/ha/año

El cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq*), es uno de los productos agrícolas no tradicionales que durante los últimos años ha incrementado su importancia económica en el país. El crecimiento de la planta en vivero tiene implicaciones en el crecimiento y producción en el campo. c

Sin embargo, la producción de plantas de Palma Africana en viveros se ve afectado por la presencia de varias enfermedades, mal manejo agronómico y plagas.

Estudi diagnóstico se realizó con el propósito de conocer y describir las actividades que se llevan a cabo en el vivero de Palma Africana (*Elaeis guineensis*), propiedad de la empresa NATURACEITES, S. A., así mismo identificar los principales problemas que lo afectan.

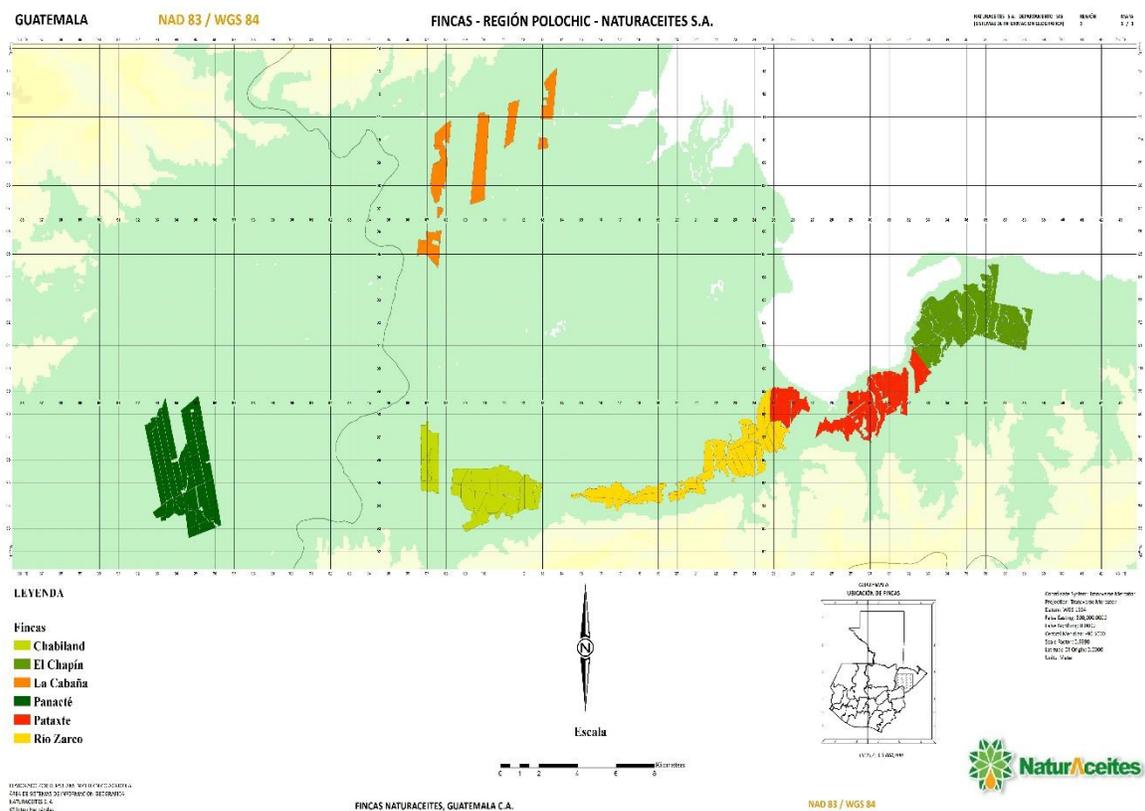
La información que se colecto dentro del vivero, se obtuvo realizando entrevistas tanto al personal administrativo, como al personal encargado de hacer todas las actividades en el vivero del cultivo de Palma Africana.

Se determinó que el principal problema que afronta el vivero de Palma Africana ubicado en la Finca La Cabaña, en el Estor Izabal es el poco desarrollo foliar y radicular de las plantas, debido al exceso de Níquel. Asimismo, otro de los problemas es la necesidad de llevar a cabo un censo y una bitácora, en la cual se incluyan el control total de los agroquímicos, que se aplican en las plantas en vivero.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Ubicación geográfica

Naturaceites es una empresa que se dedica a la producción de aceite y sus derivados por medio del cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*), repartida en 7 fincas (Chapin, Pataxte, Río Zarco, Chabiland, Seju, Panacté y La Cabaña), que se encuentran en el municipio de El Estor, departamento de Izabal y en el municipio de Panzos, del departamento de Alta Verapaz. El presente diagnosticose realizó en el vivero de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq*), ubicada en la finca La Cabaña, propiedad de la empresa Naturaceites, en la aldea Chichipate, municipio de El Estor, departamento de Izabal. Localizado al Noroeste del lago Izabal, a 325 km de la ciudad capital. Se ubica en las coordenadas latitud Norte 15°31'25", longitud Oeste a 89°20'10". (Figura 1)



Fuente: Autor, 2012

Figura 1. Ubicación geográfica de Finca La Cabaña, Estor, Izabal

1.2.2. Delimitación

La Finca La Cabaña limita al Norte con la aldea Revolución y Sierra de las Minas; al Este con aldea Chichipate; al Sur con el río Polochic y al Oeste con Santa María Cahaboncito. (1)

1.2.3. Extensión territorial

El area total de la Finca la Cabaña es de 250 hectáreas. El área del vivero dentro de la Cabaña es de 8.42 hectáreas.

1.2.4. Vías de acceso

Los principales accesos están constituidos por las rutas siguientes:

La ruta Nacional C-7 de 299 km. que comunica al Municipio de El Estor hacia la capital de Guatemala, vía San Julián, cerca de Cobán Alta Verapaz, pasando por Tamahú, Tukurú, La Tinta, Teleman y Panzós.

También se puede llegar a El Estor por la Ruta al Atlántico, denominada Ruta Nacional CA-9, a 217 km., de la ciudad capital hasta Río Dulce, más 43km. de Río Dulce para llegar a El Estor.

Adicionalmente, el municipio tiene acceso a través del lago de Izabal, vía Mariscos, con un recorrido en lancha, de aproximadamente de 45 minutos. (2)

1.2.5. Zona de vida

Según la Clasificación de Zonas de Vida de Holdrige, la finca Cabaña se encuentra ubicada en zona de vida bmh-S(c), Bosque muy húmedo subtropical cálido (cálido). (6)

1.2.6. Clima

El clima que predomina en la finca Cabaña, es cálido y húmedo, aunque en el municipio de El Estor, existe una variante de clima en los meses de noviembre y diciembre que se torna de frío con bastante humedad. Con este clima se puede observar dos épocas: la época seca que va desde marzo a junio, y la época lluviosa, que va desde finales de Junio al mes de Febrero. (6)

1.2.7. Temperatura

Según el INSIVUMEH la temperatura media anual es de 24° C, con una temperatura mínima de 19.5°C y una máxima de 30°C. (6)

1.2.8. Precipitación

La finca Cabaña, está situada en una zona tropical húmeda, con una precipitación anual media de aproximadamente 3,000 mm, según los datos meteorológicos, de la estación meteorológico de la empresa Naturaceites. (6)

1.2.9. Humedad relativa

La humedad relativa asciende a más de 90 por ciento todo el año. No obstante los vientos y brisas marinas crean un clima cálido y soportable. (6)

1.2.10. Suelo

Según Simmons, Tárano y Pinto, los suelos de la zona corresponden a la serie de suelos INCA y suelos del Polochic.

Estos suelos Inca, se caracterizan por ser suelos aluviales profundos, mal drenados, que están desarrollados en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves planos a elevaciones bajas en el Este de Guatemala. Los suelos del Polochic son calcáreos y menos micáceos que los Inca. La vegetación natural consiste de un bosque alto con maleza baja y densa. (7).

Básicamente hay dos tipos de suelos. Un tipo de suelo corresponde a las zonas montañosas de la Sierra de las Minas; el otro tipo corresponde a la zona del Río Polochic. (7)

Los suelos de los cerros de caliza y Suelos de tierras bajas de Petén – Caribe, pertenecen a los suelos de las zonas montañosas. Los suelos son poco profundos, desarrollados sobre terrenos de topografía quebrada y pendientes severamente inclinadas y con muy alta susceptibilidad a la erosión, especialmente las calizas. Esto hace que los suelos sean aptos para uso forestal en general, dedicados en esencia a áreas protegidas. En la zona del Río Polochic, según la clasificación de FAO/UNESCO, los suelos del área son Gleysoles y Cambisoles, que corresponden a suelos aluviales, mal drenados, que ocupan relieves planos y que en este lugar han sido formados por depósitos superficiales del río Polochic. La fertilidad de los suelos es alta, pues son ricos en nutrientes, pero, desde el punto de vista agrológico, tienen como limitante el mal drenaje que los caracteriza y la condición de permanecer inundados la mayor parte del año. (6)

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnostico del vivero de Palma Africana (*Elaeis guinnensis*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- a. Determinar el problema principal y los efectos que este conlleva en el crecimiento y desarrollo de Palma Africana (*Elaeis guinnensis*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.
- b. Determinar cuáles son los factores limitantes del crecimiento y desarrollo de Palma Africana (*Elaeis guinnensis*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Fase de gabinete inicial

El primer paso fue realizar consultas sobre la información del área de estudio, principalmente la ubicación geográfica, vías de acceso, clima. Dicha información se obtuvo revisando literatura y trabajos realizados en el área, como fuente de información secundaria.

Se conoció la organización de la finca, las actividades que se realizan durante la etapa de vivero, las variables a tomar en cuenta y la forma en que se obtendría la información.

1.4.2. Fase de recopilación de la información

Se realizó la revisión bibliográfica de la base de datos del vivero de Finca La Cabaña.

- a. Se procedió a realizar el reconocimiento del área del vivero de Finca La Cabaña, acompañado del encargado del vivero.
- b. Se realizaron recorridos dentro del vivero de la finca y en toda su área perimetral, tomando nota de todo lo observado en cuanto a plagas y enfermedades. Solamente se evaluó la presencia y ausencia de las enfermedades y plagas, en el vivero de la Finca La Cabaña.
- c. Observaciones directas, en lo que se refiere a tipo de infraestructura.
- d. Revisión de bodegas, donde se identificaron los agroquímicos y herramientas, que se encontraban a disposición de los trabajadores del vivero.
- e. Se realizaron entrevistas a las siguientes personas:
 - Ing. Agr. Jorge Mario Corzo (Departamento Técnico Agrícola)
 - Ing. Agr. Juan José Abaj (Administrador)
 - P. Agr. Rigoberto Caal (Encargado de vivero)
 - Héctor (Caporal de vivero)
 - Personal de Campo
- f. Fase de ordenamiento y análisis de la información.

1.4.3. Fase de gabinete final

La última fase consistió en la elaboración del presente documento, en el cual se refleja la situación actual del vivero de la Finca La Cabaña, determinando y priorizando los problemas existentes y recomendando métodos que se pueden utilizar para disminuir la presencia de plagas y enfermedades.

Para llevar a cabo el análisis de la información, se realizó triangulación de la información, la cual consistió en la comparación de las entrevistas realizadas a las diferentes fuentes de información, para asegurar que esta información recolectada, presentara consistencia entre los datos recolectados.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Organigrama del vivero de la Finca La Cabaña

El Vivero de la Finca La Cabaña cuenta con el siguiente organigrama laboral:



Figura 2 Organigrama del vivero de Palma Africana de la Finca La Cabaña. (1)

1.5.2 Recursos del vivero de Finca La Cabaña.

a. Medios de comunicación

- Telefónica.
- Radial.

b. Transporte

- El Administrador del vivero cuenta con un vehículo, tipo Pick up.
- El encargado del vivero cuenta con una moto.

c. Infraestructura

- Bodega
- Comedor o Rancho
- Sanitario

d. Equipo e insumos

- Bombas de mochilas
- Bombas para el control de zompopos (*Atta sp.*). (2)
- Herramientas como (machetes, azadones, etc.).
- Agroquímicos (insecticidas, fungicidas, fertilizantes foliares y granulados).

1.5.3 Personal disponible en vivero

El vivero cuenta con 14 trabajadores de campo, los cuales se subdividen en caporal general, aplicadores de insecticidas, fungicidas, fertilizantes foliares, fertilizantes granulados y aplicadores de herbicidas, guardián y encargados de riego. (1)

1.5.4 Actividades que se llevaron a cabo en el vivero de Finca La Cabaña:

A continuación se describen las actividades que se realizaron en el vivero de Palma Africana, de Finca La Cabaña.

1.5.5 Manejo agronómico

a. Variedades

- Deli x Ghana
- Deli x Nigeria (1)
-

Distanciamiento de Palma Africana en vivero:

Distancia entre surco: 100 cm.

Distancia entre planta: 87 cm. (1)

b. Área total del vivero de Palma Africana

Cuadro 1 El area total ocupada por plantas en vivero de Palma Africana por variedad en Ha.

Variedad	Área (Ha.)
Deli x Ghana	4.25
Deli x Nigeria	5.45

Fuente: Autor, 2012

c. Edad de la plantación en vivero

Se logró determinar que existen tres fechas de siembra, entre las cuales se encuentran,

- ✓ Fecha 1: 3-7 de Octubre
- ✓ Fecha 2: 29 Octubre -29 de Noviembre
- ✓ Fecha 3: 21-24 de Diciembre. (2)

d. Descripción del riego en vivero de la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

El sistema de riego que utiliza La Finca La Cabaña, es de tipo cañón, el cual posee 6 Aspersores tipo Nelson 100-Fa, los cuales se encontraban funcionando por una bomba Denso 527. (1)

1.5.6 Manejo de plagas y enfermedades

a. Fungicidas

Cuadro 2. Fungicidas utilizados en vivero de Palma Africana en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
BENOMIL 50 WP	Benomil	Erradicante, sistémico y curativo, inhibición de la mitosis y ADN
ZIRAM GRANUFLO 76 WG	Ditiocarbamato Ziram	Fungicida de Contacto

Fuente: Autor, 2012

b. Insecticidas

Cuadro 3. Insecticidas Utilizados en vivero de Palma Africana en la Finca La Cabaña, Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
DISMETRINA 25 EC	Piretroide , Cypermethrin	Insecticida de contacto y estomacal
MONARCA 11,25 SE	Cloronicotinilo,Piretroide,Thialcloprid Beta -Cyfluthri	Contacto e ingestión y en forma sistémica.

Fuente: Autor,2012

c. Bactericida

Cuadro 4. Bactericida utilizado en vivero de Palma Africana, Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
KILOL L DF – 100	Bactericida – fungicida organico extracto de semillas de citricos	Ruptura y explosión de células. Trabaja de forma Preventiva y curativa

Fuente: Autor, 2012

d. Herbicida

Cuadro 5. Herbicidas utilizados en vivero de Palma Africana, Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
GLIFOSATO	Glifosato, N-(Fosfonometil) glicina, en sal isopropilamina	Herbicida no selectivo de acción sistémica, de amplio espectro

Fuente: Autor, 2012

1.5.7 Fertilizantes utilizados

a. Fertilizantes granulados utilizados

Cuadro 6. Fertilizantes granulados utilizados en vivero de Palma Africana

Nombre comercial	Fórmula
DAP	18-46-0
YARAMILA	15-15-15
KMag	

Fuente: Autor, 2012

b. Fertilizantes foliares utilizados

Cuadro 7. Fertilizantes foliares utilizados en vivero de Palma Africana

Nombre comercial	Fórmula
NUTRAFER	11-8-6
NUTRIFEED	1.05MgO-1.10S-0.25B-0.25CU-0.50FE- 0.25Mn-0.004MO-0.14Zn
BAYFOLAN	Abono foliar completo 9-9-7

Fuente: Autor, 2012

													BOMBA DE RIEGO						
P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32							
CAMINO																			
P17	P18	P19	P19	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
CALLE PRINCIPAL																			
BAÑO																			
	COLOR	FECHA DE SIEMBRA		FECHA															
		1	CODIGO	DE SIEMBRA	P= PANTE														
		1,2,3	1	3-7 Oct/2011															
		2	2	29 oct.-29 Nov./2011															
		1,2	3	21-24 Dic/2011															
		3																	
		2,3																	

Fuente: Autor,2012

Figura 3 Distribución de pantes en vivero según fecha de siembra, ubicado en la Finca La Cabaña, El Estor Izabal

1.5.8 Limitantes observadas que afectan el desarrollo normal de plantas en vivero de palma africana

- ✓ Problemas detectados en el funcionamiento del sistema de Riego en vivero de Palma Africana, en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal
 - Bomba con daños en el sistema, provoca una deficiencia hídrica en las plantas del vivero de Palma Africana.
 - Acoples de tubería en mal estado, provocando una disminución en la presión con la que llega el agua a los aspersores.
- ✓ Problemas detectados en el sustrato y bolsas utilizado en el vivero de Palma Africana, en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.
 - Existe deficiencia de micro elementos, debido al exceso de Níquel.
 - Suelos mal drenados, provocando encharcamiento en la zonas donde se encuentran palmas en vivero.
 - Deterioro prematuro de bolsas, lo cual causa serios problemas para el crecimiento y traslado de las plantas, lo que eleva posteriormente los costos.
- ✓ Problemas detectados en el crecimiento y desarrollo del vivero de Palma Africana, en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.
 - Poco desarrollo radicular y foliar de la palma africana en vivero, debido a deficiencias de nutrientes, provocados por exceso de níquel.
 - Quemadura de hojas, provocado por aplicadores de fertilizante.
 - Clorosis presente en plantas del vivero de palma africana.
- ✓ Enfermedades detectadas en el vivero de Palma Africana, en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

En condiciones de vivero, las enfermedades atrasan el crecimiento y prolongan el periodo improductivo de estas plantas en el campo.

Presencia de enfermedades como: Pestalopsis, Curvularia y Antracnosis.

✓ **Pestalotiopsis**

Las lesiones en palma aceitera, generalmente aparecen en las hojas mas viejas. Un deficit hidrico, aumenta la severidad del ataque de este hongo. (5)

✓ **Antracnosis (Botryodiplodia sp., Melanconium sp. y Glomerella sp.)**

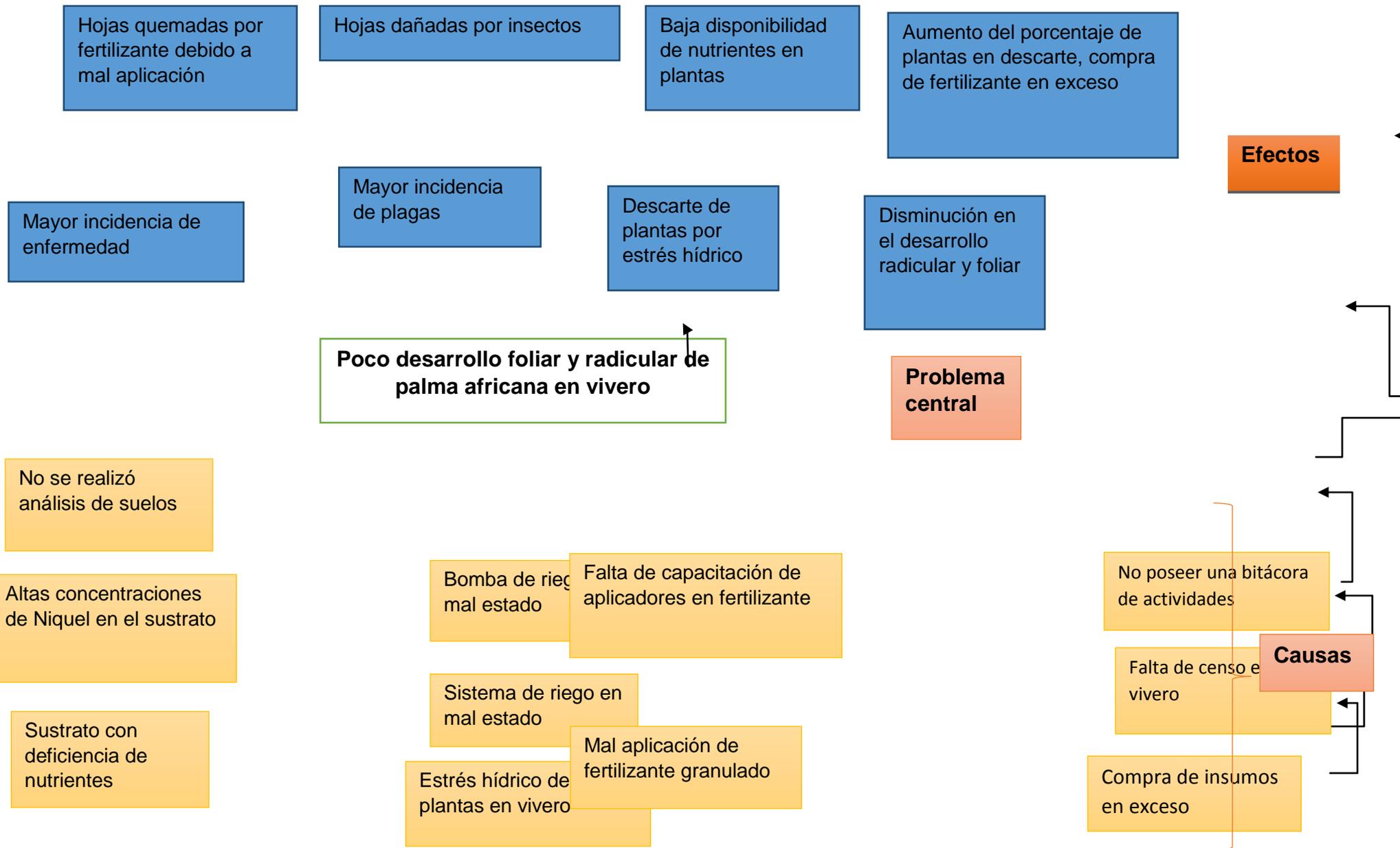
Aparecen sobre las hojas mas jovenes puntos pequeños algo acuosos entre las venas. Las lesiones tienden a ser elongadas, pues las venas restringen su desarrollo lateral. Estos hongos aparecen comunmente en palmas que sufren de una nutricion desbalanceada, o bien estan pasando por algun periodo de estrés, como en el transplante. (5)

✓ **Curvularia sp.**

Causada por *Curvularia sp* y *C. maculata*. Es una mancha que aparece como una lesión pequeña y translúcida, de color amarillento, la cual tiende a volverse irregular, de forma alargada entre las nervaduras de la hoja, apareciendo un halo bien definido de color amarillo marrón grisáceo, en cuyo interior se destaca un área de color marrón rojizo con anillos concéntricos. Las lesiones alcanzan de 7 a 8 m de largo. (5)

✓ Plagas detectadas en el vivero de palma Africana en la finca la Cabaña, Estor, Izabal.

