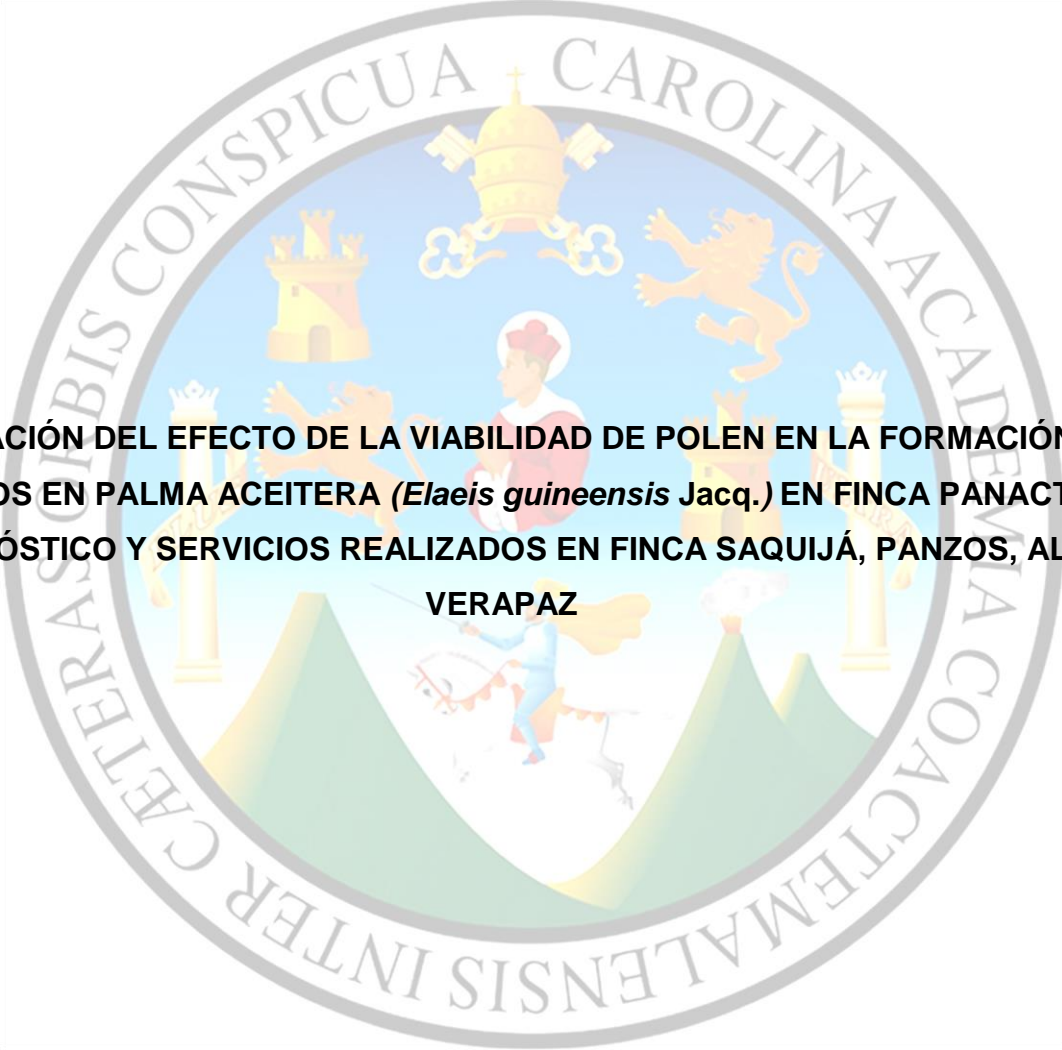


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. Below the central figure are two golden columns. The background is a light blue sky with a white cloud. The entire seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CETERAS CIBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" in a circular arrangement.

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VIABILIDAD DE POLEN EN LA FORMACIÓN DE  
FRUTOS EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN FINCA PANACTÉ,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS, ALTA  
VERAPAZ**

**MILDRED HAYDEE OLIVA BETANCOURT**

**GUATEMALA, FEBRERO 2016**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VIABILIDAD DE POLEN EN LA FORMACIÓN DE  
FRUTOS EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN FINCA PANACTÉ,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS, ALTA**

**VERAPAZ**

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

**POR**

**MILDRED HAYDEÉ OLIVA BETANCOURT  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA  
COMO INGENIERA AGRÓNOMA EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

**GUATEMALA, FEBRERO 2016**



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

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL II	Ing. Agr. M. Sc. César Linneo García Contreras
VOCAL III	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	Br. Juan José Caná Aguilar
VOCAL V	Mtra. Educación para el hogar Rut Raquel Curruchich Cúmez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, febrero 2016



**Guatemala, febrero 2016**

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación “Evaluación del efecto de la viabilidad de polen en la formación de frutos en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en finca Panacté, diagnóstico y servicios realizados en finca Saquijá, Panzos, Alta Verapaz” como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciatura.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

Mildred Haydeé Oliva Betancourt

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Por darme la vida, por ser el padre que amorosamente me cuida, protege y me guía en el buen camino. Por darme sus bendiciones, sabiduría, fuerza, apoyo y acompañarme incondicionalmente para alcanzar los anhelos de mi corazón.

### **A MIS PADRES**

Francisco Evelio y Nora Haydeé por todo el amor, comprensión, confianza, esfuerzos y apoyo incondicional para poder alcanzar esta meta de mi vida.

### **A MIS HERMANAS**

Flor y Esmeralda por ser mis amigas, confidentes, y las compañeras de mi vida.

### **A MIS TÍOS**

Por todo el apoyo, cariño que me han dado, especialmente Tío Juan Q.E.P.D por confiar incondicionalmente en mí, siempre lo tengo presente en mi corazón.

### **A MIS ABUELITAS**

Blanca y Carmela Q.E.P.D. Por demostrarme su amor en todo momento.

### **A MI FAMILIA**

Por el apoyo y cariño que me han dado a lo largo de mi vida.

### **A MIS AMIGAS**

Nancy de León, Yuvixa Barrera, Amparo Hidalgo, Sindy Escobar, Sheily Valdes, Joselin Castillo, Kathy Marroquín, Idania Cordova, porque desde pequeñas me enseñaron el valor de la amistad.



#### **A MIS AMIGOS DE LA FAUSAC**

Ruth Juracan, Ana Marroquín, Daniel López, Rolando Sagastume, Sergio López, Jose Luis Gonzalez, Raul Alvarez, Miguel Abaj, Sara Ignacio, Carlos Bonilla, Wagner Alonzo, Wolfgang Coronado, Rodolfo Figueroa, Cesar Adrian Diaz, Luciano Si, Lorena Flores, Ludwig Cabrera, Mario Rodriguez, Rosario Jordan, Andrea Samayoa, por todos los momentos que pasamos y por brindarme su amistad y compañerismo.

#### **A MIS AMIGOS NATURACEITES**

Reynaldo García, Veraly Gamboa, Carlyone Izaguirre, Adiel Rodas, Raul Lemus, Alba Galvez, Andrea Reiche, porque me apoyaron en el inicio de mi carrera profesional y por brindarme su amistad y cariño.

#### **A PERSONAS ESPECIALES**

Carlos Marroquín, Edgar Franco, Eugenia Lima, Joel Ramírez, Manuel y Abelardo Tórtola, por confiar en mí y por apoyarme a alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios:** Por darme la vida, el amor, la fortaleza, la sabiduría, por ser el centro de mi universo y mi razón de ser.

**A la Virgen María:** por acompañarme en todo momento y por consolarme cuando más lo he necesitado.

**A mis padres** por sus esfuerzos infinitos, por ser mi ejemplo a seguir, por todo el amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

**A mis hermanas** por confiar en mí y apoyarme siempre.

**A Daniel López** por toda la comprensión, cariño y apoyo incondicional.

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala** por ser el alma mater de mis conocimientos y permitirme convertirme en una profesional.

**A la Facultad de Agronomía** por bríndame todos los conocimientos necesarios y formarme como profesional.

**A mis profesores:** por brindarme los conocimientos que me ayudaron a culminar esta meta.

**A mi supervisor** Ing. Agr. Cesar Linneo por compartir su tiempo y conocimientos para lograr este trabajo de graduación.

**A mi asesor** Ing. Agr. Edgar Franco por compartir sus conocimientos, su tiempo y apoyarme a culminar esta meta.

**A Naturaceites S.A.** por brindarme la oportunidad de desempeñarme profesionalmente.

**A Jorge Mario Corzo** por confiar en mí y darme la oportunidad de desempeñarme profesionalmente.

**A Carlos Marroquín** por todo su cariño, apoyo, enseñarme a ser mejor ser humano y brindarme su conocimiento y experiencia.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL VIVERO DE PALMA DE ACEITE ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) DE LA EMPRESA NATURACEITES S.A. UBICADO EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS, ALTA VERAPAZ.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1 Vías de acceso a finca Panacté.....	5
1.2.2 Precipitación en finca Panacté.....	5
1.2.3 Temperatura y velocidad del viento en finca Panacté .....	5
1.2.4 Zona de vida finca Panacté .....	5
1.2.5 Clima predominante en finca Panacté .....	5
1.2.6 Uso actual de la tierra de la finca Panacté .....	6
1.3 OBJETIVOS .....	7
1.3.1 General.....	7
1.3.2 Específicos .....	7
1.4 METODOLOGÍA .....	8
1.4.1 Recopilación de información general.....	8
1.4.2 Recopilación de información del vivero en campo.....	8
1.4.3 Análisis de la información .....	8
1.5 RESULTADOS.....	9
1.5.1 Organigrama de jerarquía del vivero .....	9
1.5.2 Recurso humano en vivero:.....	9
1.5.3 Generalidades del vivero .....	11
1.5.4 Problemas detectados en el vivero.....	13
1.6 CONCLUSIONES.....	17
1.7 RECOMENDACIONES .....	17
1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	18

**CONTENIDO**

**PÁGINA**

CAPÍTULO II EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VIABILIDAD DE POLEN EN LA FORMACIÓN DE FRUTOS EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN FINCA PANACTÉ, PANZOS, ALTA VERAPAZ. .... 19

- 2.1 PRESENTACIÓN..... 21
- 2.2 MARCO TEÓRICO ..... 23
  - 2.2.1 Marco Conceptual ..... 23
- 2.3 MARCO REFERENCIAL ..... 35
  - 2.3.1 Ubicación de finca Panacté ..... 35
  - 2.3.2 Ubicación del estudio ..... 43
- 2.4 OBJETIVOS..... 45
  - 2.4.1 General ..... 45
  - 2.4.2 Específicos ..... 45
- 2.5 HIPOTESIS..... 46
- 2.6 METODOLOGÍA ..... 46
  - 2.6.1 Determinación de la viabilidad de polen de palma aceitera ..... 46
  - 2.6.2 Recolección del polen en el campo ..... 46
  - 2.6.3 Prueba de viabilidad..... 47
  - 2.6.4 Identificación de inflorescencias femeninas y recolección de racimos para el análisis de racimos ..... 50
  - 2.6.5 Análisis de racimos ..... 51
  - 2.6.6 Lecturas de variable climáticas ..... 53
  - 2.6.7 Descripción de los lotes ..... 53
  - 2.6.8 Materiales genéticos de palma aceitera utilizados ..... 54
  - 2.6.9 Número de plantas utilizadas en la investigación..... 54
  - 2.6.10 Análisis de la información..... 57
- 2.7 RESULTADOS..... 58
  - 2.7.1 Viabilidad de polen promedio mensual en un periodo de seis meses ..... 58
  - 2.7.2 Efecto de la viabilidad de polen sobre la formación de frutos desarrollados (frutos internos y externos) ..... 66

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.7.3 Efecto de variables climáticas sobre la viabilidad de polen de palma aceitera .....	67
2.8 CONCLUSIONES.....	70
2.9 RECOMENDACIONES .....	71
2.10 BIBLIOGRAFÍA .....	72
2.11 ANEXOS .....	75
2.11.1 Mediciones promedio de variables climáticas de finca Panacté .....	75
<b>CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS EN VIVERO DE PALMA ACEITERA DE LA EMPRESA NATURACEITES, UBICADO EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS ALTA VERAPAZ.....</b>	
<b>77</b>	
3.1 PRESENTACIÓN.....	79
3.2 SERVICIO: Evaluación del fertilizante Osmocote en plantas de palma aceitera en fase de vivero ( <i>Elaeis guineensis</i> ) realizado en vivero Saquijá. ....	80
3.2.1 Objetivos.....	80
3.2.2 Hipótesis.....	80
3.2.3 Metodología.....	80
3.2.4 Resultados.....	87
3.2.5 Conclusiones .....	94
3.3 SERVICIO: Evaluación de cinco tipos de fertilización en base a requerimientos establecidos de palma aceitera en fase de vivero realizado en vivero Saquijá.....	95
3.3.1 Objetivos.....	95
3.3.2 Metodología .....	95
3.3.3 Resultados.....	103
3.3.4 Conclusiones .....	116
3.4 SERVICIO: Monitoreo de la población de cochinillas en palma aceitera del vivero Saquijá.....	117
3.4.1 Objetivos.....	117
3.4.2 Metodología .....	117
3.4.3 Resultados.....	118
3.4.4 Conclusiones .....	123
3.4.5 Bibliografía.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1: Mapa de ubicación de las fincas de Naturaceites. ....	4
Figura 2: Organigrama del vivero Saquijá .....	9
Figura 3: Distribución de gavetas en vivero de finca Saquijá.....	12
Figura 4: Fotografía de vivero Saquijá .....	13
Figura 5: Daño causado por quemadura de fertilizante en palma aceitera .....	14
Figura 6: Daño de ácaros en hoja de palma de aceite en etapa de vivero .....	14
Figura 7: Presencia de cochinilla en el envés de hojas bajas de palma de aceite en etapa de vivero. ....	15
Figura 8: Cochinitas en hojas jóvenes de palma africana en vivero.....	16
Figura 9: Inflorescencia masculina de palma aceitera .....	27
Figura 10: Inflorescencia femenina de palma aceitera.....	28
Figura 11: Racimo de palma aceitera .....	28
Figura 12: Fruto de palma aceitera .....	29
Figura 13: Clasificación de frutos de palma aceitera. ....	29
Figura 14: <i>Elaeidobius kamerunicus</i> . ....	33
Figura 15: <i>Elaeidobius subvittatus</i> . ....	33
Figura 16: Mapa de finca Panacté. ....	35
Figura 17: Características de variedad Compacta X Ghana .....	38
Figura 18: Características de variedad Compacta X Nigeria .....	39
Figura 19: Características de variedad Deli X Lamé.....	40
Figura 20: Características de variedad Deli X Ghana .....	41
Figura 21: Características de variedad Deli X Nigeria .....	42
Figura 22: Recolección de polen de palma aceitera en campo.....	47
Figura 23: Mezcla de agua, agar y sacarosa. ....	48
Figura 24: Espolvoreado de polen de palma aceitera en medio de cultivo. ....	49
Figura 25: Raspado de la muestra de polen de palma aceitera en medio de cultivo. ....	49
Figura 26: Grano de polen germinado. ....	50
Figura 27: Desespigado de racimos. ....	51
Figura 28: Separación de espigas. ....	52
Figura 29: Desprendimiento de los frutos adheridos a las espigas.....	52
Figura 30: Mapa del vivero Saquija y ubicación del experimento. ....	80
Figura 31: Establecimiento del ensayo de fertilizante de liberación lenta en vivero Saquijá.....	81
Figura 32: Grafica promedio de la altura de la planta .....	89
Figura 33: Graficas promedio número de hojas .....	91
Figura 34: Grafica promedio de diámetro de la base del bulbo.....	93
Figura 35: Mapa del vivero Saquija y ubicación del experimento .....	95

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 36: Grafica promedio de diámetro de la base del bulbo .....	105
Figura 37: Grafica promedio de la altura de la planta.....	107
Figura 38: Grafica largo de hoja .....	109
Figura 39: Graficas promedio número de hojas .....	111
Figura 40: Grafica del promedio de largo de raíz .....	113
Figura 41: Grafica promedio de volumen de raíces.....	115
Figura 42: Comportamiento de la población de cochinillas por planta de palma aceitera en vivero Saquijá .....	122
Figura 43: Comportamiento en porcentaje de la población de cochinillas por planta de palma aceitera en vivero Saquijá .....	122

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	
Cuadro 1: Información general de vivero Saquijá.....	11
Cuadro 2: Fechas de siembra de plantas de vivero Saquijá .....	12
Cuadro 3: Clasificación botánica .....	24
Cuadro 4: Ubicación de los lotes y centros fruteros analizados en el estudio exploratorio de viabilidad de polen sobre la formación de frutos normales en palma aceitera. ....	44
Cuadro 5: Lotes considerados en el estudio de viabilidad de polen sobre la formación de frutos normales en palma aceitera .....	53
Cuadro 6: Descripción de la cantidad de plantas analizadas y lecturas para el estudio de viabilidad de polen.....	55
Cuadro 7: Descripción del número de lote, material genético y número de racimos analizados para el análisis de cantidad de frutos formados en el estudio exploratorio. ....	56
Cuadro 8: Porcentaje de viabilidad del polen en promedios mensuales de los materiales genéticos evaluados en finca Panacté.....	65
Cuadro 9: Coeficiente de correlación viabilidad de polen y frutos desarrollados.....	66
Cuadro 10: Coeficiente de correlación variables climáticas y viabilidad de polen .....	69
Cuadro 11: Descripción de diseño experimental del ensayo.....	82
Cuadro 12: Características de la unidad experimental.....	82
Cuadro 13: Modelo estadístico del ensayo con diseño experimental parcelas divididas distribuidos en bloques completamente al azar.....	82
Cuadro 14: Descripción de los tratamientos.....	83
Cuadro 15: Programa de fertilización convencional .....	84
Cuadro 16: Programa de fertilización Osmocote.....	85
Cuadro 17: Análisis de varianza de la variable altura de planta.....	87

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 18: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable altura de planta.....	88
Cuadro 19: Análisis de varianza de la variable número de hoja .....	90
Cuadro 20: Análisis de varianza de la variable perímetro de base del bulbo.....	92
Cuadro 21: Modelo estadístico del ensayo bloques completamente al azar .....	97
Cuadro 22: Descripción de diseño experimental del ensayo .....	97
Cuadro 23: Características de la unidad experimental .....	97
Cuadro 24: Descripción de los tratamientos .....	98
Cuadro 25: Programa de fertilización granulada.....	99
Cuadro 26: Programa de fertilización Solu-Feed .....	100
Cuadro 27: Descripción de diferentes presentaciones de fertilizantes Solu Feed. ....	101
Cuadro 28: Análisis de varianza de la variable diámetro de base del bulbo .....	103
Cuadro 29: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable diámetro de bulbo.....	104
Cuadro 30: Análisis de varianza de la variable altura de planta.....	106
Cuadro 31: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable altura de planta.....	106
Cuadro 32: Análisis de varianza de la variable largo de hoja.....	108
Cuadro 33: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable largo de hoja.....	108
Cuadro 34: Análisis de varianza de la variable número de hoja .....	110
Cuadro 35: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable número de hojas.....	110
Cuadro 36: Análisis de varianza de la variable largo de raíces.....	112
Cuadro 37: Análisis de varianza de la variable volumen de raíces .....	114
Cuadro 38: Cantidad de plantas monitoreadas del comportamiento de la población de cochinillas .....	118
Cuadro 39: Porcentaje de cochinillas/ ubicación en las palmas de vivero .....	118
Cuadro 40: Incidencia de cochinillas en vivero .....	119
Cuadro 41: Cantidad promedio de cochinilla/planta.....	120
Cuadro 42: Población de cochinillas en vivero Saquijá.....	121



## RESUMEN

El presente documento es la integración de tres fases, las cuales fueron realizadas en el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía. Consta del diagnóstico, investigación y servicios los cuales fueron ejecutados durante el periodo de febrero a noviembre del año 2012, en el municipio de Panzos, departamento de Alta Verapaz, en la empresa Naturaceites, S.A.

El diagnóstico es la primera fase del documento y se realizó en el vivero de palma aceitera ubicado en la finca Saquijá. Para realizarlo se recopiló información por medio de fuentes primarias, secundarias y observación. Como resultado se identificaron problemas agronómicos en el vivero que son; las quemaduras por fertilizante, plagas de ácaros y cochinillas.

En la segunda fase del documento se encuentra la investigación donde se realizaron mediciones mensuales de viabilidad de polen de diferentes materiales genéticos, en varios proyectos de siembras, la viabilidad del polen se relacionó con el comportamiento de la cantidad de frutos normales y partenocárpicos durante los meses que se realizaron las lecturas de polen. En la investigación también se relacionó la viabilidad del polen con los factores ambientales.

La tercera fase del documento consiste en los servicios que se realizaron en el vivero Saquijá, los mismos fueron enfocados en buscar alternativas para mitigar los problemas detectados en el diagnóstico. Los servicios que se realizaron son; 1) Evaluación del fertilizante Osmocote en plantas de palma aceitera en fase de vivero (*Elaeis guineensis* Jacq); 2) Evaluación de 5 tipos de fertilización en base a requerimientos establecidos de palma aceitera en fase de vivero realizado en vivero Saquijá; 3) Monitoreo de la población de cochinillas en palma aceitera del vivero Saquijá.





**CAPÍTULO I**  
**DIAGNÓSTICO DEL VIVERO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq) DE**  
**LA EMPRESA NATURACEITES S.A. UBICADO EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS,**  
**ALTA VERAPAZ.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

La agroindustria de la palma de aceite ha sido la segunda fuente más importante de aceite vegetal del mundo, esto después de la soya. Su importancia se debe a la eficiencia de producción de aceite por hectárea, logrando que se necesite menos área que otros cultivos oleaginosos.