- Ácaros
- Gusanos cortadores
- Chapulines



Fuente: Autor, 2012

Figura 4 Árbol de problemas

1.6 CONCLUSIONES

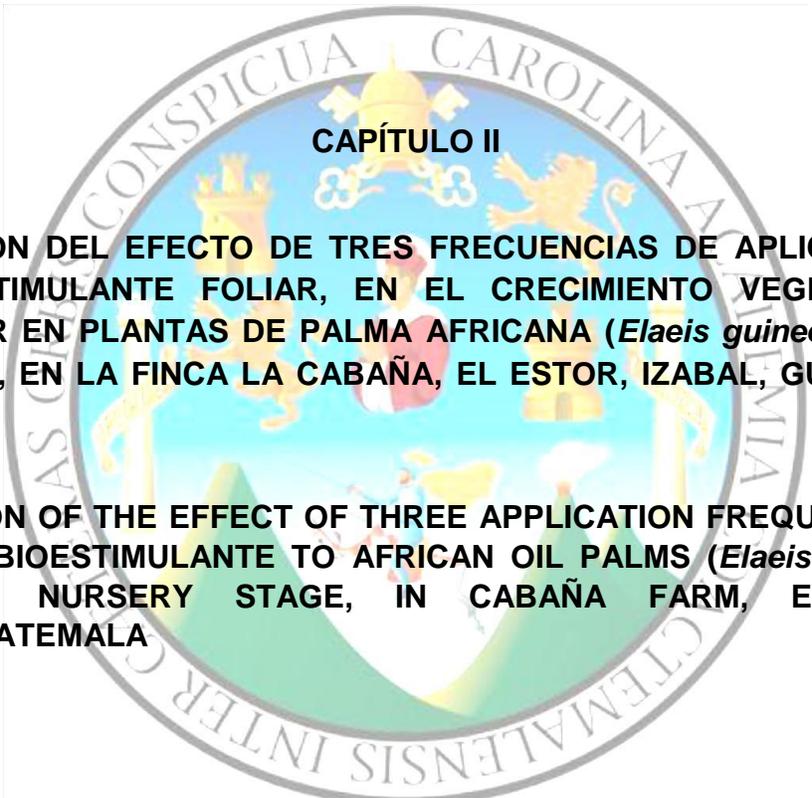
- El principal problema que afronta el vivero de Palma Africana, ubicado en la Finca La Cabaña, es el poco desarrollo foliar y radicular de las plantas, debido al exceso de Níquel. Otro de los problemas, es el desconocimiento sobre la cantidad de plantas presentes en el vivero y la aplicación de los agroquímicos en las plantas del vivero.
- En términos generales el vivero de la Finca La Cabaña, cuenta con personal que aún necesita ser capacitado en las diferentes actividades que se realizan en el vivero.

1.7 RECOMENDACIONES

- 1) En cuanto a los insecticidas y fungicidas es muy importante seleccionar bien el producto a utilizar, así mismo capacitar a los aplicadores para que se logre una buena cobertura del follaje, tanto en su parte superior como inferior de la hoja.
- 2) Realizar el control para hongos en el vivero de palma Africana:
 - Si es posible remover el follaje afectado fuera del area de vivero.
 - Alcanzar un balance nutricional
 - Evitar el deficit hidrico
- 3) Realizar una mayor cantidad de canales, para tener un drenaje eficiente en el vivero y asi evitar encharcamiento del agua en las zonas donde se encuentran localizada las palmas.
- 4) Realizar la evaluacion de productos que aumenten desarrollo radicular y foliar de Palma Africana en vivero. (uso de Bioestimulantes).
- 5) Brindar el respectivo mantenimiento al sistema de Riego.
- 6) Realizar analisis de suelos con respecto a concentraciones de Niquel, en la zona donde se establecera el vivero.
- 7) Llevar una bitacora de los agroquimicos utilizados, asi como realizar un censo de las plantas, en el vivero de Palma Africana.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Abaj, J. 2012. Manejo agronómico de palma africana (entrevista). Guatemala, NaturAceites, S.A., Departamento Agrícola.
2. Campos, E. 2012. Nutrición vegetal (entrevista). Guatemala, NaturAceites, S.A., Departamento Técnico Agrícola.
3. Caal, R. 2012. Manejo Agronómico (entrevista). Guatemala, NaturAceites, S.A., Departamento Agrícola.
4. Corzo J. 2012. Manejo Agronómico de Palma Africana (entrevista). NaturAceites, S.A, Departamento Técnico Agrícola.
5. Curley R.H, 2003.La Palma de Aceite, Bogotá, Colombia, Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, (Fedepalama). Pág. 425-464.
6. Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
7. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE FOLIAR, EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y RADICULAR EN PLANTAS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis Jacq*), EN VIVERO, EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THREE APPLICATION FREQUENCIES OF A FOLIAR BIOESTIMULANTE TO AFRICAN OIL PALMS (*Elaeis guineensis Jacq*), AT NURSERY STAGE, IN CABAÑA FARM, EL ESTOR, IZABAL, GUATEMALA

2.1. INTRODUCCIÓN

En el Valle del Polochic, ubicado en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz, se encuentra cultivada la mayor extensión de Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), la cual es utilizada para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados. Dicho valle presenta condiciones climáticas y edáficas adecuadas, que hacen que la palma africana se desarrolle de una manera óptima, alcanzando hasta una producción de 30 TM/ha/año. Este cultivo se ha estado extendiendo por el Valle del Polochic, generando ingresos económicos para el sustento de las familias ubicadas en esta región, por medio de la generación de empleo y contribuyendo al desarrollo económico de la zona.

Los bioestimulantes son productos químicos compuestos por micro y macro elementos, los cuales son fundamentales para el desarrollo fisiológico normal de las plantas, la producción de carbohidratos, promotores del crecimiento vegetal y aminoácidos, siendo estos bioactivadores, los que actúan favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo y radicular y mejorando la calidad de los frutos.

En la empresa NaturAceites se desconoce la frecuencia de aplicación de bioestimulantes foliares, con la cual el cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), se desarrolla adecuadamente y se obtengan menores costos de producción. Es por ello, que como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, se planteó la presente investigación, siendo el objetivo principal determinar cuál de las frecuencias de aplicación del bioestimulantes, presenta un incremento en el crecimiento del sistema radicular y foliar de la planta de palma africana; bajo las condiciones edafoclimáticas de la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Esta investigación se realizó en los meses de abril a noviembre de 2012, en la Finca La Cabaña, ubicada en El Estor, Izabal. Se utilizó un diseño de bloques al azar, constituido por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estaba compuesta por 150 plantas de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), de 5 meses de edad. Las variables analizadas fueron: peso de raíces, volumen de raíces, altura del tallo, diámetro del tallo, peso húmedo y peso seco de las plantas. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para cada una de las variables de respuesta, utilizando el paquete estadístico Infostat, donde se identificó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se

procedió la identificación del mejor tratamiento, desde el punto de vista económico, el cual resulto ser la aplicación del bioestimulante cada 21 días.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq*), es uno de los productos agrícolas no tradicionales, que durante los últimos años ha venido incrementado su importancia económica en el país. Dada la importancia estratégica del cultivo como bioenergético y la creciente necesidad del país, en reducir la demanda de petróleo, es necesaria mayor investigación que permita acelerar el proceso de producción de biocombustibles. Desde esa perspectiva, es importante conocer la respuesta del cultivo de palma africana a los bioestimulantes y fertilizantes foliares, en la fase de vivero. Se reconoce que la fase de vivero, tiene fuertes implicaciones en la producción de las plantaciones.

En el cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq*), la cantidad de nutrientes que aporta el sustrato o suelo de la bolsa en vivero, repercute significativamente en el desarrollo de las plantas, durante sus etapas iniciales de crecimiento. La tierra de los suelos de la Finca La Cabaña, de la empresa NaturAceites ubicada en el Estor, Izabal, que se utilizan como sustrato, son mal drenados y poseen un exceso de Níquel, lo cual provoca deficiencia de elementos menores catiónicos (Fe^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Cu^{++}), en las plantas producidas en este vivero. Es por ello, que se recomienda que las plantas producidas en el vivero, se sometan a un adecuado plan de fertilización foliar, que proporcione los elementos menores catiónicos necesarios, para que la planta tenga un adecuado desarrollo y por consiguiente alto rendimiento en el campo.

La ausencia de un plan de fertilización foliar adecuado en la fase de vivero, es la causa por la cual se producen plantas con bajo desarrollo radicular y foliar, influyendo estos aspectos en el establecimiento y productividad de las plantas en el campo.

2.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, Guatemala posee uno de los mayores rendimientos de aceite de palma africana por hectárea en el mundo, lo cual hace atractivo el establecimiento de nuevas plantaciones, siendo necesario desarrollar investigaciones que permitan impulsar cambios agronómicos, para mantener una alta producción.

Esta investigación tuvo como finalidad encontrar nuevas alternativas de nutrición, que mejoren el crecimiento y desarrollo en vivero del cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), aplicando elementos menores catiónicos, en forma de fertilizantes foliares y bioestimulantes específicos, que generen una activación directamente relacionada con el desarrollo foliar y radicular del cultivo en vivero. Estos bioactivadores actúan favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo y radicular de la planta, para obtener así plantas en mejores condiciones, lo cual disminuirá significativamente el porcentaje de descarte de plantas en vivero.

La investigación consistió en la evaluación del efecto de tres frecuencias de aplicación de un bioestimulante foliar en el crecimiento vegetativo y radicular, en plantas en vivero del cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. Generalidades de la Palma africana

La palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*), es un vegetal perenne. Cuando se le cultiva con propósitos comerciales, de acuerdo al tipo de material plantado, tiene un promedio de vida que oscila entre los 24 y 28 años. Durante ese lapso, cada palma produce racimos de frutos oleaginosos, que pueden alcanzar producciones de hasta 4.2 toneladas durante toda su vida productiva. Esto representa unas 600 toneladas acumuladas de fruta por hectárea, cuando el proceso productivo se desarrolla en condiciones óptimas de suelo, clima y nutrición. Por tratarse de un cultivo tropical, proveniente originalmente de África ecuatorial, la palma se desarrolla bien y expresa mejor su potencial de producción en condiciones de alta temperatura, alta radiación solar, alta precipitación y humedad relativa. A pesar de la gran adaptabilidad del cultivo, la palma prefiere suelos aluviales, sueltos, profundos, bien drenados, con texturas francas y topografía plana o con pendientes susceptibles de ser sembradas en terrazas, siguiendo las curvas a nivel. (6)

2.4.2. Origen de la palma africana

La Palma Africana (palma aceitera Africana, Coroto de Guinea, Palmera Aabora, Palmera de Guinea), es una planta tropical, propia de climas cálidos, cuyo origen se ubica en la región occidental y central del Continente Africano, concretamente en el Golfo de Guinea, de ahí su nombre científico (*Elaeis guineensis Jacq*). A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África. (6)

Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI, fue introducida con el tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En esta misma época pasa al Asia Oriental (Indonesia, Malasia). (6)

2.4.3. Taxonomía y morfología de la palma

La palma africana pertenece a la familia de las Arecaceae y su nombre científico es (*Elaeis guineensis Jacq*). Su clasificación botánica se describe en el cuadro 8.

Cuadro 8 Clasificación Botánica de la Palma Africana

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

Fuente: La Palma de Aceite (5).

a. Tamaño

La palma africana es monoica, con tronco erecto solitario, que puede alcanzar más de 40 m de altura en estado natural. En plantaciones de palma africana con fines industriales para la obtención de aceite, la altura se limita a los 10-15 m, con un diámetro de 30-60 cm, cubierto de cicatrices de hojas viejas. (6)

b. Sistema radicular

La radícula de la palma africana crece a una velocidad cercana a los 4.4 mm/día, hasta una longitud máxima de cerca de 50 cm. Aproximadamente un mes después de la germinación, salen las primeras raíces adventicias primarias, desde la unión hipocotilo-radícula y más tarde de los entrenudos inferiores del tallo, que se forman en un cono basal macizo o tronco. Este último retiene la capacidad de producir raíces muy por encima del nivel del suelo. Las raíces se desarrollan a veces en el tallo hasta 1 m sobre el suelo, pero estas normalmente se secan antes de llegar a él. (5)

En la palma africana se maduran miles de raíces primarias, las cuales se extienden desde el tronco y las nuevas raíces primarias reemplazan continuamente a las que se mueren. La extensión inicial del sistema radical depende parcialmente de la presencia o ausencia de un manto freático. Las raíces primarias, con un diámetro entre 5 y 10 mm, se extienden ya sea hacia debajo de la base o radialmente, en una dirección más o menos horizontal. Aunque las raíces primarias salen desde la base del tallo en todos los ángulos, la mayor parte de los autores hacen una distinción entre raíces verticales y horizontales, con

pocas en medio. Las raíces secundarias de 1 a 4 mm de diámetro, se ramifican desde la raíces primarias y crecen tanto hacia abajo como hacia arriba, con una ligera preponderancia de raíces ascendentes. Las secundarias ascendentes por lo general alcanzan la superficie del suelo, mientras que las descendentes pueden penetrar a varios metros de profundidad. Las secundarias dan origen a las terciarias de 0.5 a 1.5 mm de diámetro y hasta 20 cm de largo. Las raíces terciarias no muestran una dirección preferida de crecimiento y a partir de estas se desarrollan cuaternarias, de hasta 3 cm de largo y de 0.2 a 0.5 mm de diámetro.

c. Tallo

En común con otras palmas, el crecimiento inicial de la palma africana después de la etapa de plantita, implicando la formación de una base ancha del tallo, sin alargamiento entre los nudos. De acuerdo con Jacquemard (1979), hay muy poco crecimiento en altura en los tres primeros años. Una vez que los entrenudos comienzan a alargarse se forma un tallo columnar. Aunque cada segmento del tallo puede describirse como un entrenudo, sólo se manifiesta externamente por la cicatriz de la hoja, ya que internamente no hay límite entre entrenudos adyacentes. (5)

La palma africana tiene un punto de crecimiento terminal. Muy ocasionalmente se desarrollan palmas ramificadas con dos o más puntos de crecimiento, como resultado de daños en el ápice, que originan la formación de dos o más meristemas apicales. Los tallos separados crecen verticalmente, por lo general uno cerca del otro. (5)

Por lo general, una plantación será replantada cuando su altura promedio exceda alrededor de 10 m, lo cual ocurre después de 25 años y es probable que cuanto más alta sea la palma, sea más vieja. No es posible fijar la edad de palmas individuales con precisión, por su altura. (5)

El diámetro del tallo, excluyendo las bases de las hojas adheridas, varía de 20 a 75 cm. Se dice que en la palma africana Var. Deli, el diámetro varía de 45 a 60 cm (5)

El tallo funciona como un órgano de sostén, vascular y de almacenamiento. Un amplio cilindro central está separado por una corteza delgada, a través de la cual pasan los vestigios de las hojas (haces vasculares que conducen a las hojas). (5)

d. La hoja

La palma africana adulta, en la copa posee una sucesión continua de yemas o primordios foliares, que se separa lateralmente del meristemo apical. Inicialmente el desarrollo de la hoja es muy lento. Hay alrededor de 40 a 60 hojas en la yema apical; cada una queda encerrada por dos años aproximadamente y luego se desarrolla muy rápido, para formar una “flecha” central y finalmente se abre. La base de la hoja en desarrollo, rodea por completo al ápice del tallo y en la hoja adulta esta vaina foliar persiste, como una fuerte lamina fibrosa. (5)

La hoja madura es pinnada simple, produciendo foliolos lineales a pinnas a cada lado del peciolo. Este se divide en dos zonas, el raquis que lleva los foliolos y el peciolo laterales cortas. La longitud de los peciolos varía de manera considerable y puede llegar hasta 1.2 metros. La superficie inferior (abaxial) del peciolo es verde, verde amarillento u ocre amarilla; a veces con una franja central más oscura y a menudo con un área blanquecina en la base. Esta variación en el color parece ser genética y puede ser útil, para distinguir entre clones diferentes. La superficie superior del peciolo es grisácea. El raquis tiene un color similar al de la superficie inferior del peciolo. (5)

Las espinas son de dos clases, siendo espinas fibrosas y espinas de la nervadura central. Las primeras son aquellas que se encuentran en el peciolo y se forman desde la bases de la fibras, de las vainas de la hoja. El punto en que estas fibras se abren es muy regular, de modo que las espinas tienen casi todas el mismo largo. Los primeros foliolos, en la base del raquis se desarrollan escasamente, aunque tienen las hinchazones basales de los foliolos completamente desarrollados. Las láminas de estos foliolos poco desarrollados con frecuencia llegan a desgarrarse, dejando una espina que originalmente era la nervadura central del foliolo. (5)

El peciolo de la hoja o raquis es duro y fibroso, pudiendo alcanzar los 8 m de largo. Los foliolos individuales son de forma lineal y cada hoja tiene un par terminal de foliolos. Hay entre 250 y 300 foliolos por hoja madura y llegan a medir hasta 1.3 m de largo y 6 cm de ancho. El número de hojas producidas anualmente por una palma, en una plantación varía entre 30 y 40, entre los 2 y 4 años de edad. De ahí en adelante, la producción disminuye gradualmente a un nivel de 20 y 25 por año, aproximadamente desde los 8 años. (5)

e. Inflorescencias

La palma africana es monoica; lo que significa que se forman separadamente en la misma planta, inflorescencias masculinas y femeninas. Sin embargo, la investigación detallada de las flores, ha mostrado que cada primordio floral incluye tanto los órganos masculinos como los femeninos. En casos raros se desarrollan completamente ambos, dando una flor hermafrodita. En la axila de cada hoja se inicia una inflorescencia, pero algunas abortan antes de la emergencia. Rara vez se encuentran inflorescencias gemelas en la axila de una hoja. Una inflorescencia puede ser masculina y las proporciones, en los cuales se producen las inflorescencias muestran escasa o ninguna regularidad.

La inflorescencia consta de un pedúnculo fuerte de unos 30 a 45 cm de largo, con espiguillas dispuestas en espiral a su alrededor, en una forma que varía tanto con la edad como con la posición en el raquis. Las medidas de la filotaxis, han demostrado poca diferencia entre las inflorescencias masculinas y femeninas. En la mayor parte de su desarrollo, la inflorescencia está completamente encerrada en dos espatas fibrosas. Alrededor de 6 semanas antes de la antesis, la espata exterior se divide; después de 2 o 3 semanas más, la espata interior también se divide y más tarde ambas se abren juntas y se desintegran, exponiendo a la inflorescencia.(5)

Las flores en palma africana se presentan en espigas aglomeradas, en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales), que se desarrolla en la axila de la hoja. La inflorescencia puede ser masculina o femenina. La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas “dedos”, cilíndricos y largos, en valores que van desde 500 a 1500 flores estaminadas, que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen, con un característico olor a anís. La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, que lleva en el centro un raquis esférico, en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico tricarpelar, coronado por un estigma trífido, cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. (6)

f. Fruto

La palma africana posee un fruto con una drupa sésil, cuya forma varía desde casi esférica a ovoide o alargada y algo abultado en el ápice. En longitud varía entre 2 y más de 5 cm; en peso varía entre 3 y más de 30 gr. Los frutos de la palma Deli del Lejano Oriente, tienden a ser más grandes que la mayoría, aunque a veces se

encuentran en África, frutos tan grandes como el Deli. El pericarpio del fruto consta del exocarpio o piel, el mesocarpio o pulpa (a menudo llamado incorrectamente pericarpio) y el endocarpio o cuesco. Cuando se mide la pulpa, el exocarpio se incluye junto con el mesocarpio. El endocarpio junto con la almendra forma la semilla. (5)

En cuanto al color del fruto, varía de manera considerable en apariencia externa, particularmente en el momento de madurar el fruto es violeta oscuro a negro en el ápice y amarillo pálido verdusco en la base antes de madurar. A estos frutos se los ha llamado *nigrescens*. Un tipo relativamente raro es verde antes de la madurez y se llama *virescens*. Ese último cambia al madurar a un anaranjado rojizo, aunque el ápice del fruto externo permanece verdusco. (5)

Los frutos de la palma africana son de forma ovoide de tres a seis centímetros de largo, y cuentan con un peso aproximado de 5 a 12 gramos; tienen la piel lisa y brillante (exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (mesocarpio), una nuez o semilla compuesta de un cuesco lignificado de grosor variable (endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (endospermo). Los frutos insertados en las espiguillas, que rodean el raquis en forma helicoidal, conforman los racimos. Éstos también tienen forma ovoide y pueden alcanzar un poco más de 60 centímetros de largo y 40 centímetros de ancho, con pesos variables que oscilan entre los cinco y cuarenta kilogramos, según el tipo de material plantado, la edad de la palma y las condiciones en que se desarrolle el cultivo.(6)

g. Importancia económica y distribución geográfica

La palma africana ha sido utilizada desde la antigüedad para la obtención de aceite. Produce dos tipos de aceite, el del fruto y el de la semilla, respectivamente. El aceite alimentario se comercializa como aceite comestible, margarina, cremas, etc., y el aceite industrial, es utilizado para la fabricación de cosméticos, jabones, detergentes, velas, lubricantes, entre otras. (6)

A pesar de ello, dentro de las plantas oleaginosas, es la de mayor rendimiento en toneladas métricas de aceite por hectárea. En comparación con otras especies oleaginosas, la palma africana tiene un rendimiento por hectárea varias veces superior. Es así que para producir lo mismo que una hectárea de palma africana, se necesitan sembrar 10 y 9 ha de soja y girasol, respectivamente. (6)

Debido a esto, el cultivo de la palma africana es de gran importancia económica, ya que provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. La mejor adaptación de la palma de aceite se encuentra en la franja ecuatorial, entre 15 grados de latitud norte y sur, donde las condiciones ambientales son más estables. (6)

2.4.4. Requerimientos de clima y suelo

a. Clima

La palma africana es una planta propia de la región tropical calurosa, encontrándose en aquellas zonas que presentan temperaturas medias mensuales que oscilan entre 26 °C y 28 °C, siempre que las mínimas mensuales no sean inferiores a 21 °C. Temperaturas inferiores a 17 °C durante varios días, provocan una reducción del desarrollo de plantas adultas y en vivero detienen el crecimiento de las plántulas. No soporta heladas. (6)

En cuanto a las precipitaciones, las condiciones favorables para esta especie están determinadas por la cantidad y distribución de las lluvias, que presentan rangos oscilantes entre 1800 mm y 2300 mm al año. El cultivo de palma africana requiere una humedad relativa, en promedio mensual superior al 75%. En relación a la luz, la palma africana se considera una planta heliófila, por sus altos requerimientos de luz. (6)

Por lo general se ha estimado que un total anual de 1,800 a 2,000 horas luz, es el mínimo requerido para obtener buenas producciones; sin embargo, este parámetro es considerado en la actualidad, como un pobre indicador de la intensidad lumínica necesaria. El nivel de irradiación bajo el cual la producción y el crecimiento de la Palma aceitera comienzan a ser reducidos, no ha sido establecido con certeza; no obstante, se estima que este se encuentra entre los 350-360 calorías/cm²/día. (5)

b. Suelo

La palma africana tolera suelos moderadamente ácidos (pH 5.5-6.5), aunque éstos en general presentan deficiencias de elementos nutritivos, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen la aplicación de enmiendas. (6)

Los suelos arcillosos bien estructurados, arcillo-arenosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos, se consideran que son ideales para la plantación de palma de aceite. (5)

En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo que su consistencia es insuficiente para el soporte de la planta. Los suelos pesados, de textura arcillosa, presentan limitaciones para su manejo, por la dificultad para drenarlos y por la facilidad con la que se compactan. (6)

Por tanto, los suelos adecuados para el cultivo de la palma africana, son suelos profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada, con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto. (6)

2.4.5. Requerimientos nutricionales de la palma africana

La palma africana es una planta con un elevado potencial de producción y debido a su alta productividad, genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Por esta razón, la extracción y uso de los nutrientes en este cultivo es alto; unos procedentes de las reservas minerales que existen en el suelo, otros, producto del reciclaje de partes de la planta, también por efecto de la fijación de los cultivos de cobertura y por residuos vegetales de los mismos y por último, por la aplicación de abonos dentro de un programa de fertilización. (6)

Los objetivos que se persiguen con la fertilización, son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades, y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. (6)

Para elaborar un programa de fertilización, es recomendable llevar a cabo análisis foliares y de suelo. Los primeros constituyen una base fundamental para el conocimiento del estado nutricional de la planta. De la misma forma, el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo, es importante para determinar los procedimientos de manejo y aportar aquellos, nutrientes que se encuentren debajo de los requerimientos nutricionales del cultivo (ver cuadro 9)

Cuadro 9. Demanda neta de nutrientes de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.).