Naturaceites es una empresa guatemalteca dedicada al cultivo, producción, extracción, refinamiento y comercialización de aceite comestible, manteca y margarina a base de fruto de palma y otros aceites vegetales. Actualmente opera en 3 áreas agrícolas, ubicadas en Fray Bartolomé de las Casas en Alta Verapaz, El Estor en Izabal y San Luis en Petén, dos plantas extractoras, una en Fray Bartolomé de las Casas y otra en El Estor y una planta refinadora en Escuintla, donde sale el producto terminado hacia sus distintos clientes y trabaja bajo un modelo de negocios incluyente de arrendamiento, productores independientes y plantaciones propias. (Naturaceites)

El diagnóstico se realizó para conocer la situación actual y detección de los principales problemas del vivero de palma de aceite de la empresa Naturaceites ubicado en la finca Saquijá.

Para realizar el diagnóstico se recopiló información por medio de fuentes primarias, secundarias y observación.

Entre los principales problemas detectados en el vivero Saquijá que se presentan en este diagnóstico, están las quemaduras por fertilizante, plagas de ácaros y cochinillas.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

La empresa Naturaceites se dedica a la producción de aceite de palma (*Elaeis guineensis*), dicha entidad opera actualmente en tres regiones agrícolas que se encuentran ubicadas en San Luis Peten, Franja Transversal del Norte y Valle del Polochic.

La región del Polochic cuenta con 5 fincas propias (Chapin, Pataxte, Río Zarco, Chabiland, Panacté) y 1 finca arrendada (La Cabaña). Las fincas se encuentran localizadas en el municipio de El Estor, departamento de Izabal y en el municipio de Panzos, del departamento de Alta Verapaz.

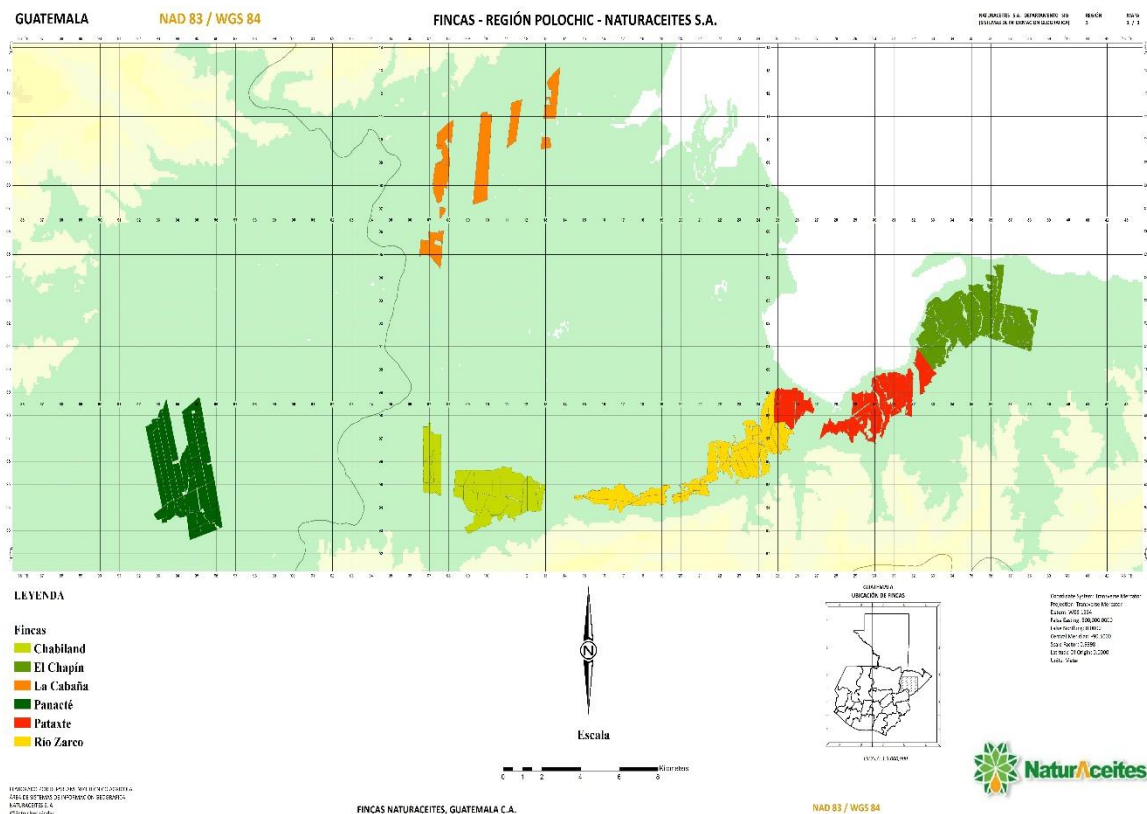


Figura 1: Mapa de ubicación de las fincas de Naturaceites.

Fuente: (Naturaceites, Departamento Técnico Agrícola, 2014)

### **1.2.1 Vías de acceso a finca Panacté**

La carretera que conduce hacia finca Panacté, es la CA-9 carretera a Izabal, desviándose a la izquierda en el kilómetro 218 a la finca Trincheras, camino que conduce a la aldea Playa Dorada. Luego se desvía a la izquierda durante 77 kilómetros de terracería, hacia la finca Panacté, pasando por la finca el Chapín, Pataxte, Río Zarco, Chabiland, Sejú, terminando en Panacté.

### **1.2.2 Precipitación en finca Panacté**

La precipitación pluvial varía entre 2000 a 3000 mm anuales. Según datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la finca Panacté.

### **1.2.3 Temperatura y velocidad del viento en finca Panacté**

La temperatura mínima anual de la finca es 12°C y la máxima anual es 39°C. La velocidad del viento es 2.0 km/h. según datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en finca Panacté.

### **1.2.4 Zona de vida finca Panacté**

Según De La Cruz en sistema de Zonas de Vida de Holdridge de la República de Guatemala, En la clasificación de zonas de vida Holdridge, la finca Panacté está ubicada en la zona de vida bmh- S(c) como Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido). (De la Cruz (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), 1982)

### **1.2.5 Clima predominante en finca Panacté**

El clima de la región de Panacté, es cálido y húmedo, las lluvias se dan durante los doce meses del año, siendo el mes de marzo el menos lluvioso con precipitación acumulada promedio mensual de 30 mm y el mes de julio el mes más lluvioso con precipitación

acumulada promedio mensual de 528 mm. Estos datos han sido obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la finca Panacté.

### **1.2.6 Uso actual de la tierra de la finca Panacté**

El uso de la tierra de la finca Panacté actualmente es para la producción del cultivo de palma aceitera, cubriendo una superficie cultivada para 1,249 hectáreas.



## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

- Conocer la situación actual del vivero de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) de la empresa Naturaceites ubicado en la finca Saquijá, en el Departamento de Panzos, Alta Verapaz.

### 1.3.2 Específicos

- Conocer el manejo agronómico que se realiza en el vivero de palma aceitera.
- Identificar los principales problemas agronómicos que estén presentes en las plantas del vivero de palma aceitera.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Recopilación de información general**

Por medio de la fase de gabinete se recopiló información del cultivo de palma aceitera por medio de fuentes primarias (entrevista al administrador de finca Panacté y al supervisor de mantenimiento de finca Panacté) y fuentes secundarias (documentos, libros, archivos de la empresa) esto con el propósito de obtener conocimientos introductorios del cultivo.

### **1.4.2 Recopilación de información del vivero en campo**

La fase de campo consistió en el reconocimiento del área del vivero se hizo por medio de observación y se obtuvo información del manejo agronómico que se estaba realizando en el vivero por medio de fuentes primarias (entrevista al administrador de la finca Panacté y caporal de vivero).

Se recolectó información sobre las actividades diarias, área total de vivero, aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes, cantidad de plantas totales, variedades presentes, porcentaje de pérdida de plantas en vivero, riego, características de plantas de descarte, equipo utilizado en vivero.

### **1.4.3 Análisis de la información**

Con la información recopilada de la fase de gabinete y de campo se procedió a ordenar y analizar la misma, esto con el propósito de presentar en los resultados de este diagnóstico las generalidades y los principales problemas que se observaron en el vivero.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Organigrama de jerarquía del vivero

La figura 2 se observa organigrama donde se presenta el orden jerárquico de las personas responsables del vivero ubicado en la finca Saquijá.

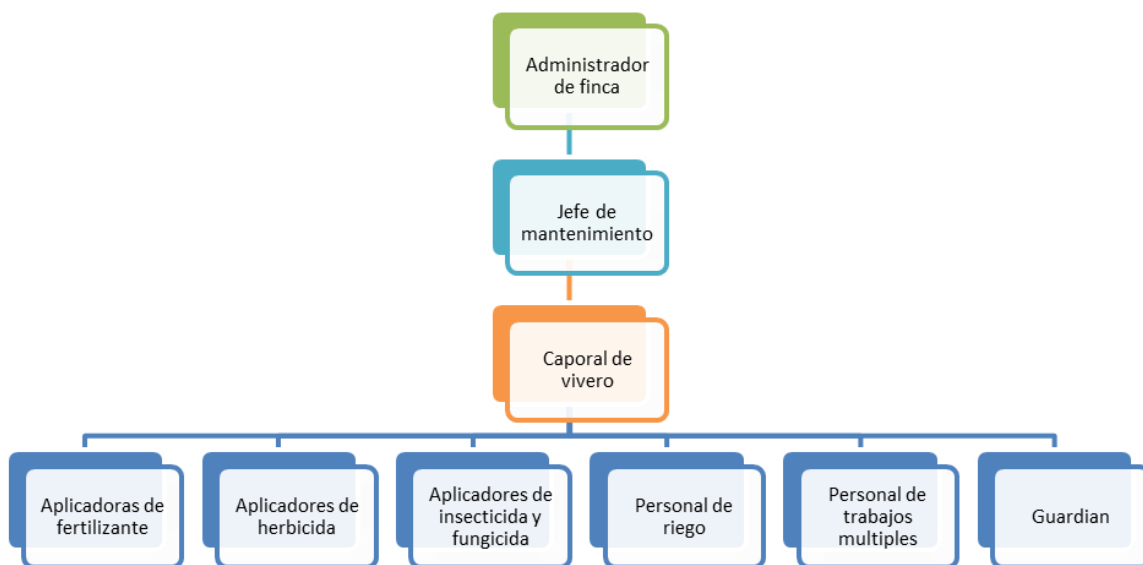


Figura 2: Organigrama del vivero Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

### 1.5.2 Recurso humano en vivero:

El vivero cuenta con 33 colaboradores de campo, los cuales tienen diferentes actividades dentro del mismo.

**Caporal de vivero:** encargado de delegar todas las funciones que se realizan cada trabajador en el vivero diariamente.

**Aplicadores de fertilizante:** es personal encargado de aplicar fertilizante granulado a las plantas de palma aceitera, dicha actividad es realizado por mujeres debido a que son más dedicadas y cuidadosas para la aplicación.

**Aplicadores de herbicida:** es el personal encargado de realizar las aplicaciones de herbicidas dentro del área del vivero, para tener controladas las malezas dentro del cultivo.

**Aplicadores de agroquímicos:** es el personal encargado de realizar las aplicaciones de insecticidas y fungicida a las plantas de vivero.

**Personal de riego:** es el personal que tiene a cargo el regar diariamente el vivero, así mismo tienen la responsabilidad de cuidar y mantener en buen estado la tubería y bomba de riego.

**Personal de trabajos múltiples:** son los colaboradores que realizan actividades múltiples en el vivero, como chapeo, desmalezado en platos del vivero, descartes de palmas o se le asignan actividades que sean requeridas en el momento.

**Guardián:** es la persona que es responsable de cuidar durante la tarde-noche la bodega, el equipo de riego y las plantas del vivero, también realiza rondas nocturnas dentro del vivero para evitar el paso de ganado dentro del vivero

### 1.5.3 Generalidades del vivero

La información general del vivero Saquijá se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1: Información general de vivero Saquijá

DATOS GENERALES	
Cultivo	Palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq)
Área total	10 Ha = 100,000 m <sup>2</sup>
No total de plantas	67,939 plantas
Variedades	Deli x Nigeria
	Deli x Ghana
Tipo de riego	Aspersión por cañones
Requerimiento de agua	10 mm de agua/día
Distanciamiento de siembra	1 metro x 0.86 metros

Fuente: (Autor, 2012)

El vivero cuenta con 63,988 plantas de la variedad Deli x Nigeria y 3,951 plantas de la variedad Deli x Ghana, haciendo un total de 67,939 palmas presentes en el vivero.

El área total del vivero se encuentra dividida por gavetas, dichas gavetas son parcelas que varían en tamaño y cantidad de plantas. Las mismas están compuestas por palmas que tienen la misma fecha de siembra y están divididas por calles que miden aproximadamente 4 metros de ancho.



Figura 3: Distribución de gavetas en vivero de finca Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 2: Fechas de siembra de plantas de vivero Saquijá

Gaveta	Variedad	Fecha de siembra
G1	Deli X Nigeria	15 al 21/08/2011
G2	Deli X Nigeria	15 al 21/08/2011
G3	Deli X Nigeria	15 al 21/08/2011
G4	Deli X Nigeria	31/08 al 2/09/2011
G5	Deli X Nigeria	31/08 al 2/09/2012
G6	Deli X Nigeria	31/08 al 2/09/2013
G7	Deli x Nigeria	23 al 28/09/2011
G8	Deli X Nigeria	23 al 28/09/2011
G9	Deli X Nigeria	23 al 28/09/2011
G10	Deli X Nigeria	23 al 28/09/2011
G11	Deli X Ghana	12 al 25/10/2011
G12	Deli X Ghana	12 al 25/10/2011

Fuente: (Autor, 2012)



Figura 4: Fotografía de vivero Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

#### **1.5.4 Problemas detectados en el vivero**

##### **A. Quemadura de fertilizante**

Se observó plantas con daño de quemadura en las hojas, dichas quemaduras fueron causadas por aplicación de fertilizante químico Nitrato de Amonio, la quemadura se da cuando el personal responsable de la actividad no aplica la dosis correcta de fertilizante (aplicando más fertilizante de lo recomendado).

Otro tipo de quemadura en las hojas causada por fertilizante puede ocurrir cuando los aplicadores se limpian las manos con las hojas de las plantas, por el roce que tienen las cubetas con las que llevan el fertilizante o al caerle directamente el fertilizante a las hojas de las plantas. En la figura 5 se muestra el daño por quemadura de fertilizante en palma de vivero.



Figura 5: Daño causado por quemadura de fertilizante en palma aceitera

Fuente: (Autor, 2012)

### B. Daño ocasionado por ácaros

En la fase de campo se logró observar la incidencia de ácaros rojos en el envés de las hojas de palma del vivero. El daño ocasionado por ácaros se observan como manchas anaranjadas-cobrizas en el follaje, el daño puede observarse en la figura 6. La población de esta plaga se dispara en la época de verano.



Figura 6: Daño de ácaros en hoja de palma de aceite en etapa de vivero

Fuente: (Autor, 2012)



### C. Plaga de cochinilla

En la fase de campo se observó poblaciones de cochinillas en plantas de vivero, la plaga se encontró en el 70% de las plantas del vivero. Existe variación en la cantidad de individuos de la población de cochinillas por planta, estando los rangos que van de 1 a 221 cochinillas por palma, la media es de 29 cochinillas/planta, en la figura 7 se observan la presencia de cochinillas en el envés de las hojas de palma en vivero.



Figura 7: Presencia de cochinilla en el envés de hojas bajas de palma de aceite en etapa de vivero.

Fuente: (Autor, 2012)

El 78% de las cochinillas presentes en las palmas, se encontraron en las hojas bajas (hojas lanceoladas), y el 22% se encontraron en las hojas jóvenes (hojas bifurcadas, palmeadas y flecha). En la figura 7 se observan las cochinillas en el envés de las hojas bajas y en la figura 8 se observan las cochinillas en las hojas jóvenes de las palmas de vivero.



Figura 8: Cochinillas en hojas jóvenes de palma africana en vivero

Fuente: (Autor, 2012)

## **1.6 CONCLUSIONES**

- Actualmente el manejo agronómico del vivero, está establecido por la empresa Naturaceites, entre los cuales se encuentra, el programa de fertilización, sanidad vegetal, riego y control de malezas, los mismos actualmente están sometidos a evaluaciones de control de calidad, esto para garantizar la calidad de las plantas.
- Entre los principales problemas identificados en el vivero están las quemaduras de fertilizante, daños ocasionados por plagas de ácaros y cochinillas.

## **1.7 RECOMENDACIONES**

- Capacitar y monitorear constantemente al personal encargado de aplicar fertilizantes granulados en el vivero, para evitar las quemaduras de las plantas.
- Buscar alternativas para la fertilización donde se minimice el daño ocasionado por quemadura de fertilizante, considerando la aplicación de fertilizantes de liberación lenta o aplicación de fertilizantes hidrosolubles para plantas vivero.
- Monitorear constantemente las densidades de las poblaciones de ácaros y cochinillas en vivero, para tener las poblaciones por debajo del umbral de daño económico.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S, JR De la. (1982). *Mapa de zonas de vida de Holdridge república de Guatemala*. Recuperado el 20 de 4 de 2012, de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación: <http://www.sigmaga.com.gt/imagenes/mapas/vegetacion/zonas-de-vida.pdf>
2. GREPALMA. (2012). *La palma de aceite en Guatemala*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de Gremial de Palmicultores de Guatemala: [http://www.grepalma.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=12&lang=es](http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=12&lang=es)
3. Muralles, A. (2011). *Evaluación del efecto bioestimulante y nutricional de Global Organic® con diferentes frecuencias de aplicación sobre el rendimiento del cultivo de palma africana (Elaeis guineensis Jacq) servicios prestados en finca Sejú, El Estor, Izabal. (Tesis In. Agr.)*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía.
4. Naturaceites. (2015). *Historia Naturaceties* . Recuperado el 07 de 03 de 2015, de Naturaceites, S.A.: <http://www.naturaceites.com/historia>
5. Sandoval, A. (2011). *Paquete tecnológico palma de aceite (Elaeis guinnensis Jacq.)* . México: Programa Estratégico para el Desarrollo Social Sustentable de la Región Sur - Sureste de México.



**2 CAPÍTULO II**  
**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VIABILIDAD DE POLEN EN LA FORMACIÓN**  
**DE FRUTOS EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN FINCA**  
**PANACTÉ, PANZOS, ALTA VERAPAZ.**



## 2.1 PRESENTACIÓN

La palma aceitera es un cultivo oleaginoso originaria de África Occidental, actualmente es la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soya, siendo este un cultivo eficiente ya que produce más aceite por hectárea que los demás cultivos oleaginosos.

La palma aceitera produce dos tipos de aceites, el aceite obtenido del mesocarpio de los frutos, que se utiliza para la elaboración de grasas y mantecas para alimentación humana y el aceite de la almendra de palma (palmiste), que se utiliza para la elaboración de jabones, alimentación humana, entre otros.

La productividad de la palma aceitera está relacionada con la producción de racimos y formación de frutos normales (frutos polinizados), ya que del mesocarpio de los frutos se extrae aceite rojo y de la almendra de los frutos desarrollados se extrae el aceite de palmiste. La formación de frutos y su desarrollo son de importancia para la producción de aceite, está estrechamente relacionado con la polinización de las flores femeninas de las palmas. Cuando la polinización es deficiente las plantas pueden tener pudriciones, abortos y mala formación de racimos, lo cual se traduce en baja extracción de aceite.

Como resultado del diagnóstico que se realizó al inicio del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA, se determinó que en unas épocas del año los racimos de palma aceitera presentan problemas de abortos y baja formación de racimos. Dado que la finca Panacté no contaba con la información sobre los factores que influyen en la polinización, se hizo necesario conocer el efecto que tiene la viabilidad del polen, en el fenómeno de la polinización ya que inciden directamente en la formación y desarrollo del fruto en los diferentes materiales genéticos.

En la investigación se realizaron mediciones mensuales de viabilidad de polen de diferentes materiales genéticos, en varios proyectos de siembras, la viabilidad del polen se relacionó con el comportamiento de la cantidad de frutos normales y partenocápicos

durante los meses que se realizaron las lecturas de polen. En la investigación también se relacionó la viabilidad del polen con los factores ambientales.



## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco Conceptual

#### A. Importancia de la palma aceitera

La palma aceitera en el ámbito mundial, también conocida como palma africana, ha escalado para ser hoy la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soya, con la diferencia de que la soya sólo produce 350 kilogramos de aceite por ciclo, mientras que de la palma es posible obtener más de cuatro toneladas de aceite por hectárea al año. (Esquivéz, Paquete tecnológico palma de aceite (*Elaeis guinnensis* Jacq), 2011)

A diferencia de otros cultivos perennes, que inician su producción a los cuatro o más años, esta palma tropical inicia la producción a partir del segundo año de establecida en campo y continúa por más de veinticinco años. Una producción de racimos durante todo el año tiene un promedio de 1,500 frutos o corozo por racimo. Si se toma en cuenta el peso total del racimo, al menos el 20 por ciento de él, corresponde a aceite rojo comestible, semi-líquido, que se encuentra en la pulpa fibrosa que rodea a la semilla. (Esquivéz, Paquete tecnológico palma de aceite (*Elaeis guinnensis* Jacq), 2011)

El aceite de palma es de origen vegetal y se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma. El fruto es ligeramente rojo, al igual que el aceite embotellado sin refinar y es una rica fuente de vitaminas A y E. (Esquivéz, Paquete tecnológico palma de aceite (*Elaeis guinnensis* Jacq), 2011)

## B. Características botánicas

### a. Clasificación y descripción de la palma aceitera

La palma aceitera es una planta monocotiledónea, es monoica, es decir que en una misma planta se producen las inflorescencias masculinas y femeninas. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

La apariencia es la de un árbol, esbelto cuyo tallo llega a los 25 m de altura y está coronado por hojas largas y arqueadas. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Cuadro 3: Clasificación botánica

<b>Familia:</b>	Palmaceae
<b>Tribu:</b>	Coccoinae
<b>Género:</b>	Elaeis
<b>Especie:</b>	<u>Elaeis guineensis</u>