Demanda neta de nutrientes para Palmas de aceite, medida por varios autores						
Demanda de nutrientes (kg/ha por año)						
Edad en (años)	N	P	K	Ca	Mg	Ref.
10	114	14	149	33	32	1
15			290			2
15	162	21	279	nd	49	3
	192	26	251	89	61	4
	192	26	251	nd	62	5
Según Xavier (2000)						
Referencias:1; Henson (1999), 2; Ng et al. (1999),3; Pushparajah y chew (1988), 4: Ng (1976)						

Fuente: La Palma de Aceite

2.4.6. Época de siembra

La época adecuada para realizar la siembra de palma africana y garantizar un adecuado prendimiento de las plantas de palma africana, es a inicios del período de lluvias, cuando se disponga en el suelo de suficiente humedad, para obtener un buen desarrollo del sistema radical. (6)

Por otra parte, los distanciamientos de siembra más usados son de 9 x 9 m entre plantas, al tresbolillo y 7.8 m entre hileras, para una densidad de siembra de 143 plantas por hectárea; o bien distanciamientos de 8.5 x 8.5 m entre plantas, en el mismo sistema y 7.36 m entre hileras, con el que se obtienen 160 plantas por hectárea. La orientación de las hileras de palmas debe ser Norte-Sur. (6)

2.4.7. Resiembra

Las palmas plantadas en campo deben ser observadas periódicamente y aquellas que presenten algún desarrollo anormal o simplemente mueran, deben ser reemplazadas por nuevas plantas, que para este fin se mantienen en vivero. Se estima que para esta fase, un valor normal de reemplazo es el 5% del material sembrado. (6)

2.4.8. Polinización

La palma africana produce flores masculinas y femeninas, en inflorescencias distintas y de forma separada en una misma planta, de tal manera que se necesita trasladar el polen de una flor a otra. Por esta razón, se necesitan agentes polinizadores, que aseguren una adecuada fructificación. (6)

La polinización se debe iniciar entre los 26-28 meses de la siembra. Asimismo, es posible la polinización entomófila. Las inflorescencias masculinas y femeninas emiten un suave olor a anís, que atrae especialmente a unos pequeños insectos, denominados curculiónidos, que se alimentan y reproducen en las flores masculinas. (6)

2.4.9. Control de malezas

El control de malezas en el cultivo de palma africana, se realiza en los callejones y en los círculos que se elaboran alrededor de la base de la palma africana (plateo). En los callejones se efectúa utilizando cultivos de cobertura, de los cuales el más generalizado es el kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*), aunque pueden utilizarse otros tales como: (*Desmodium ovalifolium*), (*Centrosema pubescens*), (*Calopogonium spp*). Estas especies cubren totalmente las calles, formando una masa vegetal de hasta 1 m de altura, evitando, por tanto, el desarrollo de especies

indeseables. El área de plateos, se realiza de forma manual, utilizando machete o de forma química, con la aplicación de herbicidas. (6)

2.4.10. Poda

La eliminación de hojas secas y seniles o no funcionales en palma africana, se realiza en el momento del corte del racimo, es decir, en la cosecha; sin embargo, es conveniente realizar una poda anual, para eliminar inflorescencias masculinas deterioradas, racimos podridos y algunas epifitas que se desarrollan en el estipe. Por ningún motivo se cortarán hojas verdes funcionales. (6)

2.4.11. Plagas y enfermedades

a. Plagas

i. Picudo de la palma africana (*Rhynchophorus palmarum*)

En América Latina y el Caribe, el picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*), es considerada una de las principales plagas, en las plantaciones comerciales del coco (*Cocos nucifer L.*) y palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*). (4)

En Colombia, además de ser el principal vector del nematodo (*Bursaphelenchus cocophilus*), causante de la enfermedad “Anillo rojo”, se destaca por ser una plaga directa del cultivo en todas las zonas porcicultoras, debido a la atracción que generan sobre adultos de este insecto, las palmas afectadas por la enfermedad “Pudrición de Cogollo (PC)” o algún daño mecánico.(4)

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por la fermentación de los tejidos, de las palmas enfermas por PC o cortes ocasionados por poda o cosecha. Estos insectos se alimentan de los tejidos de la palma y se reproducen en las palmas con PC, o en proceso de descomposición. (4)

Las hembras depositan sus huevos en estos sitios y cuando las larvas emergen y durante su desarrollo, se alimentan del tejido blando del cogollo y las bases peciolares, lo que impide que la palma se recupere. (4)

Otras partes de la palma africana, que prefieren estos insectos son los nudos, entrenudos de la corona, la base de las hojas más jóvenes y ocasionalmente atacan el estípote. (4)

En ataques fuertes, las larvas pueden dañar el meristemo y ocasionar la muerte de la palma o facilitar el desarrollo de pudriciones por patógenos (hongos y bacterias). (4)

Una población de 30 larvas es suficiente para causar la muerte de una planta adulta. En plantas jóvenes, es posible que un número menor tenga el mismo efecto. (4)

ii. Gusano cabrito (*Opsiphanes cassina*)

El gusano Cabrito (*Opsiphanes cassina*) causa defoliaciones severas en palmas a partir de los siete años de edad, aunque también se han observado ataques en resiembras de pocos meses de edad, en palmas cercanas a palmas adultas atacadas por la plaga. Las larvas generalmente, pupan en las hojas, aunque gran cantidad de ellas también lo hacen en plantas epífitas, que crecen sobre el tronco y en las malezas que crecen en el suelo. (4)

Las larvas se alimentan en los diferentes niveles de follaje, mostrando preferencia por la parte superior de la palma y consumen follaje de manera voraz. Una larva alcanza a consumir de 700 a 800 cm² durante su estado larval, dejando solo la nervadura central de cada foliolo. (4)

iii. Gusano túnel (*Sibine fusca*)

El gusano Túnel (*Sibine fusca*) durante sus primeros instares, las larvas atacan la epidermis del envés de los foliolos haciendo pequeñas roeduras. Luego devoran toda la lámina foliar hasta dejar solo la nervadura central. Un solo individuo puede consumir 350 cm² (equivalente a 1.5 foliolos), de lámina foliar durante su estado larvario, el cual dura entre 40 y 55 días. Los daños pueden ser mayores, si los ataques se presentan durante la época seca. (4)

Además de palma de africana plaga tiene otros hospederos entre los cuales se encuentran el cocotero (*Cocos nucifera*), el plátano (*Musa paradisiaca*), la guanabana (*Anona muricata*) y los cítricos.(4)

iv. Gusano (*Sibineme gasomoide*)

Después de la primera muda, empiezan a raspar la epidermis inferior de los foliolos y una vez pasada la tercera muda, perforan en el sitio raspado. Las larvas que se encuentran entre el quinto y el noveno instar, comen a partir del borde de los foliolos y luego avanzan hasta dejar solo la vena central. Para completar su etapa larval, las larvas del octavo y noveno instar, consumen el 85% de tejido foliar. (4)

v. Euprosteria (*Euprosteria elaeasa*)

La larvas entre el segundo y cuarto instar roen el epidermis, por el envés de los foliolos, con lo cual facilitan la entrada de los microorganismos causales de la Pestalotiosis. Las larvas de tercer instar hacen roeduras en la epidermis, de aproximadamente un milímetro de ancho en línea recta, mientras que las de cuarto instar roen por secciones y son de aproximadamente 2 mm de ancho. (4)

A partir de quinto o sexto instar, las larvas consumen la lámina foliar y cuando su población es elevada, dejan solo la nervadura central del foliolo. Una larva puede llegar a consumir individualmente entre 40 y 75 cm² de área foliar, consumiendo el 68 % en su último instar. (4)

vi. Zompopo (*Atta* sp.)

Las hormigas arrieras cortan las hojas de gran diversidad de plantas cultivadas, forestales y malezas, para cultivar el hongo simbiótico (*Leucocoprinus gonglyophorus*), del cual se alimentan. Las hormigas cortan en pedazos las hojas y los llevan al nido, donde retiran la cera superficial de las hojas y le agregan enzimas digestivas de sus glándulas, como quitinasa, amilasa y proteinasa, salivando y excretando sobre ellas, inoculándolas con hifas del hongo. El hongo crece sobre este sustrato preparado por las hormigas y posteriormente, es utilizado como alimento para las crías y se desecha el sustrato vegetal, cuando ya lo ha agotado el hongo. (4)

Las hormigas se alimentan de unos cuerpos especiales, producidos por el hongo denominado gonglilidios, que son las partes terminales de las hifas del hongo. Los gonglilidios contienen lípidos. Las hormigas adultas se alimentan, en parte, de la savia de las hojas que cortan y posiblemente con néctar. Una colonia puede cortar diariamente 5 kg de material vegetal. (4)

vii. Ratas

Las ratas son animales que se reproducen extremadamente rápido. En general, una hembra se encuentra sexualmente activa entre 3 y 4 meses y produce una camada cada dos meses, con un promedio de 6 individuos/camada. El mayor daño lo causan en los racimos. (4)

El combate de las ratas debe ser integral, debiéndose manipular el ambiente de la plantación, para hacerlo más inadecuado para la población de ratas. Esto implica destruir la mayoría de los sitios utilizados por los roedores, para refugiarse y multiplicarse, siendo fundamental la limpieza y el control de malezas en la plantación. (4)

Otra opción es realizar un programa integrado de control biológico, favoreciendo el desarrollo de una población fuerte de aves rapaces, complementando este método con el uso de cebos envenenados. (4)

b. Enfermedades

i. Arqueo foliar y pudrición común de la flecha

El arqueo foliar es una condición genética que aparece generalmente en palmas entre uno y tres años de edad, aunque también puede aparecer en palmas de

hasta 7 años y en plantas en vivero. Uno de los primeros síntomas de esta enfermedad, consiste en el desarrollo de lesiones oscuras, de apariencia acuosa en los folíolos aún plegados al raquis en las "flechas". Debido a su posición, estas lesiones pueden pasar desapercibidas y la primera evidencia de la enfermedad, es la aparición de una flecha quebrada o fuertemente curvada cerca de su base o más comúnmente cerca de la parte media del raquis. El tejido necrótico de los folíolos se seca y se desprende, de manera que después de pocos días, la hoja doblada solo presenta algunas fibras de los folíolos o los muñones de la base. Conforme las nuevas flechas van saliendo, estas presentan síntomas similares con pudrición generalizada de folíolos y raquis, o bien un arqueamiento del raquis con pudrición limitada de los folíolos. (6)

La pudrición común de la flecha, se presenta en plantas jóvenes y su sintomatología es prácticamente similar a la del arqueamiento foliar, excepto que en esta última se supone que no debe haber hojas con curvatura del raquis. Con la enfermedad de pudrición común de la flecha, se desarrollan manchas necróticas y acuosas, en los folíolos de la parte intermedia del raquis que no son fácilmente visibles, hasta que estos abren o la pudrición se generaliza en toda la flecha. La flecha atacada se puede doblar cerca de su base, cuando aún la mayoría de tejidos están todavía verdes. La presencia de una o más flechas parcialmente podridas en su base y que cuelgan entre las hojas más viejas, es el típico cuadro de esta enfermedad. (6)

Un ataque de arqueamiento foliar es normalmente transitorio y las plantas se recuperan "espontáneamente", después de unas pocas semanas o meses. En el caso de la pudrición común de la flecha, se ha recomendado ayudar a la planta enferma en el proceso de recuperación. Para esto se hace un tratamiento de cirugía del tejido enfermo, con una aplicación posterior de una mezcla de insecticida y fungicida. Como es imposible separar estas dos manifestaciones con claridad en la gran mayoría de los casos, generalmente se tratan todas las palmas enfermas, presenten o no hojas arqueadas. (6)

ii. Pudrición de cogollo

Los síntomas iniciales de esta enfermedad, consisten en el desarrollo de parches cloróticos o de color pardo, en las hojuelas basales de una de las hojas más jóvenes completamente abiertas. Este amarillamiento se extiende más tarde a todas las hojas. Durante estos primeros estados, la flecha puede o no presentar unas pocas manchas necróticas en algunos de los folíolos cerca de su extremo o en la parte media. La pudrición de la base de la flecha y del cogollo ocurre más tarde. Como consecuencia de la pudrición en la flecha, ésta se dobla cerca de la

base o bien varias flechas permanecen pegadas y erectas. Eventualmente ocurre el secamiento de los foliolos, siendo más frecuente a partir de las puntas en el extremo de las hojas. Las hojas viejas permanecen verdes por largo tiempo, antes de amarillarse y secarse. (6)

Para combatir esta enfermedad, la adopción de prácticas agronómicas óptimas, tiene el potencial de evitar o disminuir el problema de la pudrición del cogollo y trastornos similares. Se debe considerar que las condiciones pobres de aireación del suelo y una nutrición desbalanceada, predisponen a las plantas al trastorno. Por ello, toda siembra de palma africana debe prever la construcción de un buen sistema de drenaje interno y superficial, así como reducir la compactación. De igual manera, la fertilización debe estar basada en el análisis de los tejidos y las reservas del suelo. (6)

Un buen porcentaje de plantas afectadas se puede recuperar, si se realiza el tratamiento de plantas con síntomas iniciales, mediante cirugía del tejido afectado, y la aplicación de una mezcla de un fungicida y un insecticida. Este tratamiento puede ser menos efectivo, en sitios en donde las condiciones ambientales son particularmente favorables para el desarrollo del trastorno. (6)

iii. Síndrome de anillo rojo y hoja pequeña

Esta enfermedad es causada por el nematodo (*Bursaphelenchus cocophilus*) y generalmente se presenta en palmas mayores de 5 años. Los síntomas más clásicos, se producen cuando las hojas más viejas o intermedias amarillean y se secan progresivamente, avanzando estos síntomas hacia hojas cada vez más jóvenes. Las hojas de mayor edad suelen quebrarse en el peciolo a corta distancia del tronco y la parte distal permanece colgando por largo tiempo. Al cortar transversalmente el tronco de estas palmas, se nota un anillo de tejido color pardo, crema, o rosado de unos pocos centímetros de grosor y localizado generalmente cerca de la periferia del tronco. En algunos casos, el anillo no es continuo en toda la longitud del tallo apareciendo en la parte superior, pero es aparentemente inexistente en la parte media y puede reaparecer en la región basal, como un área de color rosado pálido. (6)

Otro de los síntomas es la condición conocida como "hoja pequeña", en donde la mayoría de las hojas conservan su color verde y frecuentemente no se observa ningún tipo de necrosis en el tallo de las palmas afectadas. Inicialmente la planta empieza a emitir hojas más cortas y el centro de la corona toma una apariencia compacta. Eventualmente, al continuar la emisión de hojas pequeñas, que pueden ser simples muñones, la parte central de la corona adquiere la apariencia de un

embudo. Conforme la enfermedad progresa, todas las nuevas hojas son cortas y deformes, con diferentes grados de secado de los foliolos a partir de las puntas y grados anormales de endurecimiento en los raquis, adquiriendo la palma la apariencia de un plumero gigante. Las inflorescencias en desarrollo abortan, por lo cual estas plantas terminan siendo totalmente improproductivas. También es posible observar una sintomatología, que es combinación de las dos descritas anteriormente. (6)

No parece existir mayor duda del papel del Picudo (*Rhynchophorus palmarum*), como vector activo de (*Bursaphelenchus cocophilus*), pero la presencia de insectos contaminados con el nematodo, no necesariamente implica la aparición y desarrollo de la enfermedad del anillo rojo. (6)

El control de la enfermedad debe de ser integral y dirigido tanto a reducir la población del vector, como de las fuentes de inóculo del nematodo en la plantación y sus alrededores. En el caso de plantas con síntomas clásicos, se recomienda envenenar la planta con un arboricida sistémico, inyectado al tronco y derribarla una vez que ésta se seca. Por otro lado, cuando la palma esté fuertemente atacada por el picudo, debe botarse y partirse en secciones, que luego se abren longitudinalmente y se les aplica un insecticida. (6)

En el caso de palmas que presentan el síntoma de hojas pequeñas, sin necrosis extensiva en el tallo, puede existir la posibilidad de recuperación, mediante el uso de nematicidas sistémicos inyectados al tronco, aplicada al cogollo o bien absorbida por el sistema radicular. (6)

Debido a que el picudo es atraído por cualquier tipo de heridas del tronco, éstas deben evitarse al máximo, especialmente durante la cosecha y poda. También debe prestarse atención a la pudrición común de la flecha, daños por ratas, viento, etc., especialmente en palmas que han entrado en la etapa de susceptibilidad al ataque del nematodo, pues en estos casos será aconsejable tratar la parte afectada con un insecticida, para evitar los riesgos de las visitas del insecto vector. (6)

iv. Podredumbre basal húmeda

Al principio, se observa el desarrollo de una coloración marrón-rojiza, en los extremos de los foliolos en la punta de las hojas inferiores. En pocos días, las hojas superiores amarillean y toman un tono pardo-cenizo. También se puede producir la pudrición de la fecha en una etapa temprana, así como de algunos racimos. Conforme la enfermedad progresa, se puede producir lateralmente en la parte basal del tronco, un exudado espeso y maloliente que se acumula en la base

de la planta. La infección prosigue hacia el bulbo basal por unas pocas raíces centrales y al llegar a esta zona se extiende rápidamente, causando una pudrición generalizada, que es húmeda y maloliente. La muerte de la planta puede ocurrir entre 3 y 4 semanas. (6)

Dada la estrecha relación entre la aparición, desarrollo de la enfermedad y el mal drenaje, es necesario mejorar las condiciones del drenaje natural de los suelos, especialmente en plantaciones jóvenes. A pesar de esto, se ha observado que la enfermedad también puede aparecer esporádicamente, en áreas aparentemente bien drenadas. La infección aquí se da probablemente a través de heridas en las raíces causadas por maquinaria o insectos. (6)

v. Podredumbre basal seca

El hongo asociado a la podredumbre basal seca (*Ceratocystes spp.*). La enfermedad se presenta como una pudrición seca de color café claro, en la base del tallo en palmas adultas. En la base del tronco, se forma una cavidad generalmente de gran tamaño, debido a la desintegración de los tejidos internos y el desprendimiento de las partes sanas. Encima de esta cavidad a veces se forman raíces adventicias. En algunas ocasiones, se observa que toda la parte central del tronco se ha desintegrado y sólo permanece sana una delgada capa de la periferia del tronco. Aunque esta desintegración de tejidos puede abarcar un metro o más de la base del tronco, la planta no muere y se mantiene así meses o incluso años. (6)

2.4.12. Cosecha

La recolección es una de las actividades más importantes en las plantaciones de palma africana, por lo que el éxito de la misma dependerá de una planificación racional. La producción de racimos, con las variedades disponibles en el mercado, se inicia entre los 30 y los 36 meses de plantada en el campo. La recolección en la palma se realiza durante todo el año. (6)

La frecuencia de cosecha, es decir, el intervalo entre cosechas en un mismo lote, está asociada con la edad de la palma, con el material genético utilizado y con las condiciones climáticas de la región. En general, los ciclos oscilan entre 7 y 12 días en palmas jóvenes y entre 9 y 15 días en plantas adultas. En épocas lluviosas, los ciclos son más frecuentes que en épocas secas. (6)

Para determinar la maduración óptima de racimos, es decir, el momento en que la planta logra un mayor contenido de aceite en el racimo y un menor porcentaje de ácidos grasos libres, se utilizan criterios tales como el cambio de coloración de los

frutos de violeta a anaranjado y el desprendimiento de aproximadamente dos frutos por cada kilogramo de racimo. (6).