Autor: (Fairhurst & Härdter, 2003)

### b. Sistema radicular

En el género *Elaeis*, como es el caso de las monocotiledóneas, el sistema radicular es de forma fasciculada –crece formando haces- con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial en el ángulo de 45° respecto a la vertical, profundizando hasta unos 50 cm. En el suelo, su longitud varía desde 1 hasta más de 15 m y por consistencia y disposición aseguran el anclaje de la planta. Las raíces primarias casi no tienen capacidad de absorción. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Las raíces secundarias de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciaria (10 cm de longitud) y esta a su vez a las cuaternarias (no más de 5 mm). Estos dos últimos tipos de raíces son los que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Las raíces secundarias tienen la particularidad de crecer en su mayoría hacia arriba, con su carga de terciarias y cuaternarias, buscando el nivel próximo a la superficie del suelo, de donde la planta obtiene nutrientes. Este conocimiento es importante para la aplicación de los fertilizantes. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

### **c. El tallo**

El tallo o tronco de la palma aceitera se desarrolla en tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar la mayor parte del crecimiento horizontal del sistema radicular. Luego de sembrada la palma en campo definitivo se inicia la formación de un órgano voluminoso en la base del tallo que es el bulbo, que origina el ensanchamiento en la base del tronco y sirve de asiento a la columna del tallo. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Al otro extremo del bulbo, en el ápice del tallo se encuentra la yema vegetativa o meristemo apical, que es el punto de crecimiento del tallo, de forma cónica enclavada en la corona de la planta, tejido por el tejido tierno de las hojas jóvenes que emergen de él en número de 45 a 50. Las bases de inserción de los peciolo que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico; al morir éstas, caen dejando al tallo desnudo con un color oscuro, liso y adelgazado, por lo que puede apreciarse en plantas muy viejas. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

#### **d. Las Hojas**

En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros y un peso de 5 a 8 kilos cada una. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Aparenta ser una hoja compuesta, aunque en realidad es una hoja pinnada, (con foliolos dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo) y consta de dos partes: el raquis y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de foliolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1.2 m). Esta irregular disposición de los foliolos marca una de las características distintivas de la especie *Elaeis guineensis*. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

#### **e. Inflorescencias masculina y femenina**

Las flores se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

En la palma aceitera las flores masculinas y femeninas, no obstante están en una misma planta, van colocadas en inflorescencias diferentes. A esta diferencia en espacio, se suma una diferencia en tiempo, ya que el polen está formado y dispuesto en tanto que el estigma no está apto para recibirlo porque no ha llegado a su madurez. Por esta característica la palma aceitera es una planta proterandra. No son raras las anomalías florales que producen caso de hermafroditismo. (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

#### **f. Inflorescencia masculina**

La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas (con estambres, por ser masculinas), que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís. (Ruperto, Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005). En la figura 9, se muestra la inflorescencia masculina de palma aceitera.



Figura 9: Inflorescencia masculina de palma aceitera

Fuente: (Autor, 2012)

#### **g. Inflorescencia femenina**

Es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, lleva al 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 que es tricarpelar (con tres cavidades), conteniendo un óvulo cada una, dicho ovario esta coronado por un estigma trífido, cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. (Ruperto, Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005). En la figura 10, se muestra la inflorescencia femenina de palma aceitera en período de antesis



Figura 10: Inflorescencia femenina de palma aceitera.

Fuente: (Autor, 2012)

#### **h. Fruto**

Solo uno de los óvulos es fecundado, los otros tienden a desaparecer, el ovario al comienzo tiene un crecimiento rápido, para más adelante terminar su crecimiento y constituirse en una drupa que consta de un exocarpio o cascara, del mesocarpio o pulpa que es de donde se obtiene el aceite e interiormente de un endocarpio, que junto con la almendra constituyen la semilla. El fruto ya desarrollado adopta varias formas según su posición en el racimo y su coloración exterior varia de negro a rojo. Un racimo bien constituido sobrepasa los 25 kg y contiene gran cantidad de frutos de buena conformación (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005) . En la figura 11 se muestra un racimo de palma de aceite y en la figura 12, se muestra las partes del fruto de palma de aceite.



Figura 11: Racimo de palma aceitera

Fuente: Autor 2013



Figura 12: Fruto de palma aceitera

Fuente: (Ruperto, Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera, 2005)

Las características de los frutos son las siguientes: frutos normales (frutos internos y frutos externos) son aquellos que tienen forma un poco redonda, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y además tienen nuez en su interior. Los frutos partenocárpicos son aquellos que tienen forma ovalada, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y no tienen nuez en su interior. Los frutos abortados son aquellos que tienen forma ovalada, color blanco (solo contienen agua en su pulpa) y no tienen nuez en su interior (Chávez, 2010). En la figura 13, se muestra la forma de los frutos que se encuentran en los racimos de palma aceitera.



Figura 13: Clasificación de frutos de palma aceitera.

Fuente: (Autor, 2013)

### **C. Factores climáticos que requiere la palma aceitera**

En cuanto a temperatura, la palma aceitera se ubica en aquellas zonas que presentan medias mensuales oscilantes entre 26 y 28°, siempre que las medias mínimas mensuales sean superiores a 21°C, temperaturas inferiores a 17°C por varios días promueven una reducción en el desarrollo de la planta. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

Las condiciones favorables de precipitación para esta especie están determinadas por la cantidad y distribución de las lluvias. Las zonas se ubican en rangos oscilantes entre 1800 y 2300 mm al año. Sin embargo, se puede presentar el caso de regiones con precipitaciones superiores a los 2300 mm; pero con largas épocas de sequía, razón por la cual los rendimientos no se corresponden con el régimen hídrico de la zona. Si los otros factores ecológicos (suelo, temperatura e insolación) son limitantes, se puede recurrir al uso de riegos complementarios en la época seca y construcción de drenajes adecuados, para precipitación, se estima que una disponibilidad de 125 mm por mes, son suficientes para lograr las máximas producciones; esto indicaría, que zonas con 1500 mm de lluvia al año, regularmente distribuidas, son deseables para el cultivo de la palma aceitera. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

Esta especie se identifica como planta heliófila, por sus altos requerimientos de luz. La cantidad de horas luz-año, para lograr altas producciones se requieren más de 1500 horas luz-año, pero también es muy importante la distribución de las mismas; por esta razón, zonas que presentan promedios mensuales superiores a las 125 horas-luz, son adecuadas para el cultivo. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

La insolación, expresada en cantidad y distribución de horas-luz, afecta además la emisión de las inflorescencias, la fotosíntesis, la maduración de los racimos y el contenido de aceite en el mesocarpio. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)



En cuanto a la humedad relativa adecuada para este cultivo, la información existente lo ubica en aquellas zonas con promedio mensual superior a 75%. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

#### **D. Factores edáficos requeridos por la palma aceitera**

Para el establecimiento del cultivo de palma aceitera, se deben conocer previamente los siguientes aspectos de los suelos: topografía, características físico-químicas y profundidad de los mismos.

Los suelos ideales para este cultivo son, tierras planas o ligeramente onduladas, con pendientes no mayores al 2%, evitando zonas que permanezcan inundadas durante largos períodos del año. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

El suelo para palma debe ser bien estructurado en los primeros 100 cm, sin formar un horizonte excesivamente coherente, ya que su sistema radical es sensible a la cohesión del suelo, desarrollándose adecuadamente en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permita además de un buen desarrollo radical, soportar períodos cortos de sequía, sin que la palma disminuya su producción. (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

Las mejores respuestas se han logrado en suelos ricos en materia orgánica y equilibrada en sus contenidos de macro y micro elementos. Los requerimientos de los mismos son variables con la edad de la planta. La palma tolera condiciones de alta acidez, pero los mayores rendimientos, se han logrado en suelos ligeramente ácidos (pH = 5.5 - 6.5). (Salas, La palma aceitera africana (*Eleais guineensis* J.), s.f)

#### **E. La polinización en palma aceitera**

Jagoe (1934), citado por Hartley (1986), contó los granos de polen que caían en portaobjetos de microscopio colocados en plantaciones maduras. En un área en donde se

observaron inflorescencias masculinas a 8.5 m (28 pies) y 15.2m (50 pies) de los portaobjetos se registró solamente un promedio de 1 grano por pulgada cuadrada (6.45 cm<sup>2</sup> por hora), siendo esto el equivalente a 94 granos por pulgada cuadrada en el periodo de 3 días en que una inflorescencia femenina es receptiva. En otras áreas se registraron tasas de deposición de 109 a 167 granos por pulgada cuadrada por 3 días y se consideraron suficientes para la polinización. En estos casos se observó la presencia de inflorescencias masculinas en números razonables (7 a 13/ha). Se concluyó que en estas condiciones y donde las palmas estaban expuestas a los vientos dominantes, el polen transportado por el viento podría ser suficiente para una polinización óptima. (Torres, Evaluación de la influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos en el híbrido Cirad de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Quinindé. Santo Domingo de los Colorados, 2006)

Hartley, (1986) citando a Gray (1969) exponen que en términos generales se cree que una producción de menos de 25 inflorescencias masculinas mensuales por hectárea puede considerarse peligrosamente baja, mientras que tres veces ese número (75) debería ser adecuada, sin embargo se ha determinado un rango diario mínimo de 5 inflorescencias masculinas en antesis/ha. (Torres, Evaluación de la influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos en el híbrido Cirad de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Quinindé. Santo Domingo de los Colorados, 2006)

La producción de inflorescencias masculinas está muy influida por la edad, material de plantación, densidad, ablación, poda y por la misma polinización asistida. (Gray, The requirement for assisted pollination in oil palm, 1969)

## **F. Agentes polinizadores**

La polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeidobius*. El *Elaeidobius kamerunicus* (Figura 14), fue identificado como el insecto polinizador más eficaz de la palma aceitera. Las especies

de *Elaeidobius* son altamente específicas en cuanto al huésped en que pueden completar su ciclo de vida. *E. kamerunicus* depende en forma total de las inflorescencias masculinas de *E. guineensis* para su sobrevivencia como especie. (Lambarca, Portillo, & Navarez, 2007)



Figura 14: *Elaeidobius kamerunicus*.

Fuente: (Lambarca, Portillo, & Navarez, 2007)

*E. subvittatus* (Figura 15), es también muy específico pero puede sobrevivir asociado a *E. oleífera* y el adulto puede alimentarse por algún tiempo aún en flores de cocotero (*Cocusnucifera*), aunque aquí no puede completar su ciclo de vida. Según algunas investigaciones la especie *E. oleífera* permite la alimentación, oviposición y desarrollo de *E. kamerunicus*, pero los insectos son más pequeños y la tasa de reproducción es muy reducida. (Lambarca, Portillo, & Navarez, 2007)



Figura 15: *Elaeidobius subvittatus*.

Fuente: (Lambarca, Portillo, & Navarez, 2007)

## **G. Componentes del racimo de palma aceitera**

Con el propósito de uniformizar conceptos para la realización de los análisis de racimos, se presenta a continuación una descripción general de los componentes más importantes del racimo de palma aceitera. (CENIPALMA, 2006)

- Pedúnculo: eje central del racimo donde van soportadas las espigas del fruto.
- Espigas: soporte donde se encuentra adheridos los frutos y flores abortadas.
- Frutos: estos se pueden clasificar en frutos normales, (externos e internos), partenocárpicos y flores abortadas.
- Frutos externos: frutos ubicados en la parte apical de la espiga de coloración rojiza e intensa. Normalmente corresponden a las 3 o 4 últimas capas de frutos en las espigas.
- Frutos internos: frutos ubicados hacia la parte basal de la espiga y de coloración más amarilla.
- Frutos partenocárpicos: frutos de apariencia normal ligeramente alargados y de bajo peso (menor a 4 gramos) que pueden poseer coloración amarilla o rojiza y que no contienen semilla.
- Flores abortadas: flores no fecundadas de color amarillo claro. (CENIPALMA, 2006)

## 2.3 MARCO REFERENCIAL

### 2.3.1 Ubicación de finca Panacté

El estudio se realizó en finca Panacté, la cual se encuentra ubicada en el Valle del Polochic, municipio de Panzós, departamento de Alta Verapaz. En la figura 16 se muestra el mapa de la finca Panacté.

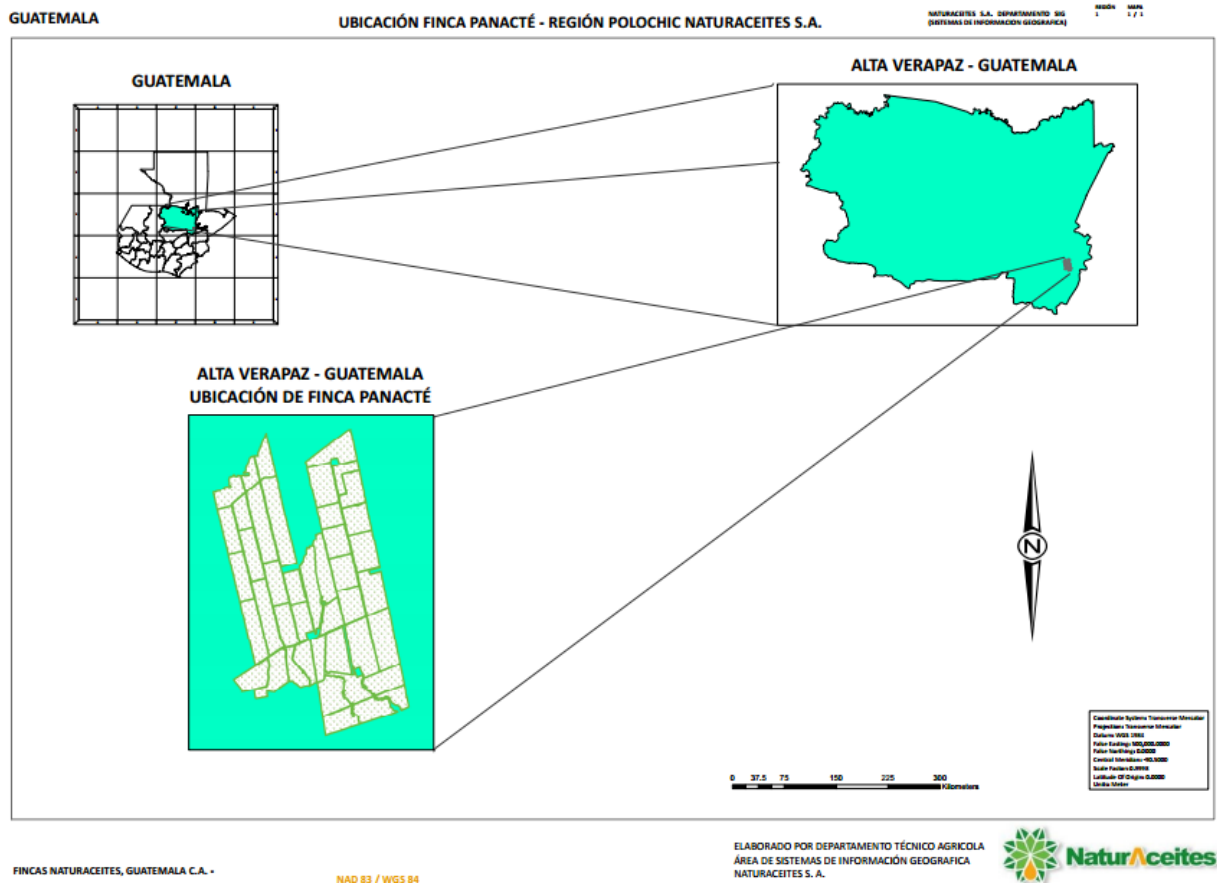


Figura 16: Mapa de finca Panacté.

Fuente: (Naturaceites, Departamento Técnico Agrícola, 2014)

### **A. Vías de acceso a finca Panacté**

La carretera que conduce hacia finca Panacté, es la CA-9 carretera a Izabal, desviándose a la izquierda en el kilómetro 218 a la finca Trincheras, camino que conduce a la aldea Playa Dorada. Luego se desvía a la izquierda durante 77 kilómetros de terracería, hacia la finca Panacté, pasando por la finca el Chapín, Pataxte, Río Zarco, Chabiland, Sejú, terminando en Panacté.

### **B. Precipitación en finca Panacté**

La precipitación pluvial varía entre 2000 a 3000 mm anuales. Según datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la finca Panacté.

### **C. Temperatura y velocidad del viento en finca Panacté**

La temperatura mínima anual de la finca es 12°C y la máxima anual es 39°C. La velocidad del viento es 2.0 km/h. según datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en finca Panacté.

### **D. Zona de vida finca Panacté**

Según el mapa de zonas de vida de Holdridge de la República de Guatemala, En la clasificación de zonas de vida Holdridge, la finca Panacté está ubicada en la zona de vida bmh- S(c) como Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido). (De la Cruz (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), 1982)

### **E. Clima predominante en finca Panacté**

El clima de la región de Panacté, es cálido y húmedo, las lluvias se dan durante los doce meses del año, siendo el mes de marzo el menos lluvioso con precipitación acumulada promedio mensual de 30 mm y el mes de julio el mes más lluvioso con precipitación acumulada promedio mensual de 528 mm. Estos datos han sido obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la finca Panacté.

### **F. Uso actual de la tierra de la finca Panacté**

El uso de la tierra de la finca Panacté actualmente es para la producción del cultivo de palma aceitera, cubriendo una superficie cultivada para 1,249 hectáreas.

### **G. Materiales genéticos de palma aceitera, que se encuentran en la plantación de finca Panacté**

#### **a. Variedades compactas de palma aceitera**

Para aumentar la producción y tener un uso óptimo de la tierra se están utilizando mayores densidades de las plantaciones por hectárea, las variedades con hojas y troncos cortos permiten aumentar la productividad, ya que pueden ser sembradas a mayor densidad (160 o más palmas/ha en comparación con la densidad estándar de 143 palmas/ha) que son utilizadas en las variedades tradicionales de hojas largas como Deli x AVROS o Deli x Ekona. (ASD Costa Rica, s.f.)

Las variedades compactas actuales pueden originarse a partir de dos vías: madres compactas con padres guineensis (poblaciones Ghana y Nigeria) y madres guineensis (Deli dura) con padres compactos, pero la diversidad de las poblaciones compactas permite explotar otras alternativas como progenitores. (ASD Costa Rica, s.f.)

Los progenitores compactos más recientes (poblaciones sembradas en el 2008) tienen una baja tasa de incremento en altura del tronco (35 - 40 cm/año), hojas cortas (< 6 m) y alto aceite en el racimo (25 - 32% en téneras y 18 - 25% en duras). (ASD Costa Rica, s.f.)

### b. Compacta x Ghana (Variedad Compacta para Alta Densidad)

La variedad Compacta x Ghana se origina del cruzamiento de palmas madres compactas (duras), originadas del retrocruzamiento sucesivo de un híbrido natural *E. oleífera* x *E. guineensis* con *E. guineensis*, con líneas paternas Calabar, originarias de Nigeria e introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana. Las palmas de esta variedad se caracterizan por tener hojas y tronco considerablemente más cortos que las variedades *E. guineensis*, por lo que se les puede sembrar a 170 palmas por hectárea. En la figura 17, se muestran las características de la variedad Compacta x Ghana. (ASD Costa Rica, s.f.)

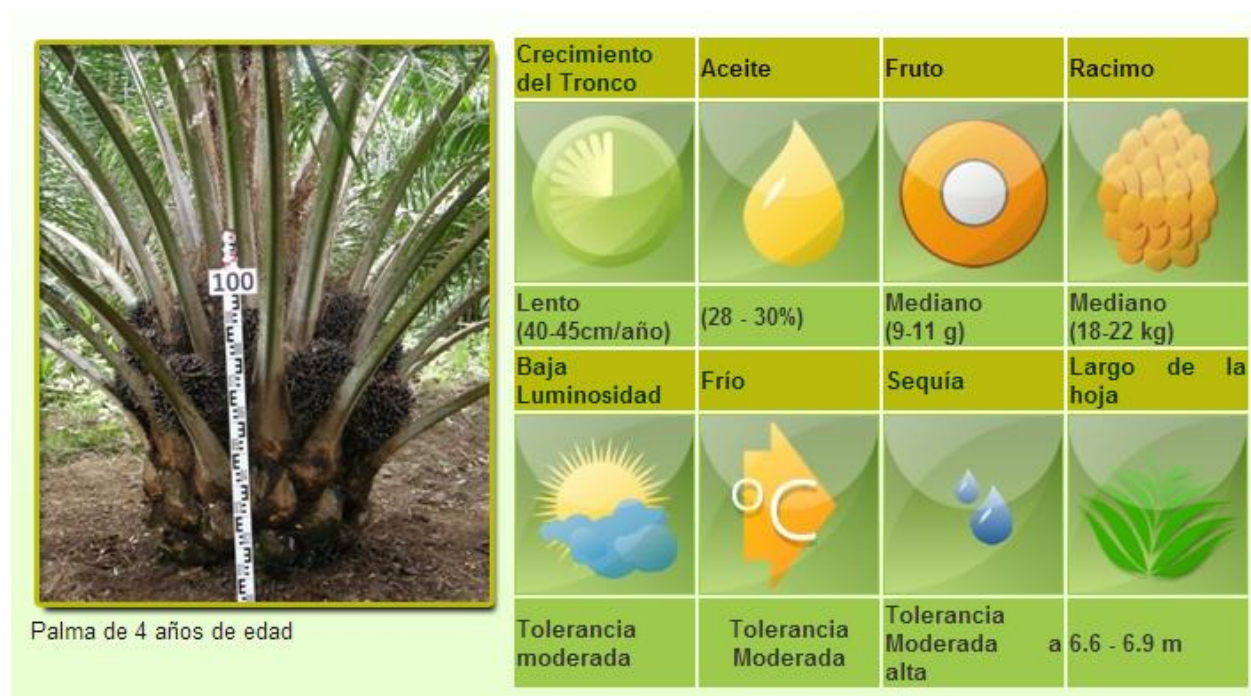


Figura 17: Características de variedad Compacta X Ghana

Fuente: (ASD Costa Rica, s.f.)