2.4.13. Macronutrientes

Existen nueve elementos a saber: Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Potasio (K), Azufre (S), Fósforo (P) y Magnesio (Mg), que son requeridos por las plantas en grandes concentraciones, denominados macroelementos. Se ha estimado que las concentraciones apropiadas de los macroelementos minerales para el crecimiento varía de aproximadamente 1 mg/g para el azufre (30 μmol por gramo de peso seco de tejido) a 15 mg/g para el nitrógeno (100 μmol por gramo de peso seco de tejido). Los estimados de los requerimientos de carbono, oxígeno e hidrógeno varían de 450 mg/g (37.500 μmol /gramo de peso seco) a 60 mg/g (60,000 μmol /gramo de peso seco). (7)

No se hace referencia detallada de los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno, ya que estos forman parte de los compuestos orgánicos, como son los carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, metabolitos secundarios, etc.; aunque en las proteínas y ácidos nucleicos participa conjuntamente con estos el elemento nitrógeno. (7)

a. Nitrógeno

Las plantas obtienen el nitrógeno principalmente del suelo, donde se encuentra bajo la forma orgánica, la que no es disponible inmediatamente para la planta, sino después de un proceso de mineralización catalizada por los microorganismos del suelo, el cual procede en la dirección siguiente: nitrógeno orgánico \rightarrow amonio \rightarrow nitrito \rightarrow nitrato. La cantidad de nitrato producida, finalmente depende de la disponibilidad de material carbonáceo descomponible. Si la relación carbono: nitrógeno (C/N) es alta, aparece muy poco o casi nada de nitrógeno como nitrato. (7)

Las cantidades de nitrógeno en los suelos minerales son bastante pequeñas, variando desde trazas hasta 0.5% en los suelos superficiales, disminuyendo con la profundidad. La cantidad de nitrógeno depende también del tipo de suelo, de la temperatura y pluviosidad. El clima juega un papel dominante en la determinación del estado de nitrógeno de los suelos. En regiones de condiciones de humedad uniforme y vegetación, el contenido promedio de nitrógeno y de materia orgánica del suelo decrece exponencialmente, a medida que aumenta la temperatura anual. (7)

El nitrógeno, ya sea absorbido del suelo o fijado del aire, se incorpora a la planta en forma de aminoácidos, primeramente en hojas verdes. A medida que aumenta el suministro de nitrógeno, las proteínas sintetizadas a partir de los aminoácidos, se transforman en crecimiento de las hojas, aumentando la superficie fotosintética. Se ha encontrado una correlación entre la cantidad de nitrógeno suministrado y el área foliar disponible para la fotosíntesis, evidenciándose este efecto por el aumento de la síntesis proteica y del protoplasma. (7)

b. Calcio

El Ca^{2+} tiene la función de impedir daños a la membrana celular, evitando el escape de sustancias intracelulares, cumpliendo un papel estructural al mantener la integridad de la membrana. Es curioso constatar que, ciertas algas y hongos parecen no tener necesidad de calcio, o al menos que el calcio no actúe sino como un oligoelemento. Se piensa que el calcio actúa como un regulador de la división y extensión celular, a través de la activación de una proteína modulada por Ca^{2+} (calmodulina). (7)

El calcio parece actuar modulando la acción de todas las hormonas vegetales, regulando la germinación, el crecimiento y la senescencia. Retarda la senescencia y abscisión de hojas y frutos. El ión calcio juega un papel importante en el desarrollo vegetal y regulación metabólica. Por ejemplo, un aumento en la concentración del calcio citoplasmático, activa la enzima 1,3 β -glucansintetasa, situadas en la membrana plasmática, dando lugar a la formación de callosa. (7)

c. Potasio

El potasio es uno de los elementos esenciales en la nutrición de la planta y uno de los tres, que se encuentra en pequeñas cantidades en los suelos, limitando el rendimiento de los cultivos. Es el catión celular más abundante con concentraciones de 100 μM o mayores. Altas concentraciones de potasio se requieren para la conformación activa de muchas enzimas, que participan en el metabolismo. Concentraciones abundantes de K^+ son necesarias para neutralizar los aniones solubles y macromoleculares del citoplasma, que tiene pocos cationes orgánicos. De esta manera el K^+ contribuye bastante con el potencial osmótico. El transporte de potasio, puede efectuarse por medio de una ATPasa de la membrana celular, activada por Mg^{2+} . El ión K^+ parece estar implicado en varias funciones fisiológicas, como son: transporte en el floema, turgencia de las células guardianes de los estomas, movimientos foliares (nastias) de los pulvínulos y crecimiento celular. De tal manera que, las necesidades nutricionales de K^+ se centran en cuatro roles bioquímicos y fisiológicos, siendo estos: activación

enzimática, procesos de transporte a través de membranas, neutralización aniónica y potencial osmótico. (7)

El potasio actúa, como un cofactor o activador de muchas enzimas del metabolismo de carbohidratos y proteínas. Una de las más importantes la piruvato-quinasa, es una enzima principal de la glucólisis y respiración. Los iones K^+ son también importantes en la fijación del RNAm a los ribosomas. En la célula el potasio no se introduce en compuestos orgánicos. Las preguntas acerca de la del K^+ son difíciles de responder, ya que es bien conocido que el Na^+ y el Rb^+ , tienen ciertos efectos ligeros en corregir la deficiencia de K^+ , atribuyéndose a la sustitución en su rol osmótico. Está bien establecido, que el ión rubidio (Rb^+) puede sustituir al potasio, en el transporte dependiente de energía. Los tres elementos cuya disponibilidad en el suelo pueden limitar el crecimiento de las plantas son: nitrógeno, fósforo y potasio. Debido a la importancia de estos tres elementos, las fórmulas de los fertilizantes comerciales, señalan los porcentajes en peso de N, P y K que contienen; aunque los dos últimos elementos se expresan como porcentajes equivalentes de P_2O_5 y K_2O . Por ejemplo, la fórmula 15-15-15 CP, significa que contiene 15% de nitrógeno, 15% de P_2O_5 y 15% de K_2O . La sigla CP, indica que la fuente de potasio del producto, es el cloruro de potasio, siendo el 55% del fertilizante y el resto material de relleno. (7)

d. Azufre

Desde los tiempos de Liebig, se sabe que los sulfatos son necesarios para el crecimiento vegetal. Gran parte del azufre funcional de la planta, se reduce a las formas sulfhidrilo (-SH) o disulfuro (-S-S-). El azufre es absorbido por las plantas principalmente en la forma inorgánica como sulfato SO_4^{2-} , luego es reducido e incorporado a compuestos orgánicos. En el reciclaje del azufre, este retorna al suelo en la forma orgánica, donde se mineraliza por acción de microorganismos, antes de ser utilizado por las plantas superiores. (7)

El azufre se encuentra bajo las formas orgánicas de los aminoácidos, cisteína, cistina y metionina, así como en compuestos de azufre activados análogos al ATP, adenosina 5'-fosfosulfato (APS) y 3'-fosfoadenosina 5'-fosfosulfato (PAPS). Además, el azufre se encuentra en una variedad de esteres de sulfato, tales como el sulfato de colina, glucósidos del aceite de mostaza y sulfatos de polisacáridos. (7)

e. Fosforo

El fósforo secundario al nitrógeno, es el elemento más limitante en los suelos. Se encuentra en la planta como un componente de carbohidratos activados (por ejemplo la glucosa -6- fosfato, fructosa -6- fosfato, fosfoglicerato, fosfoenolpiruvato, glucosa -1- fosfato, etc.), los ácidos nucleicos, fosfolípidos y fosfoaminoácidos, que forman parte de fosfoproteínas. El papel central del fósforo es en la transferencia de energía. Los carbohidratos antes de ser metabolizados son fosforilados. La presencia de fósforo en la estructura molecular de los azúcares, los hace más reactivos. En la transferencia de energía por fosforilación, juegan un papel importante los nucleótidos altamente reactivos: ATP (adenosina trifosfato), ADP (adenosina difosfato), GTP (guanosinatrifosfato), GDP (guanosinadifosfato), UTP (uridinatrifosfato), UDP (uridinadifosfato), CTP (citosina trifosfato) y CDP (citosina difosfato). (7)

El fósforo como ortofosfato PO_4^{3-} , participa en un gran número de reacciones enzimáticas que dependen de la fosforilación. Posiblemente por esta razón es un constituyente del núcleo y es esencial para la división celular y el desarrollo de tejidos meristemáticos. El fósforo se acumula principalmente en las regiones meristemáticas del tallo y raíces; en donde las células en división activa, pueden tener varios cientos a miles de veces, más fósforo que las células que han dejado de dividirse. (7)

f. Magnesio

Las concentraciones de Mg^{2+} en tejidos vegetales son altas pero variables. Más del 70% del magnesio, se difunde libremente en la solución celular, aunque puede estar asociado a componentes cargados negativamente, tales como proteínas y nucleótidos a través de enlaces iónicos. Una gran cantidad de magnesio está probablemente enlazada a polifosfatos como el Mg-ATP. (7)

Dependiendo de la abundancia relativa de K^+ , el magnesio puede contribuir a neutralizar los fosfoazúcares, azúcares-nucleótidos, ácidos orgánicos y aminoácidos. La propiedad más importante del Mg^{2+} es su solubilidad. Su abundancia sugiere una multiplicidad de funciones, principalmente como activador de reacciones enzimáticas. Entre las reacciones en las que participa él Mg^{2+} están las de transferencia de fosfatos o nucleótidos (fosfatasas, kinasas, ATPasas, sintetasas, nucleótido-transferasas), de grupos carboxilos (carboxilasas, descarboxilasas) y activador de deshidrogenasas, mutasas y liasas. El magnesio tiene un papel estructural como componente de la molécula de clorofila, es requerido para mantener la integridad de los ribosomas y sin duda contribuye en mantener la estabilidad estructural de los ácidos nucleicos y membranas. El magnesio puede activar la enzima, uniéndose fuera del sitio de unión al sustrato.

Existen evidencias que los flujos de Mg^{2+} pueden servir para regular la actividad enzimática, como ocurre con el aumento en la fijación de CO_2 por los cloroplastos, activada por la luz. El bombeo de Mg^{2+} de los tilacoides hacia el estroma en la luz, sirve como activador de la enzima Ribulosa-bifosfato-carboxilasa-oxigenasa (Rubisco). (7)

2.4.14. Micronutrientes (Oligoelementos)

Las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas. En la tabla 2, se presenta la concentración en miligramos por 100 gramos de materia seca de estos ocho (8) microelementos, siendo estos: boro, cloro, cobre, hierro manganeso, molibdeno, níquel y zinc. Los vegetales los requieren solamente en cantidades muy pequeñas, en concentraciones que varían entre 0,01 a 0,5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, siendo la principal: actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida animal y vegetal, aunque cuando están presentes en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad. (7)

Se consideran micronutrientes a los elementos esenciales, cuya concentración en planta es menor a 0.1% en peso seco. (7)

a. Oligoelementos aniónicos (B, Cl, Mo)

i. Boro

El boro es requerido por las plantas superiores y algunas algas y diatomeas, pero no es esencial para animales, hongos y microorganismos. Su requerimiento debe estar relacionado con una función particular de las plantas, la cual no está claramente identificada. (7)

No se conoce enzima o macromolécula estructural que incorpore boro. Inclusive no se sabe cómo es que entra el boro a la planta. Parece ser que la absorción de boro sigue el paso del flujo de agua, lo cual indica que es apoplástico, localizándose en la pared celular o membrana plasmática. (7)

Los requerimientos de boro se han deducido a partir de los efectos observados cuando se elimina el elemento. Las respuestas visibles tempranamente observadas, son la cesación del crecimiento de los meristemos y del tubo polínico. Se han observado cambios en los componentes de la pared celular. En estudios

realizados con meristemas de ápices radicales, se ha encontrado que la síntesis de ADN y de la división celular cesa, sin afectar el alargamiento celular, produciendo hinchamiento del ápice de la raíz. (7)

ii. Cloro

El cloro es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas superiores y animales superiores, donde actúa en la producción del ácido clorhídrico, siendo necesarios para la digestión, estando el cloruro sódico normalmente incluido en su dieta para suplir estas necesidades. (7)

El anión cloruro (Cl^-) es absorbido por las plantas de la solución del suelo, sin embargo no se ha reportado la pérdida de un cultivo por deficiencia de cloruro. Se ha observado que los cultivos de tabaco y cebada aumentan su rendimiento al abonarlos con cloruros. (7)

El ión cloruro es un regulador de la presión osmótica y produce el balance de los cationes en la savia celular de las células vegetales. Una de las funciones del Cl^- , es la de actuar como anión durante los flujos rápidos de K^+ , contribuyendo a mantener la turgencia, como en el caso de la distensión de las células guardianes. La pérdida de la turgencia celular es un síntoma de la deficiencia de ión Cl^- . Este ión es esencial en el proceso de la liberación de oxígeno por cloroplastos aislados, en el Fotosistema II de la fotosíntesis. (7)

iii. Molibdeno

Grandes cantidades de molibdato pueden ser absorbidas por las plantas sin efectos tóxicos. El molibdato es un ácido débil, que puede formar complejos polianiónicos con el fósforo, como el fosfomolibdato. Posiblemente altas concentraciones son secuestradas bajo esta forma en las plantas. Gran parte del molibdeno se encuentra en la enzima nitrato reductasa de las raíces y tallos de las plantas superiores, la que cataliza la reducción del ión nitrato NO_3^- a nitrito NO_2^- . El nitrato reductasa de las plantas superiores se encuentra como una molibdoflavoproteína soluble, que en las hojas puede estar asociada con la envoltura de los cloroplastos. La enzima oxidada contiene casi siempre molibdeno Mo^{+5} . La enzima nitrato reductasa tiene el molibdeno enlazado de una forma reversible. (7)

En las raíces moduladas de las plantas fijadoras de nitrógeno, el molibdeno se encuentra casi todo en la enzima nitrato reductasa y en la nitrogenasa de los bacteroides nodulares. Aunque los microorganismos poseen otras enzimas con molibdeno (sulfito oxidasa, aldehído oxidasa, xantina deshidrogenasa y oxidasa),

no existen evidencias de la presencia de estas enzimas en las plantas superiores. La enzima nitrogenasa es actualmente un constituyente de las bacterias simbióticas y actinomicetes, mientras que la nitrato reductasa es la única enzima con Mo en las plantas superiores. Las plantas superiores pueden crecer en ausencia de Mo, si se les suministra el nitrógeno en la forma de ión amonio (NH_4^+). (7)

El molibdeno es absorbido por las raíces de las plantas en forma de ión molibdato (MoO_4^{4+}). (7)

b. Oligoelementos catiónicos (Zn, Fe, Cu, Mn, Ni)

i. Cinc

El cinc es un microelemento esencial que sirve como cofactor enzimático, con muchas funciones, siendo esencial para la actividad, regulación y estabilización de la estructura proteica o una combinación de estas. Existen tres enzimas vegetales donde se ha realizado la determinación del Zn enlazado, que son: deshidrogenasa alcohólica, anhidrasa carbónica y la dismutasa de súperóxidos. Sin embargo, la producción de la deficiencia de Zn en plantas, con su efecto drástico sobre la actividad enzimática, desarrollo de los cloroplastos, contenido de proteínas y ácidos nucleicos. Más la dependencia de algunas enzimas aisladas de la adición de Zn, hacen pensar que las mismas enzimas dependientes de Zn, en otros organismos, dependerán de Zn en las plantas superiores también. Así mismo, hay interés en conocer las propiedades del Zn, que hacen que este elemento sea requerido por la anhidrasa carbónica, varias deshidrogenasas, superóxido-dismutasa, la piridinnucleotido deshidrogenasa, ARN y ADN polimerasas, fosfatasa alcalina, fosfolipasas, carboxi y amino peptidasas, en la síntesis de triptófano y ácido indolacético, la estabilidad ribosomal, así mismo tiene otras funciones como cofactor de enzimas.(7)

ii. Hierro

El hierro es un microelemento esencial, ya que forma parte de citocromos, proteínas y participa en reacciones de óxido-reducción. En las hojas, casi todo el hierro se encuentra en los cloroplastos, donde juega un papel importante en la síntesis de proteínas cloroplásticas. También forma parte de una gran cantidad de enzimas respiratorias, como la peroxidasa, catalasa, ferredoxina y citocromo-oxidasa. (5)

Presumiblemente el ión requerido en el metabolismo es el ferroso Fe^{2+} , en cuya forma es absorbido por la planta, ya que es la forma de mayor movilidad y disponibilidad para su incorporación en estructuras biomoleculares. Ciertamente el ión férrico Fe^{3+} se forma y parte de éste, es translocado a las hojas como un

quelato aniónico del citrato, donde aparece como una ferri fosfoproteína, la fitoferritina. Mediante microscopía electrónica, se ha demostrado la presencia de gránulos de fitoferritina, en cloroplastos en vías de desarrollo y senescencia. (7)

A pesar de que la mayor parte del hierro activo de la planta, participa en reacciones de óxido-reducción a nivel de cloroplastos, mitocondrias, peroxisomas, existe un requerimiento de hierro en la síntesis de porfirinas, la cual se pone de manifiesto en la clorosis producida por carencia de hierro. En la enzima aconitasa el ión ferroso Fe^{2+} se une al ión citrato y a la enzima en el sitio catalítico; no conociéndose aún el requerimiento específico del ión ferroso Fe^{2+} . (7)

iii. Cobre

El cobre es un micro elemento constituyente de ciertas enzimas, incluyendo la oxidasa del ácido ascórbico (Vitamina C), tirosinasa, citocromo-oxidasa y la plastocianina que es una proteína de color azul, que se encuentra en los cloroplastos. (7)

El cobre enlazado participa en enzimas de óxido-reducción, con la excepción de ciertas amino oxidasas y galactosa oxidasas. Una gran parte de las enzimas con cobre reaccionan con O_2 y lo reducen a H_2O_2 o H_2O , tirosinasa, laccasa, ácido ascórbico oxidasa, mono y diamino oxidasa, D-galactosa oxidasa, citocromo oxidasa). La enzima superóxido-dismutasa, que en las plantas es una enzima que requiere Cu y Zn, reacciona con iones de superóxido en lugar de O_2 . La principal proteína red-ox sin funciones de oxidasa es la plastocianina, que suministra equivalentes de reducción al fotosistema I, siendo así el elemento terminal en la cadena transportadora de electrones del cloroplasto. (7)

Resumiendo se puede decir que el cobre provee a la planta con un metal, que en su estado reducido Cu^+ se enlaza y reduce el O_2 . En su forma oxidada (Cu^{2+}), el metal es realmente reducido. En los complejos formados con proteínas, tiene un alto potencial de oxido-reducción. El Cu forma parte del fenol oxidasa, que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a cetonas, durante la formación de la lignina y en la curtiembre. (7)

iv. Manganeso

Es un microelemento esencial para la síntesis de clorofila: Su función principal está relacionada con la activación de enzimas, como la arginasa y fosfotransferasas. Participa en el funcionamiento del fotosistema II de la fotosíntesis, responsable de la fotólisis del agua. El Mn puede actuar en el balance iónico como un contra-ión reaccionando con grupos aniónicos. (7)

El Mn es absorbido por las raíces en la forma de Mn^{2+} , que es la forma biológicamente activa, mediante un proceso que demanda energía, que se ve retardado por la presencia de los iones divalentes Mg^{2+} y Ca^{2+} . Se mueve en la planta principalmente como ión libre en el floema. Se ha encontrado que un gran número de enzimas aisladas del metabolismo intermedio, son activadas por Mn^{2+} . Las proteínas lectinas, como la concanavalina A enlazan Mn^{2+} y Ca^{2+} , a través de residuos carboxilados e imidazoles, atribuyéndose las necesidades de estos cationes para el mantenimiento de la conformación protéica. (7)

En la fotólisis del agua, se requiere Mn fuertemente enlazado en el lado oxidante del fotosistema II. La liberación de O_2 por la fotosíntesis, depende del enlace en cuatro Mn por cada centro de reacción de la P680, con una fuerte indicación de que el complejo Mn-proteína, participa directamente en el almacenamiento de los cuatro equivalentes de oxidación, requeridos para la transferencia de 4 electrones de dos moléculas de H_2O , para producir O_2 . No ha sido establecido aún el papel que juega el Mn, en las reacciones de óxido-reducción. (7)

v. Níquel

El níquel forma parte de la metaloenzima ureasa (que contiene dos átomos por molécula), la cual descompone la urea en amoníaco y dióxido de carbono. Resulta entonces esencial para las plantas, que se abonan con urea o con sus derivados (por ejemplo, en la fertilización foliar), jugando entonces un papel importante en el metabolismo nitrogenado. Algunos investigadores han reportado respuestas en plantas a la adición de Ni, cuando se ha utilizado urea como fuente de nitrógeno. Se ha estimulado el crecimiento al añadir Ni en arroz, soya y cultivo de tejidos de tabaco, y en (*Lemnapaucicostata*) cuando se ha utilizado la urea como fuente única de nitrógeno. En la soya él Ni aumenta la actividad de la ureasa foliar, impidiendo la acumulación de niveles tóxicos de urea. Él Ni participa en el metabolismo normal del nitrógeno de las leguminosas. (7)