### c. Compacta x Nigeria (Variedad Compacta de Alta Densidad)

La variedad Compacta x Nigeria proviene del cruzamiento de palmas madres compactas (duras), originadas del retrocruzamiento sucesivo de un híbrido natural *E. oleifera* x *E. guineensis* de características excepcionales hacia líneas *E. guineensis*, con líneas paternas (pisífera), originarias de materiales introducidos de la Estación Experimental de Kade, Ghana, las cuales fueron desarrolladas por NIFOR de Nigeria. Las palmas de esta variedad se caracterizan por tener hojas y tronco considerablemente más cortos que las variedades *E. guineensis*, por lo que se les puede sembrar a 170 palmas por hectárea. Otra característica distintiva de estas palmas es que producen tanto racimos virescens como nigrescens. En la figura 18, se muestra las características de variedad Compacta x Nigeria. (ASD Costa Rica, s.f.)



Figura 18: Características de variedad Compacta X Nigeria

Fuente: (ASD Costa Rica, s.f.)

#### d. Deli x La Mé (Variedad Estándar)

Las líneas masculinas La Mé fueron originadas en Costa de Marfil por el antiguo IRHO. Varias de estas líneas, incluyendo palmas derivadas de la famosa L2T fueron introducidas a Costa Rica en 1980. La variedad Deli x La Mé tiene un crecimiento vertical de moderado a lento, pero sus hojas son de longitud normal por lo que se recomienda sembrarla a 143 palmas por hectárea. Esta variedad produce numerosos racimos pequeños (< 18 kg), con un contenido de aceite moderado (< 28%) y sus frutos son también pequeños. Deli x La Mé se destaca por su buena tolerancia a la sequía, y en Costa Rica y Nicaragua ha mostrado una baja incidencia de enfermedades que causan pudriciones del cogollo. En la figura 19, se muestran las características de variedad Deli x La mé (ASD Costa Rica, s.f.)



Figura 19: Características de variedad Deli X Lamé

Fuente: (ASD Costa Rica, s.f.)

### e. Deli x Ghana (Variedad de alta densidad)

Las líneas paternas (pisífera) de la variedad Deli x Ghana, también conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR) y fueron introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977. Deli x Ghana, de crecimiento vertical moderado, produce racimos grandes (> 22 kg), cuyo contenido de aceite es alto (28-30%) y sus frutos son medianos y bien formados. Además, se destaca por tener hojas cortas, característica que permite plantarla a 160 palmas por hectárea. Otra ventaja de Deli x Ghana es que se desempeña muy bien en ambientes variados, incluyendo zonas con baja luminosidad y tierras altas (hasta 1,000 msnm). En la figura 20, se muestran las características de la variedad Deli x Ghana. (ASD Costa Rica, s.f.)



Figura 20: Características de variedad Deli X Ghana

Fuente: (ASD Costa Rica, s.f.)

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

Las líneas paternas (pisífera) de la variedad Deli x Nigeria, fueron desarrolladas en Nigeria por el NIFOR (Nigerian Institute for Oil Palm Research), e introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977. El crecimiento vertical de la Deli x Nigeria es de moderado a lento y se siembra a la densidad normal de 143 palmas por hectárea. Sus racimos son grandes (> 22 kg), con un contenido de aceite alto (28-30%) y sus frutos medianos. Esta variedad produce dos tipos de color de racimo; virescens y nigrescens, aproximadamente 50% de cada uno. Los frutos virescens son color verde cuando inmaduros y anaranjado brillante cuando maduran; esta característica facilita la identificación de aquellos racimos con un grado óptimo de madurez durante la cosecha. La producción de racimos de fruta fresca de la Deli x Nigeria es extraordinariamente alta en condiciones óptimas de clima y suelos. En la figura 21 se muestra las características de la variedad Deli x Nigeria. (ASD Costa Rica, s.f.)



Figura 21: Características de variedad Deli X Nigeria

Fuente: (ASD Costa Rica, s.f.)

### **g. Coeficiente de correlación**

El coeficiente de correlación es un estadístico que proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables cualesquiera. Básicamente, esta información se refiere a dos características de la relación lineal: la dirección o sentido y la cercanía o fuerza. (Lahura, El coeficiente de correlacion y correlacion espureas, 2003)

Es importante notar que el uso del coeficiente de correlación sólo tiene sentido si la relación bivariada a analizar es del tipo lineal. Si ésta no fuera no lineal, el coeficiente de correlación sólo indicaría la ausencia de una relación lineal más no la ausencia de relación alguna. Debido a esto, muchas veces el coeficiente de correlación se define - de manera más general - como un instrumento estadístico que mide el grado de asociación lineal entre dos variables. (Lahura, El coeficiente de correlacion y correlacion espureas, 2003)

#### **2.3.2 Ubicación del estudio**

El estudio de la evaluación de la viabilidad de polen sobre la formación de frutos normales en palma aceitera se realizó en la finca Panacté, la cual se encuentra ubicada en el Valle del Polochic, municipio de Panzós, departamento de Alta Verapaz.

Los lotes de la finca Panacté en donde se realizó la investigación fueron los siguientes: 10604, 10607, 10612, 10613, 10614, 10621, 10630, 10631, 10634, 10637. Cada lote representa a una variedad y una fecha de siembra, en cada lote se realizó el análisis a plantas de tres centros fruteros específicos (cada centro frutero es una ubicación dentro de los lotes, están conformados por 6 hileras de palmas) que fueron escogidos al azar, dichas ubicaciones se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4: Ubicación de los lotes y centros fruteros analizados en el estudio exploratorio de viabilidad de polen sobre la formación de frutos normales en palma aceitera.

<b>LOTE</b>	<b>CENTRO FRUTERO</b>
10604	5, 23, 32,
10607	9, 30, 44
10612	9,16,25
10613	7,16,27
10614	1,3,15
10621	5,14,21
10630	2,6,10
10631	4,12,18,
10634	2,15,36
10637	13,19,29

Fuente: (Autor, 2012)

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 General**

Evaluar el efecto de la viabilidad del polen sobre la cantidad de frutos producidos por racimo en plantación de palma aceitera, de los materiales genéticos Deli X Ghana, Deli X Nigeria, Compacta X Nigeria, Compacta X Ekona, Compacta X Ghana, Deli X Lamé en un periodo de 6 meses, en la Finca Panacté de la empresa Naturaceites, ubicada en Panzós, Alta Verapaz.

### **2.4.2 Específicos**

- Determinar la viabilidad del polen de 6 materiales genéticos de palma aceitera en un periodo de 6 meses.
- Conocer la viabilidad del polen y relacionarla con la cantidad de frutos producidos por racimo en 6 materiales genéticos de palma aceitera.
- Relacionar el efecto de precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación solar sobre la viabilidad de polen.

## 2.5 HIPÓTESIS

La viabilidad del polen, tienen efecto en la formación de frutos normales en plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jack). A mayor viabilidad del polen, se tiene un mayor número de frutos normales por racimos.

Los factores ambientales tiene un efecto sobre la viabilidad del polen de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jack), al aumentar la precipitación, humedad, radiación solar, se reduce la viabilidad de polen.

## 2.6 METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología que se utilizó para evaluar el efecto de la viabilidad del polen sobre la cantidad de frutos producidos por racimo, en un periodo de 6 meses en los materiales genéticos Deli X Ghana, Deli X Nigeria, Compacta X Nigeria, Compacta X Ekona, Compacta X Ghana, Deli X La mé de palma aceitera. Dicha metodología constaba de tres fases. La primera fue donde se determinó la viabilidad de polen de palma aceitera, en la segunda se identificó inflorescencias femeninas en periodo de antesis y en la tercera fase se analizaron los racimos producidos.

### 2.6.1 Determinación de la viabilidad de polen de palma aceitera

Para la determinación del efecto de la viabilidad de polen la metodología se realizó en dos fases, una la recopilación de polen en el campo y la otra la prueba de viabilidad que se obtuvo del conteo de los granos de polen en el laboratorio.

### 2.6.2 Recolección del polen en el campo

Se recorrieron los lotes de todos los materiales genéticos de palma aceitera, Deli X Ghana, Deli X Nigeria, Compacta X Nigeria, Compacta X Ekona, Compacta X Ghana, Deli X La mé, los lotes fueron escogidos por edad y variedad.



Se identificaron las palmas de las cuales se extrajo el polen, las plantas fueron escogidas al azar. Se identificaron las inflorescencias masculinas en estado de antesis de 40% al 80% (abertura de flores). Luego se colocaron bolsas en las espigas de la parte baja y media de la inflorescencia, posteriormente se sacudieron las espigas para que cayera el polen dentro de la bolsa. En la figura 22 se muestra el cómo se realizó la recolección de polen en campo.



Figura 22: Recolección de polen de palma aceitera en campo.

Fuente: (Autor, 2012)

Luego se identificó cada muestra de polen, esto se realizó colocando el nombre de la finca, código del lote, número de centro frutero, variedad, fecha de recolección y número de muestra, posteriormente se llevaron las muestras al laboratorio para realizar las pruebas de viabilidad.

### **2.6.3 Prueba de viabilidad**

La prueba de viabilidad se realizó mediante el método de Turner y Gilbanks, en el laboratorio de la Finca Pataxte de la empresa Naturaceites. Dicha prueba se efectuó después de haber recolectado el polen en campo de las diferentes variedades de palma aceitera, Deli X Ghana, Deli X Nigeria, Compacta X Nigeria, Compacta X Ekona, Compacta X Ghana, Deli X La mé.

La preparación de medio de cultivo para determinar la viabilidad de polen en laboratorio, se realizó mezclando 100 ml de agua destilada en un Erlenmeyer, agregando 1.2 gr de agar y 16 gr de sacarosa (azúcar). En la figura 23, se muestra un Erlenmeyer con la mezcla de agua, agar y sacarosa.



Figura 23: Mezcla de agua, agar y sacarosa.

Fuente: (Autor, 2012)

Posteriormente se agitó la mezcla, luego se calentó en una estufa durante 15 minutos. Se colocaron 15 ml de medio de cultivo en cada una de las cajas Petri, las que se dejaron reposar por 15 minutos, hasta que el medio se enfrió y adquirió consistencia.

Después de tener los medios de cultivo para la germinación del polen se identificó las cajas Petri, posteriormente se espolvoreó el polen en el medio de cultivo, se tapó la caja Petri y se colocó en la incubadora a 35°C durante 2 horas. En la figura 24 se muestra la forma en que fue espolvoreado el polen de palma aceitera, en el medio de cultivo



Figura 24: Espolvoreado de polen de palma aceitera en medio de cultivo.

Fuente: (Autor, 2012)

Con ayuda de una aza se realizó un raspado de la muestra en las cajas de Petri, después de un periodo de incubación de dos horas, posteriormente los granos de polen se colocaron sobre un portaobjetos y luego se le colocó el cubreobjetos. En la figura 25 se muestra la forma en que se realizó el raspado de las muestras de polen de palma aceitera en las cajas Petri.