2.4.15. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras, que pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales, metabólicamente activos, tales como aminoácidos (aa) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés. Las hormonas son moléculas orgánicas, que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona –o no-, donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy bajas dosis. Las estimuladoras o reguladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas. Otros dos grupos hormonales son el etileno y el ácido

abcísico. Algunos de los bioestimulantes de origen natural, más usados en la agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas. También, en menor medida, se comercializan productos equivalentes derivados de extractos de vegetales terrestres. Los bioestimulantes brindan pequeñas dosis de compuestos activos, para el metabolismo vegetal, de tal manera que le ahorre a las plantas, gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés. De esta forma, se logra mejorar el largo de brotes, la cobertura foliar, la profundidad de los sistemas radiculares. (3)

2.4.16. Regulación hormonal (Fitohormonas)

El desarrollo normal de una planta, depende en gran parte de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas). Las hormonas vegetales o fitohormonas (FH), son aquellas sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y que se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de las plantas. Hay cinco grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento: las auxinas, giberelinas, citoquininas, el ácidoabscísico y el etileno. A cada grupo se les ha asignado un efecto dominante, pero es común encontrar efectos contradictorios, en la respuesta fisiológica asociada a cada etapa de desarrollo (vegetativa y reproductiva). (3)

Las fitohormonas son señales químicas, que facilitan la comunicación entre células y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal, se realiza a través de cambios de concentración y de sensibilidad de los tejidos a las hormonas. Las FH no son producidas por glándulas específicas y una misma FH, puede sintetizarse en diferentes puntos de la planta. Su regulación es descentralizada y no siempre las FH son transportadas largas distancias dentro de la planta, ya que muchas veces actúan sobre células vecinas. No tienen efectos específicos y una misma FH actúa sobre muchos procesos, del mismo modo que sobre un proceso específico actúan varias FH. Además, una misma FH tiene diferentes efectos, según el momento y el órgano en el cual actúa. Como las funciones de las distintas FH se solapan, la regulación que ejercen debe comprenderse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos de FH. (3)

2.4.17. Reguladores de crecimiento

a. Auxinas

Son las primeras hormonas que se describieron. Su estructura es un derivado del fenol o el indol, y tienen anillos aromáticos con dobles enlaces conjugados. Todas

son ácidos. Se descubrieron a partir del efecto de curvatura de los tallos al cortar su parte apical. No se sabe el modo de acción pero está relacionado directamente con su estructura, ya que si se modifica pierde su función. (3)

Las auxinas principales son:

Ácido indolacético: es con la que más se ha experimentado. El Ácido 4-cloroindolacético, el Ácido indolbutílico, que actúa en el enraizamiento y el Ácido fenilacético (3)

Los efectos de las auxinas son:

- **Crecimiento:** estimulan la elongación celular en tallos y coleoptilos (tallos jóvenes), incrementa la extensibilidad de la pared celular y estimulan la diferenciación del xilema y el floema. (3)
- **Tropismos:** responsables del fototropismo y gravotropismo. (3)
- **Dominancia apical:** la yema apical del tallo (produce la mayoría de auxinas), inhibe el crecimiento de yemas axilares cercanas. (3)
- **Abscisión de órganos** (hojas, flores y frutos): posee un control genético y las auxinas retrasan la caída, aunque el etileno la induce. (3)
- **Rizogénesis:** estimulan la formación de raíces laterales o adventicias. Inhiben la elongación de la raíz principal. Las aplicaciones agrícolas de las auxinas son la reproducción, la formación de frutos, floración, partenocarpia (frutos sin semilla), aparición de flores femeninas y creación de herbicidas. (3)

a. Gibberelinas

Son hormonas que proceden de una estructura química, no de una función concreta. Su estructura química deriva del ent-giberelano. Es un grupo de hormonas con muchas formas y heterogéneas, aunque pocas con función. Hay 130 distintas repartidas en distintos reinos y especies, que sirven a veces como criterio taxonómico. La estructura química común está formada por un esqueleto carbonado de 20 carbonos (a veces 19) con 4 anillos de ent-giberelano. Son diterpenos o sea metabolitos secundarios. En ocasiones existe una modificación en forma de enlace, entre los dos últimos carbonos, que provoca que el esqueleto quede formado por 19 carbonos y 5 anillos. Las hormonas con esta modificación

son las más activas y se piensa que las de 20 carbonos, se modifican antes de actuar. Poseen grupos carboxilos que pueden cambiar en posición y número, aunque el carboxilo en posición 7 aparece en todas las activas. También poseen grupos hidroxilos, cuyas posiciones relevantes son la 2, la 3 y la 13. En la 2 producen la pérdida irreversible de la actividad, y la 3 confiere actividad biológica. Todas tienen naturaleza ácida y se denominan GAX, siendo x un número del 1 al 130, en función del orden de descubrimiento. (3)

Los efectos de las giberelinas son:

- **Estimulan el crecimiento:** de los tallos (elongación) e hipocótilos. Tienen un papel mayor que las auxinas, en plantas con crecimiento de entrenudos. (3)
- **Estimulan la floración:** sobre todo en aquellas plantas con floración por factores ambientales o floración del día largo, como las coníferas. No son universales, ya que en algunas especies puede inhibir la floración (angiospermas leñosas y frutales). (3)
- **Producen partenocarpia:** (reproducción sin fecundación donde el fruto se genera sin semillas). Tienen a producir plantas masculinas en especies dioicas. Provocan la reversión a fases juveniles de la planta. Pueden suplir los fotoperíodos y los termoperíodos necesarios para el crecimiento. (3)
- **La germinación:** es su principal efecto. Casi todas las semillas germinan inducidas por GA y posibilitan la movilización de reservas en la semilla. Sustituyen requisitos ambientales. (3)

b. Citoquininas

Son un grupo más reducido de hormonas que deben su nombre a su función (citoquinesis). En conjunto con las auxinas estimulan la división celular. Derivan de adeninas y las más frecuentes son la quinetina y benciladenina (sintéticas) y la zeatina (natural). La zeatina posee un doble enlace en el centro de la cadena y tiene isómeros cis y trans, que parecen ser formas naturales. La zeatina puede estar en la base siguiente al 3' del anticodón del ARNt. (3)

Los efectos de la Citoquininas son:

- **Crecimiento:** en conjunto con las auxinas estimulan la proliferación de células meristemáticas y también estimulan la expansión de los cotiledones, tras el primer haz de luz que reciben. (3)

- **Dominancia apical:** estimulan el crecimiento de yemas laterales inhibiendo la apical (contrario a las auxinas, por lo que deben estar en equilibrio). (3)
- **Diferenciación y morfogénesis:** provocan cambios en la morfología según el tipo de crecimiento. Junto a las auxinas estimulan la formación de raíces y tallos. (3)
- **Senescencia:** son anti-senescentes. (3)

2.4.18. Aminoácidos

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos. Las proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas de elevado peso molecular y todas están constituidas por series definidas de aminoácidos. Los aminoácidos son por tanto las unidades básicas de las proteínas. La mayoría de las proteínas contienen veinte aminoácidos. Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas, por medio de procesos de aminación y transaminación, los cuales conllevan un gran gasto energético por parte de la planta. Los aminoácidos, además de una función nutricional, pueden actuar como reguladores del transporte de microelementos, ya que pueden formar complejos con metales en forma de quelatos. Partiendo del ciclo del nitrógeno, se plantea la posibilidad de poder suministrar aminoácidos a la planta, para que ella se ahorre el trabajo de sintetizarlos y de esta forma poder obtener una mejor y más rápida respuesta en la planta. De esta forma los aminoácidos son rápidamente utilizados por las plantas, y el transporte de los mismos tiene lugar al no más aplicarse, dirigiéndose a todas las partes, sobre todo a los órganos en crecimiento. (3)

2.4.19. Papel de los aminoácidos en plantas

Los requerimientos de aminoácidos por parte del vegetal, se extienden durante todo su ciclo. Estos desempeñan una importante función nutritiva en la germinación (el embrión consume aminoácidos procedentes de proteínas almacenadas en el endospermo), así como en la síntesis de proteínas (enzimas, proteínas asociadas a las membranas celulares, etc.), en la formación de fitohormonas, como algunas auxinas, etileno, citoquininas, poliaminas, porfirinas, etc. Así como en la regulación del balance hídrico en las plantas, cuando están bajo situaciones de estrés, y como moléculas quelatantes de cationes necesarios para el desarrollo vegetal, entre otras funciones. El nitrógeno como (nitrato), es asimilado por la planta mediante un proceso de reducción y metabolizado en sustancias como aminoácidos, porfirinas, adenosina, etc. El nitrógeno generalmente se incorpora al vegetal en forma mineral, aunque también

se absorbe como aminoácido. El nitrógeno amoniacal que se obtiene, es rápidamente fijado por el vegetal debido a su fuerte carácter tóxico. Una de las sustancias encargadas de su fijación es el ácido alfa-cetoglutarico (forma parte del ciclo de Krebs). Este al reaccionar con el ion amonio forma ácido glutámico y a partir de este, se genera una serie de nuevos aminoácidos como la serina, lisina, prolina, valina, alanina, aspartico, etc. Dependiendo del ácido orgánico que reacciona con el ácido glutámico. (3)

La incorporación de ácido glutámico, además de favorecer la síntesis de nuevos aminoácidos, incrementa indirectamente la capacidad de la planta para fijar nitrógeno amoniacal, potenciándose de esta manera los mecanismos desintoxicadores de la planta frente a dicha forma tóxica de nitrógeno (3).

a. Acciones específicas de los aminoácidos en las plantas

i. Alanina:

Potencia la síntesis de clorofila, traduciéndose en un mayor potencial de actividad fotosintética. (3)

ii. Glicina:

Primer eslabón en la ruta biosintética de la clorofila, principal aminoácido de acción quelatante. Metabolito fundamental en la formación de tejidos foliar. (3)

iii. Lisina:

Potencia la síntesis de clorofila. Precursor de poliaminas, las cuales intervienen en procesos fisiológicos fundamentales desde la germinación y senescencia floral, hasta la maduración del fruto. (3)

iv. Arginina:

Contribuyente a la síntesis de clorofila. Precursor de poliaminas. Estimula el crecimiento de las raíces. (3)

v. Metionina:

Precursor de nuevos aminoácidos. Estimula procesos metabólicos en hojas jóvenes. Favorece la asimilación de nitratos por la planta. (3)

vi. Prolina e hidroxiprolina:

Juegan un papel esencial en el equilibrio hídrico de la planta. Mantienen actividad fotosintética en situaciones adversas. Fortalecen las paredes celulares aumentando la resistencia a las heladas. Incrementan la germinación del polen, sobre todo a bajas temperaturas. (3)

2.4.20. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas, formadas por la descomposición de materia orgánica. El ácido húmico influye en la fertilidad del suelo, por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua. Los ácidos húmicos contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo, resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes. Existe desde hace algunos años, mucho interés en el tema de humus del suelo, las sustancias húmicas y los beneficios de humus. Reportes sobre ácidos húmicos han indicado un incremento en la permeabilidad de las membranas de las plantas, estimulando la absorción de nutrientes. Muchos investigadores han observado un efecto positivo en el crecimiento de varios grupos de microorganismos. Hay evidencia también que parte de las materias húmicas contienen poblaciones grandes de Actinomicetos (microorganismos que tienen en común propiedades de hongos y también de bacterias), que pueden degradar una amplia gama de sustancias, inclusive de celulosas, humicelulosa, proteínas, y ligninas. Los fertilizantes húmicos de carbón, activan los procesos bioquímicos en plantas (respiración, fotosíntesis y el contenido de clorofila), se incrementa la calidad y rendimiento de muchas cosechas. (2)

Efecto en las plantas: Incrementan el rendimiento de cosecha, la permeabilidad de las membranas, la absorción de nutrientes, aumenta crecimiento de organismos del suelo, estimula los procesos bioquímicos en las plantas, estimula el desarrollo de las raíces, aumenta la utilización de fosfato, tiene capacidad alta de cambio de base y estimula crecimiento. (2)

2.4.21. Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos representan la fracción de humus extraíble por álcali, que no precipita por ácidos y que tiene color amarillento rojo. Generalmente son compuestos fenólicos de bajo peso molecular. El contacto directo de los ácidos fúlvicos con las raíces, genera un incremento de la permeabilidad y captura de O₂, estimula a determinados genes, lo que condiciona un mayor crecimiento longitudinal e incrementa la resistencia de las raíces frente a agresiones biológicas externas. También induce la síntesis y actividad de enzimas que como invertasa y esterases, están involucradas en procesos de crecimiento y organogénesis en diferentes estadios de desarrollo de la planta. Es la fracción de las sustancias húmicas soluble, tanto en medio alcalino como en medio ácido. Los ácidos fúlvicos actúan fundamentalmente sobre la germinación de la semilla, cuando el o los cotiledones permanecen por debajo de la superficie del suelo (Hipógea). (1)

Los ácidos fúlvicos intervienen en los diferentes estados de nutrición de la planta haciendo la función de activador del metabolismo de las plantas.

- Actúan principalmente sobre las propiedades biológicas del suelo.
- No precipitan en medio ácido.
- Tienen baja capacidad de retención de agua.
- Menor capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- Gran capacidad de concentración de líquidos (60%).
- Se obtienen a partir de cualquier tipo de materia orgánica oxidable.
- Mayor efecto estimulante. (1)

2.5. Descripción de material experimental

2.5.1. Bioestimulante MaxiBoost

MaxiBoost es un enraizador producido a partir del extracto del alga marina (*Eucklonia máxima*), que provee a la planta elementos esenciales, reguladores de crecimiento y aminoácidos libres. MaxiBoost es un estimulador de la división celular en las raíces. Activa el metabolismo y disminuye el estrés de la planta. La eficacia de este producto, se debe a que contiene una relación adecuada entre auxinas y citoquininas, que producen brotación de raíces absorbentes. Adicionalmente, el MaxiBoost suministra y carbohidratos, que permiten a la planta activar su metabolismo y superar condiciones de estrés ocasionados por las condiciones climáticas. (9)

Por su formulación MaxiBoost tiene una alta compatibilidad, puede ser aplicado solo en mezcla con otros productos. MaxiBoost tiene un efecto sinérgico cuando se combina con Alexin. Se puede aplicar en el sistema de riego, a la base de la planta o vía foliar en periodo de estrés o necesidad de enraizamiento. Muy importante su aplicación en la etapa de vivero, floración y fructificación. En el cuadro 11, se muestra el contenido de nutrientes y reguladores del crecimiento del producto MaxiBoost. (10)

Cuadro 10. Contenido de nutrientes del Bioestimulante MaxiBoost (Porcentaje y ppm).

%									ppm		
MgO	B	S	CaO	Zn	Fe	Mn	Cu	Mo	Nano polialdonatos	auxinas	citoquininas
1,9	0,3	1,6		0,2	0,6	0,3	0,3	0,004	25000	11	0,031

Fuente: Ficha Técnica bioestimulante Maxiboost.(9)

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivos generales:

- ✓ Determinar el efecto de tres frecuencias de aplicación de bioestimulante MaxiBoost, en el crecimiento vegetativo y radicular de plantas en vivero, del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*), en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal, Guatemala, C.A.

2.6.2. Objetivos específicos:

- Determinar si existe un aumento significativo en el crecimiento foliar de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*), en vivero, al utilizar bioestimulante, en condiciones de la Finca La Cabaña, El Estor Izabal.
- Determinar si existe un aumento significativo en el crecimiento radicular de las plantas de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*), en vivero, al utilizar bioestimulante, en condiciones de la finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

2.7. HIPOTESIS:

- Al menos uno de los tratamientos de bioestimulante aplicado en diferentes frecuencias, producirá un aumento significativo en el crecimiento foliar y radicular, en las plantas de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), en la fase de vivero.

2.8. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.8.1. Material experimental

a. Variedad utilizada

- ✓ Plantas en vivero de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), Var. Deli x Ghana, de 5 meses de edad.

b. Bioestimulante a ser utilizado.

- ✓ MaxiBoost.

2.8.2. Equipo utilizado

- Computadora
- Metro o regla
- Vernier
- Libreta de campo
- Cámara
- Bomba de mochila
- Probeta

2.8.3. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en el experimento con bioestimulante MaxiBoost fueron tres y un testigo. Se evaluaron diferentes frecuencias de aplicación del mismo, entre las cuales está la aplicación cada 7 días (T1), aplicación cada 14 días (T2), aplicación cada 21 días (T3) y el testigo convencional, que consistió en la utilización del fertilizante foliar, aplicado con regularidad en la empresa, el cual se aplicó cada 7 días. (Ver cuadro 11).

2.8.4. Forma de aplicación de los tratamientos

Los tratamientos y las frecuencias de aplicación, que se evaluaron en la investigación de bioestimulante MaxiBoost, fueron tres y un testigo convencional, siendo este un fertilizante foliar el cual se aplicaba en vivero, con una frecuencia de 7 días. Haciendo uso de una bomba de mochila de 16 litros de capacidad, se

procedió a realizar la aplicación en las palmas en vivero, siendo las dosis recomendadas de 1.5 cc/litro, a cada tratamiento, a excepción del testigo. (Ver cuadro 11).

Cuadro 11. Forma de aplicación de bioestimulante en vivero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq).

Tratamiento	Frecuencia de aplicación	Bioestimulante	Dosis (cc/litro)
T0	7	Testigo (Bayfoland)	1
T1	7	Maxiboost	1.5
T2	14	Maxiboost	1.5
T3	21	Maxiboost	1.5

Fuente: Autor, 2012.

2.8.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar, debido a que el sustrato que se usó en el vivero de palma africana, es suelo proveniente del área, el cual no es homogéneo, considerándose que existe gradiente de variabilidad, que justifica el uso de este diseño. El experimento consistió en evaluar, el crecimiento radicular y foliar, haciendo uso de 3 diferentes frecuencias de aplicación, del bioestimulante foliar MaxiBoost. Es decir 3 tratamientos y un testigo, con 4 repeticiones o bloques, cada uno.

a. Hipótesis a evaluar

- ✓ Ho (hipótesis nula) $T_i = T$ (ninguna de las frecuencias de aplicación de bioestimulante foliar, producirá efectos significativos en el crecimiento radicular y foliar de la Palma Africana).
- ✓ Ha (hipótesis alternativa) $T_i \neq T$ (al menos una de las frecuencias de aplicación de bioestimulante foliar, producirá efectos significativos en el crecimiento radicular y foliar de la Palma Africana).

b. Modelo estadístico

El modelo estadístico asociado al diseño Bloques al azar es el siguiente:

Siendo:

Y_{ij} = variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

M = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = error asociado a la ij -ésima unidad experimental (7).

✓ Supuestos

- Independencia
- Normalidad
- Homogeneidad
- No existe interacción entre bloque y tratamiento (*)

(*) Significa que un tratamiento no debe modificar su acción (o efecto), por estar en uno u otro bloque. (7)

✓ Regla de decisión

Rechazar H_0 . Sí el valor de $F \geq F$ crítica (gltrat; gl error; α)

No Rechazar H_0 . Sí el valor de $F < F$ crítica (gltrat; gl error; α) (7)

✓ Unidad experimental

La unidad experimental consistió en 6 plantas de palma africana, con un distanciamiento entre bolsa de 1 m. y entre hilera 0.87 m.

2.8.6. Descripción del diseño experimental

El diseño experimental de la evaluación del bioestimulante Maxiboost, aplicado en diferentes frecuencias, se constituyó de 4 bloques, 4 repeticiones así como de 15 plantas por repetición y de 600 plantas por tratamiento, haciendo un total de 2,400 plantas utilizadas en el experimento. (Ver cuadro 12).

Cuadro 12. Descripción del diseño experimental utilizado para el ensayo, de las diferentes frecuencias de aplicación de bioestimulante MaxiBoost, para plantas de vivero de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), en la finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Descripción	Total	Total de Plantas
Bloques	4	
Repeticiones	4	
No. Plantas /Repetición	150	
Total de plantas/tratamiento	600	
Total de plantas utilizadas en el ensayo		2,400

Fuente: Autor,2012

2.8.7. Descripción de la parcela neta experimental

Para controlar el efecto borde, se procedió a evaluar solamente las 6 plantas centrales de cada repetición, las cuales para fines experimentales, constituyeron la parcela neta experimental.

2.8.8. Distribución de los tratamientos

Las repeticiones de los tratamientos, se distribuyeron como se indica en el cuadro 13.

Cuadro 13. Distribución de tratamientos en la parcela experimental.

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN BLOQUES			
calle			
I	II	III	IV
T1R1	T3R2	T0R3	T2R4
T3R1	T0R2	T2R3	T3R4
T2R1	T1R2	T1R3	T0R4
T0R1	T2R2	T3R3	T1R4

Fuente: Autor, 2012

2.8.9. Evaluación de tratamientos

La evaluación de los tratamientos se realizó por medio de la toma de parámetros de crecimiento. Los datos se recopilaron de 6 palmas por repetición, obteniéndose información de 96 plantas, en toda la parcela experimental.

2.8.10. Parámetros de crecimiento utilizados en las mediciones de cada planta de la unidad experimental:

- a. Altura de la planta en centímetros.
- b. Número de hojas verdaderas emitidas por planta
- c. Diámetro del tallo en centímetros.
- d. Peso húmedo de raíces en gramos.
- e. Peso húmedo total de hojas y raíces, en gramos.
- f. Peso seco total hojas, tallo y raíces, en gramos.
- g. Volumen de raíces en cm^3 .

2.8.11. Forma de determinar las variables respuesta:

a. Altura de la planta en cm:

Se utilizó un metro para realizar la medición de la planta, desde la base del tallo a nivel del suelo hasta el ápice, de la hoja más desarrollada. Esta operación se repitió a 24 plantas por tratamiento.

b. Número de hojas verdaderas emitidas por planta:

Se realizó el conteo de las hojas que se encuentren totalmente formadas, en las 24 plantas por tratamiento.

c. Diámetro del tallo en cm.:

Se utilizó un vernier para la medición del diámetro del tallo de la planta a ras del suelo, repitiendo este procedimiento a las 24 plantas por tratamiento.

d. Volumen de raíces en cm^3

Para determinar el volumen de raíces, se usó una probeta aforada con agua, donde se introdujeron las raíces y el volumen de agua desplazado y medido, fue el volumen de la raíz. Este procedimiento se repitió a las 24 plantas por tratamiento.

e. Peso húmedo de hojas y raíces, en gramos.

Se realizó la medición del peso húmedo de las plantas, haciendo uso de una balanza. Se repitió este procedimiento para cada una de las 24 plantas por tratamiento.

f. Peso Seco en gramos (hojas, tallo y raíces):

Se procedió seccionar las plantas, para poder introducirlas a los hornos eléctricos a 75⁰c durante 48 horas, para posteriormente realizar la medición del peso seco de las mismas, haciendo uso de una pesa semi-analítica. Se repitió este procedimiento para cada una de las 24 plantas por tratamiento.

2.8.12. Análisis de la información

- **Análisis Estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables de respuesta, utilizando Software Estadístico InfoStat. Se procedió a realizar una prueba múltiple de medias Tukey (POSTANDEVA), a las variables que presentaron diferencia significativa.

2.9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.9.1. Crecimiento Foliar

2.9.1.1. Número de hojas verdes

En la variable número de hojas verdes, se obtuvo un promedio de 18.9 hojas verdes en la aplicación de Bayfoland (testigo convencional, T0); en la aplicación de MaxiBoost cada 7 días (T1), se obtuvo un promedio de 17.79 hojas verdes; en la aplicación de MaxiBoost cada 14 días (T2), se obtuvo un promedio de 17.25 hojas verdes y en la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de 16.84 hojas verdes, con un coeficiente de variación de 8.43%.

Para los bloques y tratamientos no existe diferencia significativa entre sus medias, ya que el análisis de varianza (ANDEVA) presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliéndose la hipótesis nula (Ver Cuadro 14). Esto significa que ninguno de los tratamientos de MaxiBoost aplicado, en diferentes frecuencias en el vivero de palma africana, influye en el número de hojas verdes.

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en el promedio general, el testigo convencional (uso de Bayfoland) presentó 1.96 hojas más en comparación a la aplicación de MaxiBoost cada 21 días, el cual obtuvo la menor producción de hojas por mes (ver figura 5). Debe destacarse que al no existir diferencia estadística, en las aplicaciones del bioestimulante MaxiBoost, en esta variable número de hojas verdes, se puede utilizar cualquiera de los tratamientos evaluados.

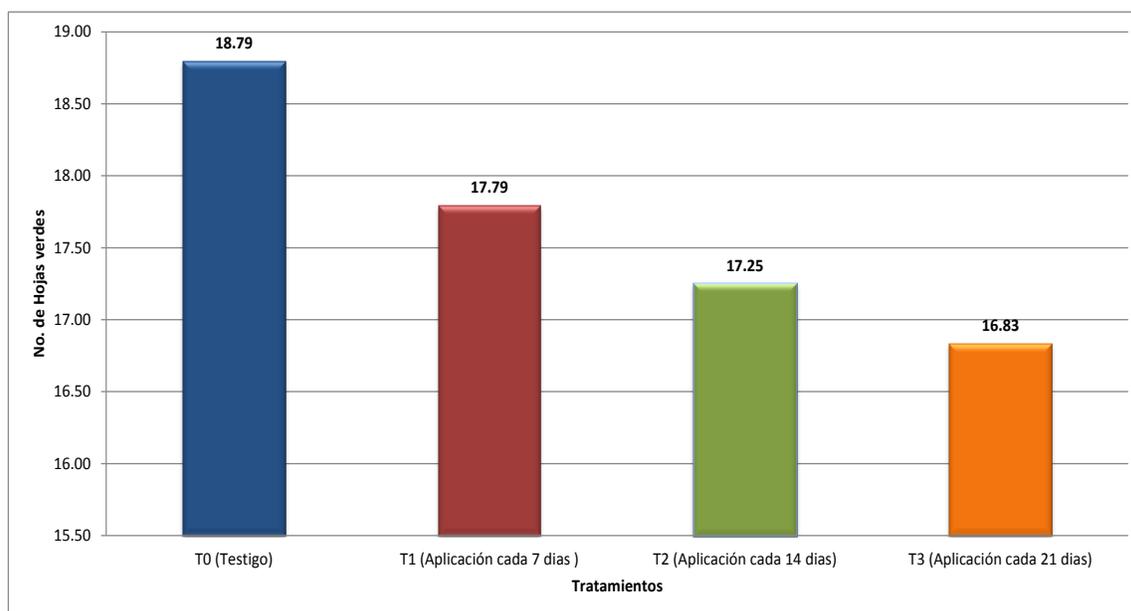
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Numero de Hojas Verdes	16	0.32	0.00	8.43	

Cuadro de análisis de la varianza (Sc tip)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.25	6	1.54	0.69	0.6608
BLOQUE	0.68	3	0.23	0.10	0.9565
TRATAMIENTO	8.57	3	2.86	1.29	0.3368
Error	19.97	9	2.22		
Total	29.22	15			

Cuadro 14. Análisis de varianza del número de hojas verdes de palma africana.

Fuente: Autor 2013



Fuente: Autor 2013

Figura 4 Número promedio de hojas verdes de palma africana por tratamiento.

2.9.1.2. Peso húmedo de hojas verdes

En la variable peso húmedo de hojas verdes, se obtuvo un promedio de 8,786.79 gramos en la aplicación de Bayfoland (tratamiento testigo, T0); en la aplicación de MaxiBoost cada 7 días (T1), se alcanzó un promedio de 8,389.54 gramos; en la aplicación de MaxiBoost cada 14 días (T2), se obtuvo un promedio de 8,767.88 gramos y en la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de 8,153.08 gramos, con un coeficiente de variación de 13.79%.

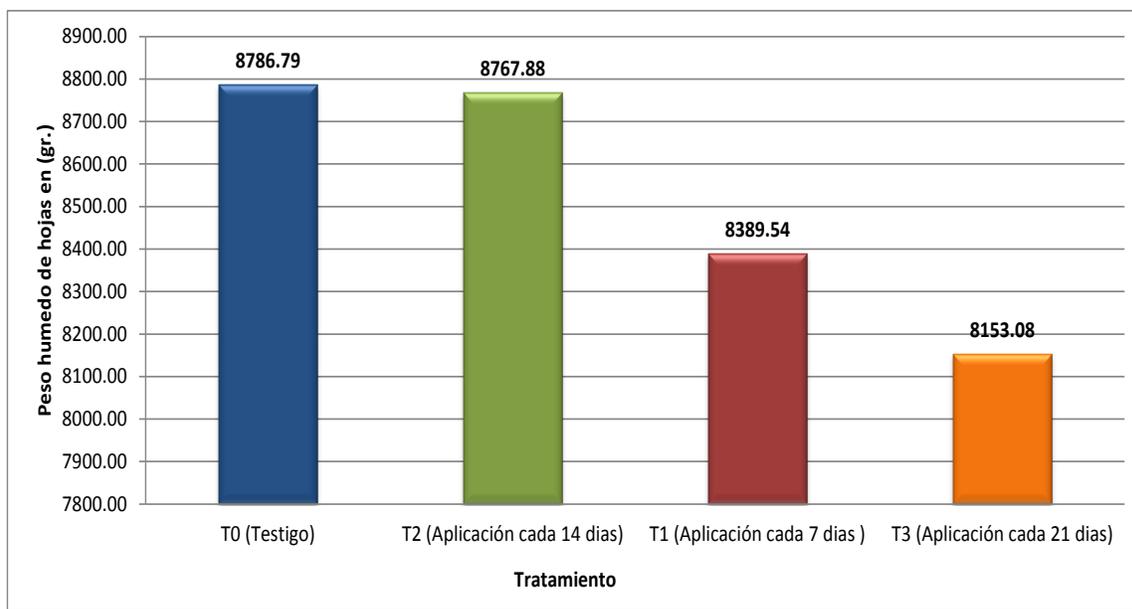
Para el peso de hojas verdes de palma africana en vivero, el análisis de varianza muestra que no hay diferencia significativa entre los bloques y entre la media de los tratamientos, ya que el análisis de varianza (ANDEVA) presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliéndose la hipótesis nula (ver cuadro 15). Este resultado indica que la aplicación de MaxiBoost en diferentes frecuencias, no afecta el peso húmedo de hojas verdes de palma africana, en el vivero.

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero al comparar numéricamente los tratamientos, en la media general se destacó el uso de Bayfoland (testigo convencional), ya que presentó 633.71 gr de peso húmedo más en comparación a la aplicación de MaxiBoost cada 21 días, el cual obtuvo el menor peso húmedo de hojas del experimento (ver figura 6). Al observar la figura 7, se puede apreciar que el tratamiento testigo convencional (uso de Bayfoland) y la aplicación cada 14 días de MaxiBoost, son bastante parecidos, en el peso húmedo de hojas. Al no existir diferencia estadística, se puede decir, que cualquiera de los tratamientos evaluados puede utilizarse, aunque debe considerarse cuál de todos ellos es el más económico.

Cuadro 15 Análisis de varianza de peso húmedo de hojas de palma africana.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Peso Humedo de hojas en (g..	16	0.12	0.00	13.79	
Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	104351.40	6	17391.90	0.20	0.9678
BLOQUE	33305.95	3	11101.98	0.13	0.9408
TRATAMIENTO	71045.44	3	23681.81	0.27	0.8427
Error	777704.23	9	86411.58		
Total	882055.62	15			

Fuente: Autor, 2013



Fuente: Autor 2013

Figura 5 Peso húmedo promedio de hojas de palma africana por tratamiento.

2.9.2. Crecimiento radicular

2.9.2.1. Volumen de raíz

Para la variable volumen promedio de raíces, se logró determinar que el uso de Bayfoland (testigo convencional) (T0), produjo un volumen radicular de 475.20 cm³; en la aplicación cada 7 días de MaxiBoost (T1), se obtuvo un promedio de volumen radicular de 441.45 cm³; en la aplicación cada 14 días de MaxiBoost (T2), se obtuvo un promedio de volumen radicular de 521.66 cm³, y en la aplicación cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de volumen radicular de 430.41 cm³, con un coeficiente de variación de 21.8%. (Ver cuadro 16 y figura 7).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ver cuadro 16), en cuanto al volumen de raíces en palma africana para los bloques y tratamientos, no existe diferencia significativa entre sus medias, según el análisis de varianza (ANDEVA), donde se obtuvo un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliéndose la hipótesis nula, por lo que ninguno de los tratamientos de bioestimulante aplicados, en las diferentes frecuencias en el vivero de palma africana, influye en el volumen de raíces.

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en media general se destacó el tratamiento de MaxiBoost aplicado cada 14 días, el cual presentó 521.66 cm³ en volumen de raíz. En cuanto a la aplicación de MaxiBoost cada 21 días, se obtuvo un volumen menor en comparación con los demás tratamientos del experimento. Se puede indicar que la

frecuencia de aplicación, cada 21 días fue la que presentó los valores más bajos que los demás tratamientos, lo cual sugiere que aplicaciones muy distanciadas no contribuyen al aumento del volumen radicular de la palma africana.

Cuadro 16 Análisis de varianza de volumen de raíz en cm^3 , en palma africana.

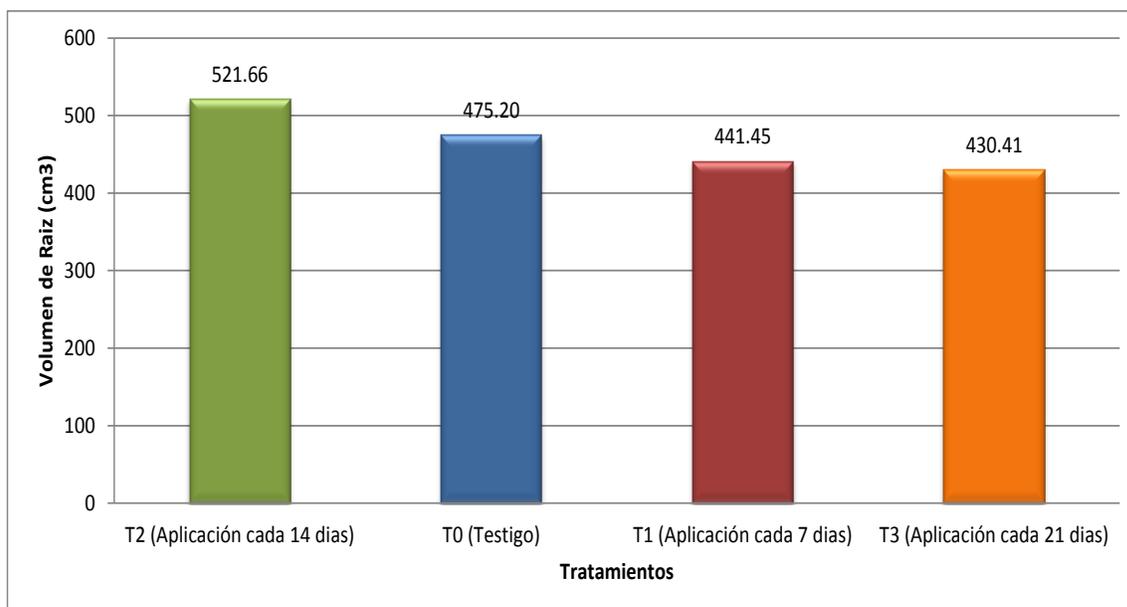
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Volumen de Raiz en (cc)	16	0.21	0.00	21.28

Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23241.41	6	3873.57	0.39	0.8667
TRATAMIENTO	20186.72	3	6728.91	0.68	0.5857
BLOQUE	3054.69	3	1018.23	0.10	0.9562
Error	88972.57	9	9885.84		
Total	112213.98	15			

Fuente: Autor, 2013



Fuente: Autor, 2013

Figura 6 Volumen de raíz de palma africana por tratamiento.

2.9.2.2. Peso de raíz

a. Peso húmedo de raíces

Para la variable peso promedio húmedo de raíces, el tratamiento de Bayfoland (testigo convencional, T0) mostro un valor de 472.92 gramos; en la aplicación cada 7 días de bioestimulante (T1), se obtuvo un promedio de peso húmedo de raíz de 386.61 gramos; en la aplicación cada 14 días de bioestimulante (T2), se obtuvo un promedio de peso húmedo de raíz de 448.09 gramos; y en la aplicación cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de 384.24 gr en el peso húmedo de raíz (Ver figura 8), con un coeficiente de variación de 27.10%.

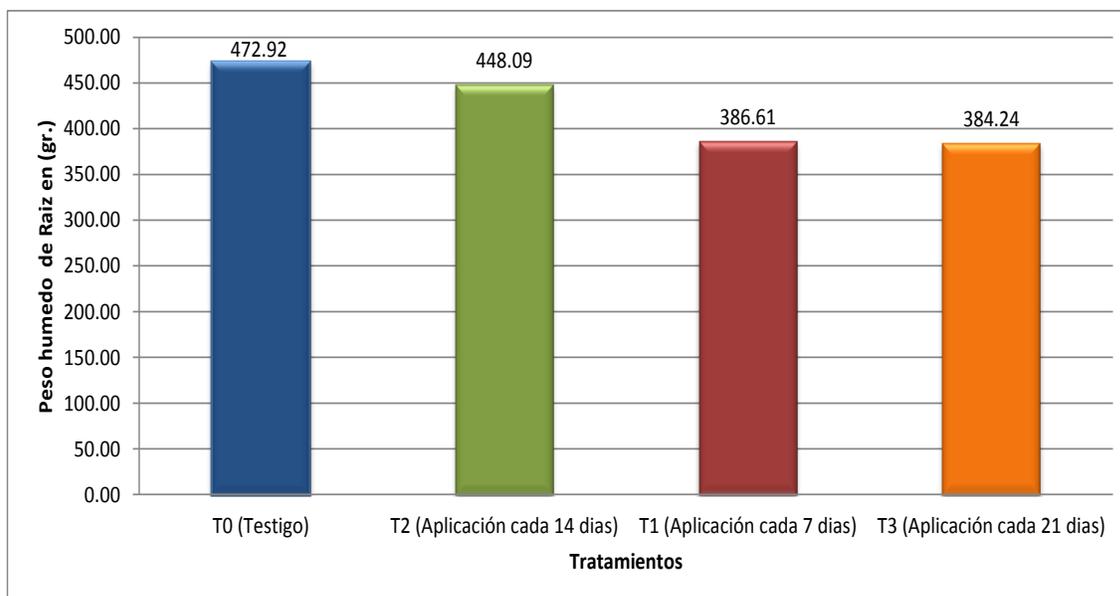
Para los bloques y tratamientos no existe diferencia significativa entre sus medias, ya que el análisis de varianza (ANDEVA), presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliendo la hipótesis nula, lo que significa que la aplicación de bioestimulantes en diferentes frecuencias, no afecta el peso húmedo de raíces de palma africana en vivero (Ver cuadro 17).

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en la media general se destacó el tratamiento de Bayfoland (testigo convencional), el cual presentó el mayor peso húmedo de raíz, mientras el tratamiento donde se aplicó cada 21 días bioestimulante, fue el que produjo el menor peso húmedo.

Cuadro 17 Análisis de varianza de peso húmedo de raíz de palma africana, en gramos.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Peso Humedo de Raiz en (gr..	16	0.32	0.00	21.40	
Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34821.01	6	5803.50	0.71	0.6520
BLOQUE	11030.47	3	3676.82	0.45	0.7243
TRATAMIENTO	23790.54	3	7930.18	0.97	0.4493
Error	73740.37	9	8193.37		
Total	108561.38	15			

Fuente: Autor, 2012



Fuente: Autor, 2013

Figura 7Peso húmedo de raíz de palma africana en gramos, por tratamiento.

b. Peso seco de raíz

Para la variable peso seco promedio de raíces, el tratamiento de Bayfoland (testigo convencional, T0), tuvo un peso seco de raíces de 78.10 gramos; en la aplicación de MaxiBoost cada 7 días (T1), se obtuvo un promedio de peso seco de raíz de 82.13 gramos; en la aplicación de MaxiBoost cada 14 días (T2), se obtuvo un promedio de peso seco de raíz de 64.03 gramos; y en la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de peso seco de 70.96 gramos, con un coeficiente de variación de 27.10%.

Para los bloques y tratamientos no existe diferencia significativa entre sus medias, ya que el análisis de varianza (ANDEVA), presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliendo la hipótesis nula, lo cual significa que ninguno de los tratamientos del bioestimulante MaxiBoost aplicado en diferentes frecuencias, en el vivero de palma africana, influye en el peso seco de raíces (Ver cuadro 18 y figura 9).

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en la media general, se destacó la aplicación de MaxiBoost cada 7 días, que presentó el mayor peso seco de raíz. En cuanto al tratamiento de MaxiBoost aplicado cada 14 días, fue el que obtuvo el menor peso seco de raíz, en comparación con los demás tratamientos. Es evidente que el peso seco de la raíz se ve favorecido por la aplicación de estimulador radicular esto tiene relación a lo que se describe en la literatura, donde muestra que los bioestimulantes permiten una mejor utilización de los elementos nutritivos a disposición de la planta, acelera los proceso vitales de la plantas también favorece la fotosíntesis,

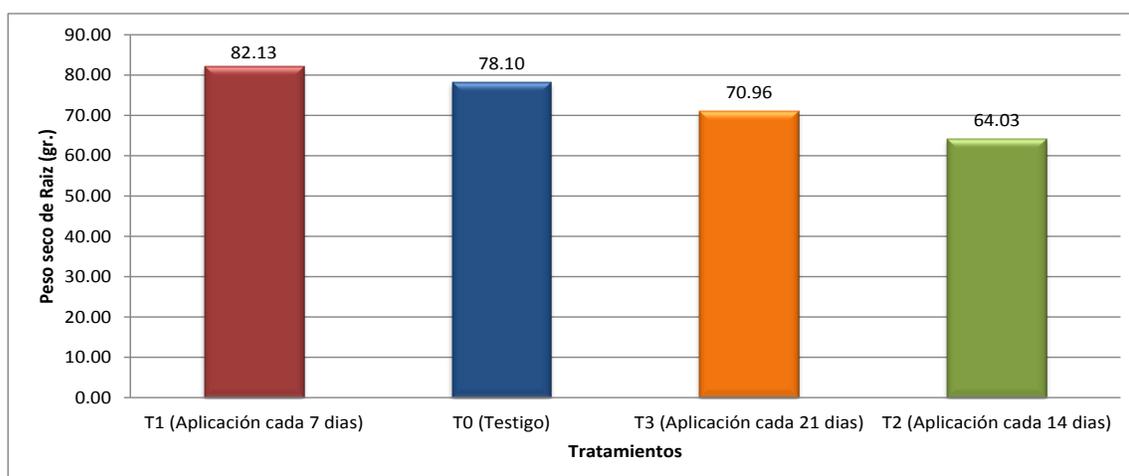
acelerando la síntesis de proteínas y de los hidratos de carbono, las células vegetales se ven inducidas a un crecimiento acelerado y se multiplican con rapidez.

Cuadro 18 Análisis de varianza de peso seco de raíz en (gr), en palma africana.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Peso Seco de Raiz en (gr.)..	16	0.26	0.00	27.10	

Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1278.30	6	213.05	0.53	0.7717
BLOQUE	511.68	3	170.56	0.43	0.7389
TRATAMIENTO	766.62	3	255.54	0.64	0.6088
Error	3599.80	9	399.98		
Total	4878.10	15			

Fuente: Autor, 2013



Fuente: Autor, 2013

Figura 8 Peso seco de raíz de palma africana, en gramos por tratamiento.

2.9.3. Costos de las aplicaciones de los tratamientos

En el cuadro 20, se muestran los costos de cada uno de los tratamientos en cuanto a frecuencias de aplicación del bioestimulante MaxiBoost y del tratamiento de Bayfoland (testigo convencional), es decir de cada uno de los productos utilizados en el ensayo y costo por labores realizadas por tratamiento. Se puede observar que la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), es el más económico, ya que tiene un costo de aplicación de Q.38.46, seguido por el tratamiento de MaxiBoost aplicado cada 14 días (T2), con un costo de Q59.12; así mismo el testigo convencional aplicado cada 7 días, con un costo de Q111.39, por lo que el tratamiento más caro resulto ser la aplicación de MaxiBoost cada 7 día (T1), con un costo de aplicación de Q133.00. (Ver cuadro 19).

En cuanto a los costos de aplicación del bioestimulante, en diferentes frecuencias en vivero de palma africana, se ha logrado determinar que a pesar de que no existe una diferencia significativa en cuanto al análisis de varianza realizado para las variables en cuanto al crecimiento foliar y radicular, se ha logrado observar que la utilización de bioestimulante, si presenta una diferencia en cuanto a costos de aplicación. Por ello, se puede decir que desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento es la aplicación del bioestimulante MaxiBoost cada 21 días, debido a que presenta el menor costo de aplicación, en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 19 Costos de aplicación de los tratamientos del bioestimulante en vivero de palma africana.

Tratamiento	Frecuencia Aplicación	Número de Aplicaciones	Número de Palmas Por tratamiento	Costo Total de aplicación por tratamiento en (Q.)
T0	Testigo convencional	31	600	111.39
T1	Cada 7 días	31	600	133.00
T2	Cada 14 días	16	600	59.12
T3	Cada 21 días	11	600	38.46

Fuente: Autor, 2012

2.9.4. Análisis de otras variables

2.9.4.1. Diámetro de tallo de palma africana

La variable diámetro promedio de tallo, en el tratamiento testigo convencional (Bayfoland, T0) fue de 12.76 cm; en la aplicación de MaxiBoost cada 7 días (T1), se obtuvo un promedio de ancho de tallo de 12.12 cm; en la aplicación de MaxiBoost cada 14 días (T2), se obtuvo un promedio de ancho de tallo de 12.06

cm; y en la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de 11.70 cm en el ancho promedio de tallo, con un coeficiente de variación de 9.25 % (ver figura 11).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis, entre los bloques y tratamientos no existe diferencia significativa de sus medias, ya que el análisis de varianza (ANDEVA) presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliéndose la hipótesis nula, la cual indica que ninguno de los tratamientos de bioestimulante MaxiBoost aplicado en diferente frecuencia, en el vivero de palma africana, influye en el ancho de tallo (ver cuadro 20).

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en la media general se destacó el testigo, que presentó el mayor diámetro de tallo promedio, mientras el tratamiento donde se aplicó el bioestimulante cada 21 días, tuvo el menor ancho promedio de tallo, en comparación con los demás tratamientos.

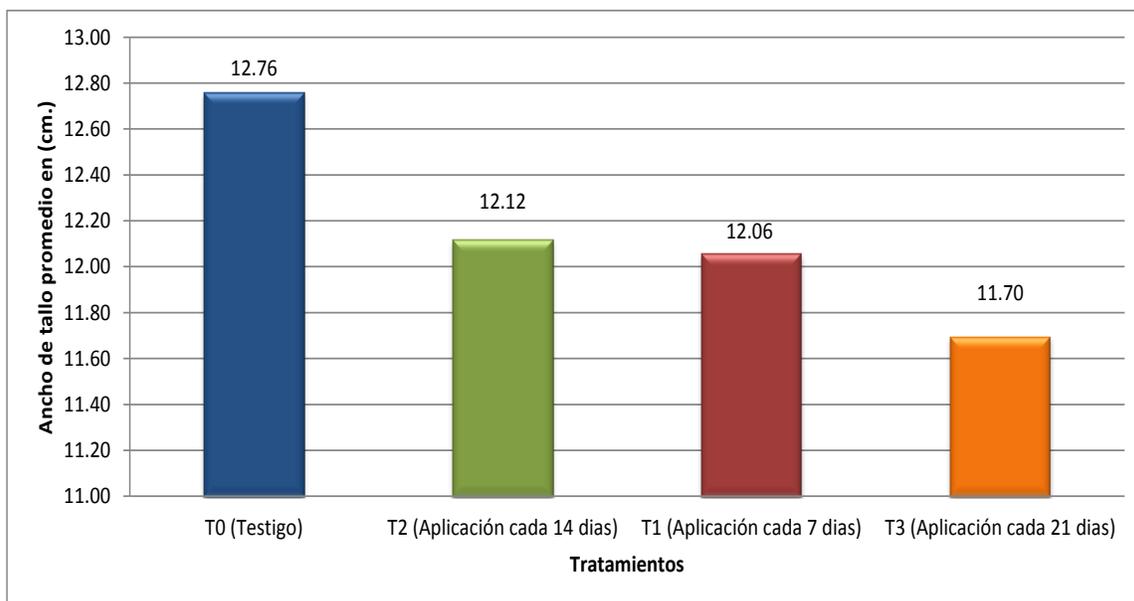
Cuadro 20 Análisis de varianza de ancho de tallo en palma africana, en centímetros.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de Planta en (cm)	16	0.16	0.00	9.25

Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.32	6	0.05	0.28	0.9311
TRATAMIENTO	0.25	3	0.08	0.45	0.7254
BLOQUE	0.07	3	0.02	0.12	0.9472
Error	1.68	9	0.19		
Total	2.00	15			



Fuente: Autor, 2013

Figura 9 Ancho promedio de tallo de palma africana, por tratamiento.

2.9.4.1. Altura de la planta de palma africana

Para la variable altura promedio de la planta, las plantas de palma africana mostraron una altura de 188.80 cm, en el tratamiento de Bayfoland (testigo convencional, T0); en la aplicación de MaxiBoost cada 7 días (T1), se obtuvo un promedio de altura de planta 192.87cm; en la aplicación de MaxiBoost cada 14 días (T2), se obtuvo un promedio de altura de planta de 188.28 cm; y en la aplicación de MaxiBoost cada 21 días (T3), se obtuvo un promedio de altura de planta de 191.93 cm, con un coeficiente de variación de 27.10 % (ver figura 11).

Para los bloques y tratamientos no existe diferencia significativa entre sus medias, ya que el análisis de varianza (ANDEVA), presentó un valor F calculada menor al F tabulada al 5%, cumpliendo la hipótesis nula, (Ver Cuadro 21), la cual indica que ninguno de los tratamientos de MaxiBoost aplicado en diferentes frecuencias en el vivero de palma africana, influye en la altura de planta.

Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente en la media general, se destacó la aplicación de MaxiBoost cada 7 días, presentando mayor altura de tallo, mientras que el tratamiento que se aplicó cada 14 días de MaxiBoost, presentó la menor altura de tallo, en comparación con los demás tratamientos.

Cuadro 21 Análisis de varianza de altura de planta de palma africana.

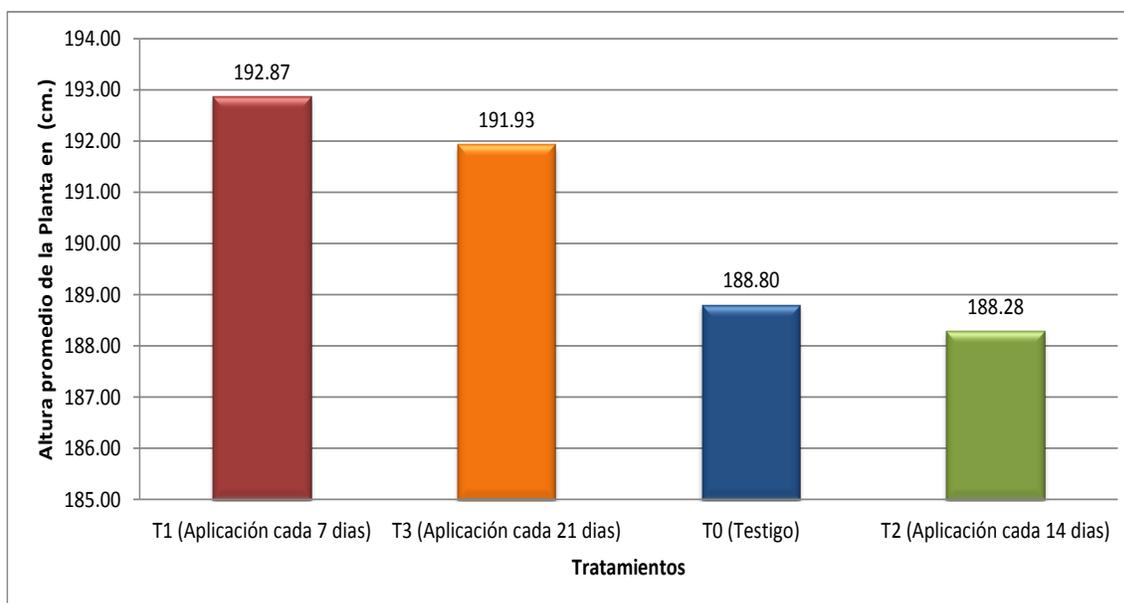
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de Planta en (cm.)	16	0.30	0.00	4.76

Cuadro de Análisis de la varianza (sc tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	313.88	6	52.31	0.64	0.6999
BLOQUE	252.03	3	84.01	1.02	0.4273
TRATAMIENTO	61.84	3	20.61	0.25	0.8587
Error	739.30	9	82.14		
Total	1053.17	15			

Fuente: Autor, 2013



Fuente: Autor, 2013

Figura 10 Altura promedio de planta de palma africana, por tratamiento.

2.10. CONCLUSIONES

- La aplicación de bioestimulante MaxiBoost en palma africana (*Elaeis guineensis*) a nivel de vivero en diferentes frecuencias de MaxiBoost no influye en el crecimiento foliar.
- La aplicación de bioestimulante MaxiBoost en palma africana (*Elaeis guineensis*) a nivel de vivero en diferentes frecuencias de MaxiBoost no influye en el crecimiento radicular.

2.11. RECOMENDACIONES

- Para disminuir los costos de aplicación se recomienda realizar la aplicación de bioestimulante Maxiboost cada 21 días.
- Durante la aplicación del bioestimulante en el experimento se recomienda monitoreo constante, para evitar confusiones por parte de los aplicadores.

2.12. BIBLIOGRAFÍA

1. Ácidos fulvicos (en línea). consultado el 7 de marzo de 2012. Disponible en: http://www.proorganicos.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=13).
2. Ácidos húmicos (en línea), consultado el 7 de marzo de 2012. Disponible en (<http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/humicsp.pdf>).
3. Aminoácidos en las plantas (en línea). Consultado el 8 de marzo de 2012. Disponible en: <http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20PDF/AminoacidosHMDJJASAbril04.pd>.
4. Calvache Guerrero, H.2009. Manual de plagas de la Palma de Aceite, Colombia, Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) Pág. 198.
5. Corley R.2009. La palma de aceite, Colombia, Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), Pág. 604.
6. Infoagro.com. palma africana (en línea). España. Consultado 8 de marzo de 2012. Disponible en: http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm.
7. Libro Botánica Online, Nutrición Mineral de las Plantas (en línea). Consultado el 8 de marzo de 2012. Disponible en <http://www.forest.ula.ve/.rubenhg>.
8. López Bautista, E.A.2008.Diseño y Análisis de Experimentos fundamentos y aplicaciones en la Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Pág. 170.
9. Maxiboost Bioestimulante Foliar (en línea). Consultado el 10 de Marzo de 2012. Disponible en http://www.supridoraverde.com/files_mat/publi_1123.pdf
10. Suarez, A.2000. Manual de propiedades y uso de fertilizantes en suelos Tropicales, La Lima, Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (F.H.I.A.). Pág. 265-274.



CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TÉCNICO AGRÍCOLA, DE LA EMPRESA NATURACEITES, S.A. UBICADA EN FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL

3.1. PRESENTACIÓN

En el Valle del Polochic, ubicado en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz, se encuentra cultivada la mayor extensión de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq.*), la cual es utilizada para la extracción de aceite vegetal comestible y otros derivados. Dicho valle presenta condiciones climáticas y edáficas adecuadas, que hacen que la palma africana se desarrolle de una manera óptima, alcanzando hasta una producción de 30 TM/ha/año.

NaturAceites es una empresa privada dedicada a la producción de palma africana para la obtención de aceite; actualmente hay 6 fincas que se encuentran en proceso de certificación por parte de Rainforest Alliances: Finca El Chapín, Finca Pataxte, Finca Rio Zarco, Finca Chabilan, Finca Panacté y la Cabaña, el área total que se encuentra bajo el sistema de certificación es de 6,000 hectáreas.

La producción agrícola ha ido evolucionando en los últimos años hacia sistemas más eficientes y sostenibles, tomando mayor importancia, los productos para el consumo humano, la inocuidad y calidad dentro de los sistemas de producción.

En este sentido, la empresa NaturAceites ha procurado contar con un sistema de gestión agrícola, que permita cumplir las exigencias del mercado internacional y el desarrollo de las buenas prácticas agrícolas, para hacer más eficiente el proceso de producción. Dentro de los servicios que se llevaron a cabo en la Finca La Cabaña, ubicada en el departamento de Izabal, se encuentra la elaboración de manuales de procedimientos que permitan la sistematización y evitar la duplicación de las actividades que se realizan en el campo definitivo; además se llevó a cabo la contabilización o censo de las plantas en vivero, para optimizar el uso de los insumos a aplicar.

3.2. SERVICIO I: MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE CONTEO DE RACIMOS, ELABORADO EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, DEL DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A.

El conteo de racimos es una de las actividades que se llevan a cabo en el Departamento Técnico Agrícola, siendo de suma importancia en el manejo agronómico del cultivo de la palma africana. Este conteo de racimos, permite estimar la producción expresada en TM/ha y el manejo del programa de fertilización de diversas fincas que maneja la empresa.

La práctica de conteo de racimos, consiste en realizar un inventario físico del número de racimos en sus diferentes estados de desarrollo, permitiendo obtener información completa tanto en número de racimos como en toneladas métricas por hectárea, para la estimación de producción de los próximos 4 meses. Ésta práctica se lleva a cabo bimestralmente en las plantaciones del grupo NaturAceites.

3.2.1. OBJETIVOS

- Elaborar un manual de procedimientos para cuantificar los racimos formados en un área de muestreo, de cada uno de los pantes de las fincas de NaturAceites que permita estimar la producción.

3.2.2. METODOLOGÍA

Para realizar el manual de procedimiento se llevó a cabo en dos fases:

3.2.2.1. Fase de campo

- Se realizaron entrevistas a personas de campo encargadas del área de nutrición vegetal, del Departamento técnico agrícola.
- Posteriormente se procedió a digitalizar la actividad a través de fotografías, describiendo el proceso paso a paso, sobre la forma como las personas en campo llevan a cabo este trabajo.

3.2.2.2. Fase de gabinete

- Se entrevistó al encargado general del área, para corroborar la información recabada en la fase de campo.
- Seguidamente se inició a redactar el manual de procedimiento, presentando la siguiente información:

- Propósito
- Objetivos
- Responsables
- Información técnica
- Información general
- Procedimiento

3.2.3. RESULTADOS

3.2.3.1. Manual de procedimiento: conteo de racimos

a. Propósito

Los trabajadores de campo tienen como propósito principal, observar y reportar la cantidad de racimos presentes dentro de la plantación de palma africana, de las áreas donde existe producción de frutos, a través de muestreo.

Los datos recabados en el conteo de racimos, son utilizados para estimar la producción semanal de cada una de las fincas, proponiéndose una meta de cosecha para el área agrícola e indicando en qué momento deberán de prepararse, tanto el personal, como materiales y equipo.

b. Objetivos

Cuantificar el número de racimos formados en un área de muestreo, de cada uno de los pantes de las fincas de NaturAceites, para estimar la producción de frutos.

c. Responsables

- Auxiliares de campo
- Coordinador de nutrición vegetal
- Jefe de nutrición vegetal
- Gerente del Departamento técnico Agrícola

3.2.3.2. Información técnica

a. Racimo formado

El Racimo formado, se entiende en términos de tiempo, como el racimo que garantice ser cosechado inmediatamente después del conteo, hasta la finalización del cuarto mes después del conteo. Fisiológicamente es el racimo completamente cuajado (salido de inflorescencia) hasta su madurez fisiológica (punto de cosecha).

En el campo, se puede identificar cuando todo el racimo se encuentra lleno de pepas (ver figura 12), no así, cuando aún hay flores que no se les identifique las pepas.

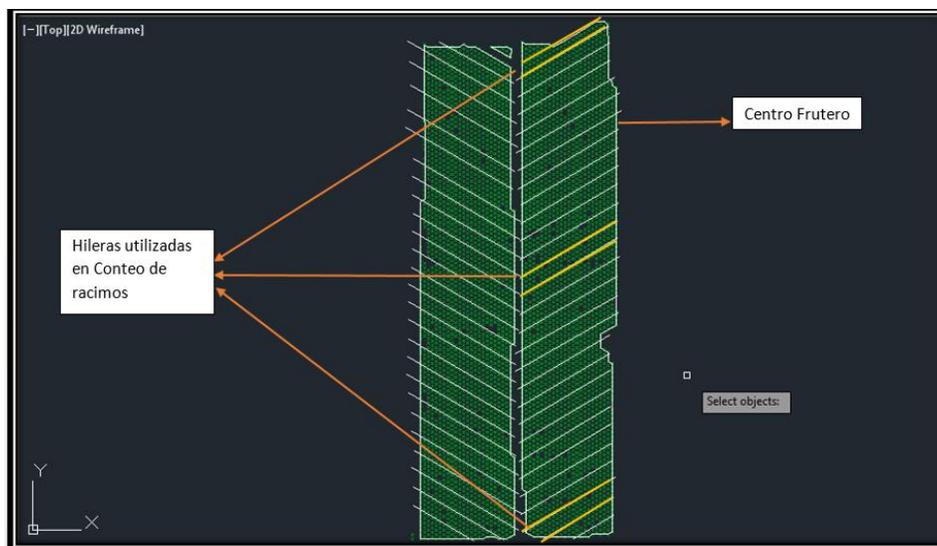


Fuente: Área de investigación, departamento técnico agrícola.

Figura 11 Ejemplo de los racimos que deben tomarse en cuenta para el conteo de racimos

b. Área de Muestreo

El área de muestreo se define en las tres hileras de los tres centros fruteros, en cada uno de los pantes que componen las fincas. Corresponde a la segunda hilera del segundo, medio y penúltimo centro frutero de cada pante. Cada hilera sujeta a conteo de racimos es identificada con las iniciales CR (Conteo de Racimos).



Fuente: Autor, 2012

Figura 12 Distribución de hileras en pantes que deben tomarse en cuenta para el conteo de racimos

c. Conteo de Racimos Formados

Cuantificación de racimos bimestralmente (Ver figura 15).



Fuente: Autor, 2012

Figura 13 Racimos formados de palma africana.

d. Información general

- El horario de labor en el área agrícola es de lunes a viernes de 6:00 am– 3:00 pm y sábados de 6:00 am a 11:00 am.
- Las boletas son proporcionadas por el personal del departamento técnico agrícola, al personal que realiza la actividad.
- Las boletas debidamente llenas, provenientes de campo serán entregados al coordinador de nutrición vegetal de la finca.

e. Materiales y equipo

- Boletas
- Lapiceros

f. Procedimiento

i. Ubicación de las palmas donde se realiza el muestreo o contabilización de racimos cada 2 meses.

Se debe ubicar la hilera de palmas correspondiente al conteo de racimos, la cual debe estar identificada la primera palma de la hilera, con las iniciales de conteo de racimos (RC), generalmente con fondo blanco y letras rojas. Para la ubicación de estas en el campo se basan en registros con el número de pante, centro frutero, número de hilera y número de palma.



Fuente: Autor, 2012

Figura 14 Identificación de las palmas utilizada para conteo de racimos.

ii. Anotaciones en la boleta

Anotar en la boleta correspondiente la fecha de intervención, finca, pante, nombre de la persona encargada, centros fruteros, número de hilera, número de palma e información a obtener en el conteo de racimos.

Fuente: Área nutrición vegetal, departamento técnico agrícola. (2)

Figura 15 Boleta para anotación del conteo de racimo

iii. Identificación de racimos de palmas en producción.

Se debe de tomar en cuenta que los racimos a contabilizar deben ya de tener una forma ovoide, más o menos erizada por las espinas, que son las partes terminales de las espigas y las pepas deben de estar completamente formadas (ver figura 18).

Así mismo, se debe de tomar en cuenta que los racimos que no se deben contabilizar, son los que no se encuentran totalmente desarrollados (ver figura 19).



Fuente: Autor, 2012

Figura 16 Racimos con las características correctas para su contabilización.



Fuente: Autor, 2012

Figura 17 Racimos que no poseen las características adecuadas para su contabilización.

iv. **Metodología para contabilizar racimos en palmas jóvenes y adultas**

- ✓ **Contabilización de palmas jóvenes de 3 a 6 años de edad.**

En palma joven es posible colocar una marca en el racimo donde se inicia el conteo y luego, rodear la palma hasta llegar a éste. Esto garantiza no contar dos veces el mismo racimo, dejar de contar o asumir racimos.



Fuente: Autor, 2012

Figura 18 Contabilización de racimos en palmas jóvenes de 3 a 6 años de edad.

- ✓ **Contabilización de palmas mayores a 6 años de edad.**

En palma adulta los racimos se cuantifican desde el piso, registrando los que únicamente se alcancen visualizar. Es importante no asumir racimos y rodear con mucho cuidado las palmas



Fuente: Autor, 2012

Figura 19 Contabilización de racimos en palmas adultas mayores a 6 años.

Las palmas que no presentan racimos debe anotarse como cantidad "0" racimos, en la boleta estipulada para esta actividad.

Fuente: Autor, 2012

Figura 20 Factor a tomar en cuenta para llenar la boleta de conteo de racimos

- Entregar la boleta con la información al coordinador de nutrición vegetal.
- Una vez se tengan los datos de campo, se entregan al digitador para el ingreso a la base de datos.
- Los datos son revisados, analizados y correlacionados con el peso promedio que le corresponde a cada lote o pante.
- En NaturAceites, los datos recabados en el conteo de racimos, son utilizados para estimar la producción semanal de cada una de las fincas, proponiendo una meta de cosecha para el área agrícola e indicando en qué momento deberán de prepararse, tanto en personal como en materiales y equipo.

3.2.4. CONCLUSIONES

- Se elaboró el manual de procedimiento de conteo de racimos del área de nutrición vegetal, perteneciente al Departamento técnico agrícola, tomando como base información del personal de campo, como la del experto encargado del área, para obtener información de calidad de cada actividad.

3.2.5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar supervisión directa y constante a los trabajadores de campo, verificando que se cumple en su totalidad la metodología anteriormente descrita, para que exista confiabilidad en la información generada.

3.2.6. BIBLIOGRAFÍA

- Córdova, F. 2012. Nutrición vegetal (entrevista). Guatemala, NaturAceites S.A., departamento técnico agrícola.
- Corzo, JM. 2012. Manejo agronómico de palma africana (entrevista). Guatemala, NaturAceites S.A., departamento técnico agrícola.

3.3. SERVICIO II: CENSO Y BITACORA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN VIVERO DE PALMA AFRICANA, EN LA FINCA LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

El censo es una de las actividades que se llevan a cabo en el vivero de palma africana, con el propósito de conocer la cantidad total de palmas y con ello, optimizar la compra de insumos (fertilizante, fungicida e insecticida) y la contratación del personal necesario para desarrollar las actividades; así mismo, la implementación de la bitácora sobre el manejo agronómico en campo, permitirá verificar que el proceso productivo se está realizando en el tiempo estipulado, para asegurar la producción de palmas de calidad en el vivero.

3.3.1.OBJETIVOS

3.3.1.1. General

- Realizar un censo e implementar una bitácora de actividades e insumos, en vivero de palma africana, en la Finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

3.3.1.2. Específicos

- Realizar un censo para conocer el número de palmas vivas y palmas muertas, en el vivero de la Finca La Cabaña, de la empresa NaturAceites, S.A.
- Elaborar una bitácora, de las actividades e insumos, en el vivero de palma africana, de la Finca La Cabaña, de la empresa NaturAceites, S.A.

3.3.2. IMPORTANCIA

La elaboración de un censo en vivero de palma africana, es una actividad que permite generar información sobre la cantidad de palmas existentes; asimismo permite identificar áreas en donde se presentan los problemas, para la producción de palmas en vivero, como la falta de drenaje, manejo inadecuado del vivero, etc. Un censo es la forma más directa de conocer el área real que se tiene sembrada, con palmas vivas en vivero. Con esta información se puede estimar la cantidad de fertilizante a solicitar y así evitar, que sobre o falte fertilizante en el lugar donde se aplicará. En la finca, se han presentado casos donde se compra fertilizante de más, ya que al momento de calcular la cantidad de este, lo hacen sin considerar las palmas que ya no existen dentro del vivero, provocando un incremento innecesario de los costos.

Además de conocer el número de plantas presentes en el vivero, con la realización del censo se puede conocer el número de palmas que presenten alguna enfermedad, ataque de plagas o deficiencia nutricional. Por otro lado, establecer el uso de la bitácora, ayudara a llevar un control más detallado de la aplicación de agroquímicos en las palmas en vivero y poder verificar, que no se estén utilizando productos químicos no autorizados y provoquen problemas en el proceso de certificación de los viveros y plantaciones en general.

3.3.3. METODOLOGIA

La elaboración del censo del vivero de palma africana y la bitácora se llevó a cabo en dos fases:

3.3.3.1. Fase de campo

- Se realizaron entrevistas a personas de campo, encargadas de las actividades que se llevan a cabo en el vivero, solicitándoles información específica de cada actividad.
- Posteriormente se procedió a verificar la forma en la cual estaba dividido el vivero, para su manejo y la cantidad de palma inicial que se sembró en el área.

3.3.3.2. Fase de gabinete

- Se entrevistó al administrador del vivero, para corroborar la información recabada en la fase de campo.
- Se procedió a realizar la redacción del informe, organizando los datos recabados en campo.
- Se inició el proceso y establecimiento de procedimientos, para llevar a cabo el censo y el uso de la bitácora.

3.3.3.3. Procedimientos

A continuación se presenta el procedimiento establecido para la realización del censo, en el vivero finca La Cabaña, NaturAceites, S.A.

a. Reconocimiento de campo y cálculo del rendimiento por persona para llevar acabo el censo

En esta fase se realizó un recorrido por todo el vivero, en el cual se verifico los límites de los lotes, que son divisiones realizadas para el manejo sistematizado del vivero. Asimismo, se obtuvo el área total que inicialmente se sembró en esta zona y se realizó una prueba, para estimar el número de plantas que puede contabilizar una persona por día. Además, se hizo énfasis en los factores que se debían de tomar en cuenta en el censo, siendo estos:

- Fecha de siembra
- Código de pante
- Número de hileras por pante
- Número de palmas por pante
- Variedad

i. Contratación de personal de campo

En la etapa de censado en campo, se procedió a contratar una persona, la cual debía saber leer y escribir. Dichas contrataciones fue en base a los rendimientos registrados en la etapa inicial, específicamente en el vivero de finca La Cabaña, obteniendo un rendimiento promedio de 2 ha censadas por persona por día laboral

ii. Capacitación de personal de campo

Esta etapa del censo es de suma importancia para orientar el trabajo del vivero, por lo que se consideró conveniente realizar una capacitación, la cual se realizó en medio día, explicándose la importancia de identificar adecuadamente las variables que iba a identificar en la boleta del censo. Así mismo se dio una pequeña plática sobre las principales plagas y enfermedades presentes en el vivero, para que el personal estuviera en la capacidad de identificarlas y rápidamente avisar al administrador del vivero.

iii. Tiempo demandado para realizar el censo

El tiempo que demando realizar el censo fue una semana. La jornada semanal comprendió de lunes a viernes, con 8 horas diarias y 5 horas de trabajo, los días sábados.

iv. Elaboración de bitácora

La implementación de la bitácora, se basó en el uso de los registros iniciales sobre el momento de la siembra de la palma en el vivero. Seguidamente, se inició el llenado de las boletas de registro de las actividades y las fechas de aplicación de cada uno de los productos, llevando un registro más específico.

3.3.4. RESULTADOS

3.3.4.1. Censo del vivero finca La Cabaña

Variedades

- Deli x Ghana
- Deli x Nigeria (1)

Distanciamiento de Palma Africana en vivero:

Distancia entre surco: 100 cm.

Distancia entre planta: 87 cm. (1)

3.3.4.2. Área total del vivero de palma africana

Cuadro 22 Área total ocupada por plantas en vivero de palma africana por variedad en Ha.

Variedad	Área (Ha.)
Deli x Ghana	4.25
Deli x Nigeria	5.45

Fuente: Autor, 2012

3.3.4.3. Edad de la plantación en vivero

Se logró determinar que existen tres fechas de siembra, siendo estas:

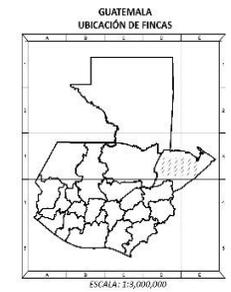
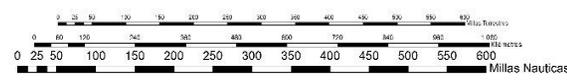
- ✓ Fecha 1: 3-7 de Octubre 2011
- ✓ Fecha 2: 29 Octubre 2011 -29 de Noviembre 2011
- ✓ Fecha 3: 21-24 de Diciembre 2011. (2)



Coordinate System: Transverse Mercator
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 100,000,000.0
 False Northing: 0.0000
 Central Meridian: -90.5000
 Scale Factor: 0.9998
 Azimuth of Origin: 0.0000
 Units: Meter

Legenda

- Plantas de vivero
- VIVERO = 9.7 ha
- BODEGA
- SANITARIO
- BOMBA DE RIEGO



ELABORADO POR DEPARTAMENTO TÉCNICO AGRÍCOLA
 ÁREA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
 NATURACEITES S.A.

FINCAS NATURACEITES, GUATEMALA C.A. NAD 83 / WGS 84

Figura 21 Mapa de ubicación de vivero finca La Cabaña, El Estor, departamento de Izabal



Fuente: Autor,2012

Figura 22 Croquis de distribución de pantes en vivero según fecha de siembra, ubicado en la finca la Cabaña, El Estor Izabal

3.3.4.4. Cantidad de plantas presentes según censo de vivero finca La Cabaña.

Se realizó el conteo de las plantas, haciendo una clasificación de las mismas según la fecha de siembra, determinando que se encuentran en el vivero, 106,850 plantas (ver cuadro 23).

Cuadro 23 Clasificación y número de plantas según fecha de siembra

Código de fecha de siembra	Fecha de siembra	Número de plantas por lote
1	29/10/2011 - 28/11/2011	37,189
2	3/12/2011 - 30/12/2011	47,918
3	3/01/2012 - 5/01/2012	21,743
	TOTAL	106,850

Fuente: Autor, 2012

3.3.4.5. Determinación del porcentaje de plantas que murieron, 4 meses después de la siembra.

Se realizó una comparación entre las plantas sembradas al inicio del vivero y el total de plantas que se presentaban al momento del censo, determinando que han muerto el 3.38 % de plantas, durante los primeros 4 meses del vivero (ver cuadro 24).

Cuadro 24 Clasificación y contabilización de plantas según variedad.

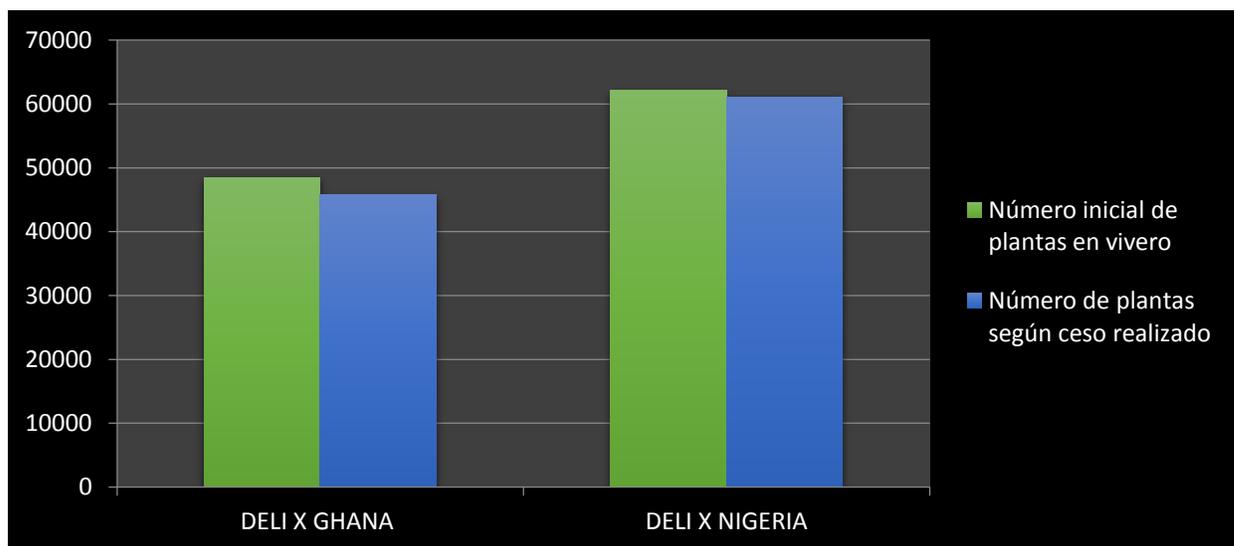
Variedad	Número Inicial de plantas en vivero	Número de plantas según censo realizado	Diferencia	% de pérdida
DELI X GHANA	48,456	45,761	2,695	2.43
DELI X NIGERIA	62,136	61,089	1,047	0.94
TOTAL	110,592	106,850	3,742	3.38

Fuente: Autor, 2012

3.3.4.6. Comparación de porcentaje de mortalidad entre variedades

Al comparar la mortalidad entre variedades, se logró determinar que la variedad DelixGhana presentó mayor mortalidad en los primeros 4 meses. En la figura 25, se puede observar que la variedad Deli x Ghana presentó 2.43% de mortalidad

durante los primeros meses, mientras que la variedad Deli x Nigeria presento solamente 0.94%.



Fuente: Autor, 2012

Figura 23 Comparación entre el número de palmas sembradas al inicio del vivero y palmas registradas durante el censo.

3.3.4.7. Bitacora del vivero de Finca La Cabaña

a. Insumos utilizados para manejo de plagas y enfermedades

i. Fungicidas

Cuadro 25 Fungicidas utilizados en vivero de palma africana en la finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción	Intervalo de aplicación	Dosis (cm ³)/bomba de 16 lts.
BENOMIL 50 WP	BENOMIL	Erradicante, sistémico y curativo, inhibición de la mitosis y ADN	Cada 15 días	25
ZIRAM GRANUFLO 76 WG	DITIOCARBAMATO ZIRAM	Fungicida de Contacto	Cada 15 días	25

Fuente: Autor, 2012

ii. Insecticidas

Cuadro 26 Insecticidas utilizados en vivero de palma africana en la finca La Cabaña, Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción	Intervalo de aplicación	Dosis (cm ³)/bomba de 16 lts.
DISMETRINA 25 EC	PIRETROIDE, CYPERMETHRIN	Insecticida de contacto y estomacal	Al observar presencia de plagas	25
MONARCA 11,25 SE	CLORONICOTINILO,PIRETROIDE THIALCLOPRID,BETA- CYFLUTHRIN	Contacto e ingestión y en forma sistémica.	Al observar presencia de plagas	25
MALATHION	0,0-DIMETIL FOSFORODITIOATO DE DIETIL	Contacto e ingestión y en forma sistémica.	Al observar presencia de plagas	

Fuente: Autor, 2012

iii. Bactericida

Cuadro 27 Bactericida utilizado en vivero de palma africana, finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción	Intervalo de aplicación	Dosis (cm ³)/bomba de 16 lts.
KILOL L DF – 100	Bactericida – fungicida organico extracto de semillas de citricos	Ruptura y explosión de células. Trabaja de forma Preventiva y curativa	2 aplicaciones al inicio del trasplante, cada 15 días.	25

Fuente: Autor, 2012

b. Insumos utilizados para el control de malezas

i. Herbicida

Cuadro 28 Herbicidas utilizados en vivero de palma africana, finca La Cabaña, El Estor, Izabal.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción
GLIFOSATO	Glifosato, N-(Fosfometil) glicina, en sal isopropilamina	Herbicida no selectivo de acción sistémica, de amplio espectro

Fuente: Autor, 2012

c. Fertilizantes utilizados en el vivero de palma africana

i. Fertilizantes granulados utilizados

Cuadro 29 Fertilizantes granulados utilizados en vivero de Palma Africana

Nombre comercial	Formula quimica	Intervalo de aplicación	Dosis gr. por planta
DAP	18-46-0	2 Aplicaciones al momento del trasplante a bolsa, cada 7 días.	3 gr./planta
YARAMILA	15-15-15	Cada 7 día	Depende de la edad de las plantas
KMag		Cada 7 día	Depende de la edad de las plantas

Fuente: Autor, 2012

ii. Fertilizantes foliares utilizados

Cuadro 30 Fertilizantes foliare utilizados en vivero de palma africana

Nombre comercial	Formula	Intervalo de aplicación	Dosis cm ³ por bomba
NUTRAFER	11-8-6	Cada 7 días	25 cc/bomba
NUTRIFEEED	1.05MgO-1.10S-0.25B-0.25CU-0.50FE-0.25Mn-0.004MO-0.14Zn	Cada 7 dias	25 cc/bomba
BAYFOLAN	Abono foliar completo 9-9-7	Cada 7 dias	25 cc/bomba

Fuente: Autor, 2012

3.3.5. CONCLUSIONES

- El número de palmas vivas que se contabilizó en el censo del vivero de finca La Cabaña fue de 106,850 palmas y la cantidad que se encontraban muertas eran 3,742 palmas.
- Se elaboró la bitácora de actividades y de insumos, contribuyendo al manejo agrícola en cuanto al manejo de insumos agrícolas (insecticidas, fungicidas y fertilizantes), utilizados en el vivero de palma africana de la Finca La Cabaña.

3.3.6. BIBLIOGRAFÍA

- Caal, R. 2012. Administrador de vivero (entrevista). Guatemala, Naturaceites S.A., departamento agrícola.
- Abaj, J. 2012. Administrador de finca (entrevista). Guatemala, NaturAceites S.A., departamento agrícola.

4. ANEXOS

4.1. Información recolectada de vivero de finca La Cabaña

Cuadro 31 Control de aplicación de fungicidas en vivero de palma africana

Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis	Unidad	Jornales
20-oct	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
27-oct	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
03-nov	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
10-nov	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
17-nov	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
24-nov	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
01-dic	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
08-dic	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
15-dic	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
22-dic	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
29-dic	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
05-ene	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
12-ene	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
19-ene	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
26-ene	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
02-feb	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
09-feb	MALATION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
16-feb	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
23-feb	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
02-mar	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
09-mar	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
16-mar	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
23-mar	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8
30-mar	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
06-abr	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
13-abr	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
20-abr	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
27-abr	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
04-may	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
11-may	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
18-may	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
25-may	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
01-jun	MONARCA	THIACLOPRID, BETACIFLUTRHIN	25	cc	8
08-jun	MALATHION	0,0-DIMETILI FOSFORODITIAOATO DE DIETIL	25	cc	8
15-jun	DISMETRINA	CYPERMETHRIN	25	cc	8

Cuadro 32 Control de aplicación de fungicidas en vivero de palma africana

Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis	Unidad	Jornales
19-oct	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
26-oct	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
02-nov	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
09-nov	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
16-nov	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
23-nov	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
30-nov	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
07-dic	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
14-dic	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
21-dic	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
28-dic	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
04-ene	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
11-ene	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
18-ene	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
25-ene	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
01-feb	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
08-feb	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
15-feb	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
22-feb	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
29-feb	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
07-mar	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
14-mar	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
21-mar	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
28-mar	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
04-abr	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
11-abr	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
18-abr	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
25-abr	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
02-may	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
09-may	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
16-may	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
23-may	ZIRAM GRANUFLO 76 WG	ZIRAM	25	cc	8
30-may	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
06-jun	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
13-jun	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8
20-jun	BENOMIL 50 WP	BENOMIL	25	cc	8

Fuente: Autor, 2012

Cuadro 33 Control de aplicación de fertilizante en vivero de palma africana

Fecha de aplicación	Dosis	Unidad	Formula	Jornales
05-sep-11	3	Gramos	DAP	8
12-sep-11	5	Gramos	15-15-15	8
19-sep-11	5	Gramos	15-15-15	8
26-sep-11	5	Gramos	15-15-15	8
03-oct-11	5	Gramos	15-15-15	8
10-oct-11	5	Gramos	15-15-15	8
17-oct-11	8	Gramos	15-15-15	8
24-oct-11	8	Gramos	15-15-15	8
31-oct-11	8	Gramos	15-15-15	8
07-nov-11	10	Gramos	15-15-15	8
14-nov-11	10	Gramos	15-15-15	8
21-nov-11	10	Gramos	15-15-15	8
28-nov-11	10	Gramos	15-15-15	8
05-dic-11	12	Gramos	15-15-15	8
12-dic-11	12	Gramos	15-15-15	8
19-dic-11	12	Gramos	15-15-15	8
26-dic-11	12	Gramos	15-15-15	8
02-ene-12	15	Gramos	15-15-15	8
09-ene-12	15	Gramos	15-15-15	8
16-ene-12	15	Gramos	15-15-15	8
23-ene-12	15	Gramos	15-15-15	8
30-ene-12	15	Gramos	15-15-15	8
06-feb-12	15	Gramos	15-15-15	8
13-feb-12	15	Gramos	15-15-15	8
20-feb-12	15	Gramos	15-15-15	8
27-feb-12	15	Gramos	KMAG	8
05-mar-12	15	Gramos	15-15-15	8
12-mar-12	15	Gramos	15-15-15	8
19-mar-12	15	Gramos	KMAG	8
26-mar-12	15	Gramos	15-15-15	8
02-abr-12	15	Gramos	15-15-15	8
09-abr-12	15	Gramos	KMAG	8
16-abr-12	15	Gramos	15-15-15	8
23-abr-12	15	Gramos	15-15-15	8
30-abr-12	15	Gramos	KMAG	8
07-may-12	15	Gramos	15-15-15	8
14-may-12	15	Gramos	15-15-15	8
21-may-12	15	Gramos	KMAG	8
28-may-12	15	Gramos	15-15-15	8
04-jun-12	15	Gramos	15-15-15	8
11-jun-12	15	Gramos	KMAG	8
18-jun-12	15	Gramos	15-15-15	8

Cuadro 34 Información de censo del vivero finca la cabaña

Número de lote	Número de hileras por lote	Variedad	Fecha de siembra	Número de palmas por lote
1	68	DELI X NIGERIA	1	2064
2	75	DELI X NIGERIA	1	2387
3	80	DELI X NIGERIA	1	2644
4	84	DELI X NIGERIA	1	2855
5	53	DELI X NIGERIA	1	2027
5	32	DELI X NIGERIA	2	972
6	53	DELI X NIGERIA	1	2024
6	37	DELI X NIGERIA	2	1139
7	53	DELI X NIGERIA	1	1992
7	35	DELI X NIGERIA	2	1221
8	78	DELI X NIGERIA	1	2776
9	73	DELI X NIGERIA	1	2468
10	78	DELI X NIGERIA	1	2690
11	82	DELI X NIGERIA	1	2879
12	76	DELI X NIGERIA	1	2600
13	109	DELI X NIGERIA	1	3964
14	102	DELI X NIGERIA	1	3819
15	79	DELI X NIGERIA	2	2996
16	64	DELI X GHANA	3	1814
17	63	DELI X GHANA	3	1774
18	81	DELI X GHANA	3	2205
19	78	DELI X GHANA	3	3025
20	96	DELI X GHANA	2	2460
21	123	DELI X GHANA	2	3811
22	156	DELI X GHANA	2	9167
23	123	DELI X GHANA	2	4764
24	120	DELI X GHANA	2	4565
25	116	DELI X GHANA	2	4482
26	113	DELI X GHANA	2	4258
27	109	DELI X GHANA	2	4118
28	83	DELI X GHANA	2	3524
28	24	DELI X GHANA	3	382
29	81	DELI X GHANA	3	1629
29	30	DELI X GHANA	2	441
30	58	DELI X GHANA	3	2803
31	115	DELI X GHANA	3	6371
32	65	DELI X GHANA	3	1848

Fuente: Autor, 2012