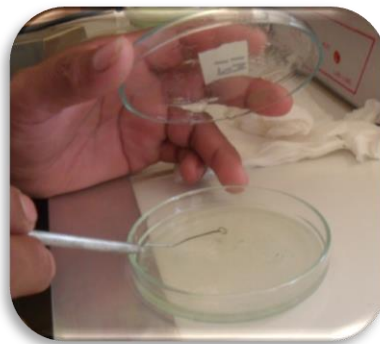


Figura 25: Raspado de la muestra de polen de palma aceitera en medio de cultivo.

Fuente: (Autor, 2012)

En el microscopio se contaron los granos de polen germinados y los no germinados a un aumento (40X). Luego se determinó el porcentaje de viabilidad mediante la siguiente formula; Porcentaje de Germinación=  $(\text{Granos germinados} / \text{Granos totales}) * 100$ .

Los granos de polen germinados se determinaron mediante la observación del tubo polínico. En la figura 26 se observa el tubo polínico de un grano de polen de palma aceitera.



Figura 26: Grano de polen germinado.

Fuente: (Autor, 2012)

#### 2.6.4 Identificación de inflorescencias femeninas y recolección de racimos para el análisis de racimos

La identificación de inflorescencias femeninas se realizó para conocer el desarrollo de los frutos, derivado de la polinización que ocurrió en el tiempo en que se realizó la evaluación de la viabilidad del polen.

Cuando se obtuvo el polen, se identificaron inflorescencias femeninas en periodo de antesis, colocando el mes en que la misma estaba en antesis, esto se realizó con ayuda de un marcador permanente, posteriormente se anotó en un formato la ubicación de las inflorescencias.

Después de 5 a 5.5 meses de que se identificaron las inflorescencias femeninas, las mismas ya constituidas en racimos se cosecharon y a cada racimo, se le colocó una etiqueta identificando la procedencia (ubicación lote) y posteriormente se enviaron al laboratorio agrícola de finca Pataxte, de la empresa Naturaceites.

### 2.6.5 Análisis de racimos

El análisis de racimos se realizó en el laboratorio de finca Pataxte y consistió en determinar el número de frutos normales, partenocárpicos y abortados en cada racimo.

El análisis de racimos se inició pesando el racimo, luego se contaron los frutos sueltos (desprendidos del racimo), posteriormente los racimos fueron desespigados (se cortaron las espigas del pedúnculo). En la figura 27, se observa el desespigado de los racimos.



Figura 27: Desespigado de racimos.

Fuente: (Autor, 2013)

Luego de desespigar los racimos se separaron y se pesaron los pedúnculos y las espigas con fruto para cada racimo.

Si el peso del racimo era superior a 5 kilogramos, se hicieron dos cuarteos, (se distribuyen todas las espigas y se dividió en cuatro partes iguales), dos extremos fueron eliminados y los otros dos (en forma de cruz), se mezclaron de nuevo para realizar el segundo cuarteo. Se dividió de nuevo esta muestra en cuatro partes iguales y dos de ellas (en cruz) fueron eliminadas y las otras dos constituyeron la muestra de trabajo que se evaluó. Si el peso del racimo era inferior a 5 kilogramos, se evaluó todo el racimo. (Chavez, 2010). En la figura 28 se muestra la separación de espigas.



Figura 28: Separación de espigas.

Fuente: (Autor, 2013)

Luego de desprender todas las espigas se pesó el pedúnculo, después de hacer la selección de espigas como se observa en la figura 28, se contaron y se pesaron las espigas seleccionadas. Posteriormente con ayuda de un cuchillo, se desprendieron y removieron cuidadosamente todos los frutos que estaban adheridos a las espigas como se observa en la figura 29. A los frutos después de quitarle las espigas y brácteas, se separaron en frutos normales (frutos internos y frutos externos), frutos partenocárpicos y abortados.



Figura 29: Desprendimiento de los frutos adheridos a las espigas.

Fuente: (Autor, 2013)

Luego de clasificar los frutos del racimo en frutos normales (internos y externos), partenocárpicos y abortados, posteriormente se contaron cada uno de los frutos

encontrados, luego se pesaron, y se tomaron los registros de datos, luego el siguiente paso consistió en realizar el análisis de información.

### 2.6.6 Lecturas de variable climáticas

Los datos de las variables climáticas, precipitación pluvial, humedad relativa, radiación solar y temperatura fueron obtenidos de la estación meteorológica de la empresa Naturaceites, ubicada en la finca Panacté.

### 2.6.7 Descripción de los lotes

La evaluación de viabilidad de polen se realizó a varios lotes, cada uno representó una variedad y proyecto diferente, en el cuadro 5, se muestra la descripción y ubicación de los lotes 10604, 10607, 10612, 10613, 10614, 10621, 10630, 10631, 10634, 10637, el material genético, el proyecto de siembra y los centros fruteros evaluados.

Cuadro 5: Lotes considerados en el estudio de viabilidad de polen sobre la formación de frutos normales en palma aceitera

Lote	Material	Proyecto siembra	CF
10604	Deli x Ghana	2005	5, 23, 32,
10607	Deli x Nigeria	2005	9, 30, 44
10612	Compacta x Nigeria	2005	9,16,25
10613	Compacta x Ekona	2005	7,16,27
10614	Compacta x Ghana	2005	1,3,15
10621	Deli x La mé	2007	5,14,21
10630	Deli x Ghana	2007	2,6,10
10631	Deli x Nigeria	2007	4,12,18,
10634	Deli x Ghana	2008	2,15,36
10637	Deli x Nigeria	2008	13,19,29

Fuente: (Autor, 2012)

Dónde:

Lote= Número de lote donde se obtuvieron las muestras para la investigación.

Material genético= Material genético que se evaluó

Proyecto siembra= Es la fecha de siembra de las palmas del lote.

CF= Centro fruteros (cada centro frutero es una ubicación dentro de los lotes están conformados por 6 hileras de palmas)

### **2.6.8 Materiales genéticos de palma aceitera utilizados**

Los materiales genéticos, utilizados en la investigación fueron los que se encontraban en la plantación de palma aceitera en finca Panacté, los cuales son; Deli X Ghana, Deli X Nigeria, Deli X La mé, Compacta x Ghana, Compacta x Nigeria, Compacta x Ekona.

### **2.6.9 Número de plantas utilizadas en la investigación**

En el estudio se obtuvieron muestras de tres centros fruteros por lote (se escogió un lote/variedad) de los cuales se sacaron dos muestras de polen por centro frutero, seis plantas por variedad mensualmente, para cada muestra de polen se hicieron dos repeticiones, teniendo 12 lecturas de polen por variedad/mensual. En total para el ensayo se analizaron 360 inflorescencias masculinas y se realizaron 720 lecturas de viabilidad de polen. En el cuadro 6 se muestra la información detallada de la cantidad de plantas que se utilizaron en el estudio de viabilidad de polen.



Cuadro 6: Descripción de la cantidad de plantas analizadas y lecturas para el estudio de viabilidad de polen

LOTE	Material & Proyecto	Número inflorescencias masculinas analizadas/meses	Número meses muestreados	Número inflorescencias masculinas analizadas totales	Número Repetición/Análisis polen mensual	Total número. lecturas viabilidad de polen/variedad
10604	Deli x Ghana (2005)	6	6	36	2	72
10607	Deli x Nigeria (2005)	6	6	36	2	72
10612	Compacta X Nigeria (2005)	6	6	36	2	72
10613	Compacta X Ekona (2005)	6	6	36	2	72
10614	Compacta X Ghana (2005)	6	6	36	2	72
10621	Deli x La mé (2007)	6	6	36	2	72
10630	Deli x Ghana (2007)	6	6	36	2	72
10631	Deli x Nigeria (2007)	6	6	36	2	72
10634	Deli x Ghana (2008)	6	6	36	2	72
10637	Deli x Nigeria (2008)	6	6	36	2	72
	<b>Total de inflorescencias analizadas/meses</b>	<b>60</b>	<b>Total de inflorescencias analizadas</b>	<b>360</b>	<b>Total de lecturas realizadas en el estudio</b>	<b>720</b>

Fuente: (Autor, 2012)

Para determinar el efecto de la viabilidad de polen en la cantidad de frutos normales formados del estudio, se evaluaron racimos para conocer la cantidad de frutos que se desarrollaron producto de la polinización, para esto se analizaron 5 racimos escogidos al azar en 3 centros fruteros por lote (se escogió 1 lote/variedad), para el estudio se analizaron 50 racimos mensuales y se observaron 300 racimos en total. En el cuadro 7 se muestra la información detallada de la cantidad de racimos que se analizaron en el estudio.

Cuadro 7: Descripción del número de lote, material genético y número de racimos analizados para el análisis de cantidad de frutos formados en el estudio exploratorio.

<b>LOTE</b>	<b>Material &amp; Proyecto</b>	<b>Número Racimos Evaluados variedad/mes</b>	<b>Total de racimos analizados</b>
10604	Deli x Ghana (2005)	5	30
10607	Nigeria (2005)	5	30
10612	Compacta X Nigeria (2005)	5	30
10613	Compacta X Ekona (2005)	5	30
10614	Compacta X Ghana (2005)	5	30
10621	Deli x Lamé (2007)	5	30
10630	Deli x Ghana (2007)	5	30
10631	Deli x Nigeria (2007)	5	30
10634	Deli x Ghana (2008)	5	30
10637	Deli x Nigeria (2008)	5	30
	<b>Total de inflorescencias muestreadas en el estudio exploratorio</b>	<b>50</b>	
	<b>Total de racimos muestreados en el estudio exploratorio</b>		<b>300</b>

Fuente: (Autor, 2012)

### 2.6.10 Análisis de la información

Para realizar el análisis de la información se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Granos de polen totales.
- Granos de polen germinados.
- Granos de polen sin germinar.
- Registro de la precipitación mensualmente.
- Registro de la temperatura mensualmente.
- Registro de la humedad relativa mensualmente.
- Registro de la radiación solar mensualmente.
- Caracterización de cada variedad.
- Cantidad de frutos internos.
- Cantidad de frutos externos.
- Cantidad de frutos partenocárpicos.
- Cantidad de frutos abortados.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

- Porcentaje de viabilidad de polen.
- Precipitación promedio mensual (mm).
- Temperatura promedio mensual (°C).
- Humedad relativa promedio mensual (%).
- Radiación solar promedio mensual (Langley).
- No de frutos normales promedio mensual/racimo.
- No de frutos partenocárpicos promedio mensual/ racimo.
- No de frutos abortados promedio mensual/racimo.

Se relacionó la viabilidad del polen, con la cantidad de frutos normales (internos y externos), frutos partenocárpicos y frutos abortados, por racimo. Los estadísticos utilizados fueron, la media, desviación estándar y correlación.

## 2.7 RESULTADOS

### 2.7.1 Viabilidad de polen promedio mensual en un periodo de seis meses

#### A. Viabilidad de polen promedio mensual, proyecto de siembra 2005

La viabilidad de polen para la variedad Compacta x Ekona, presentó un comportamiento fluctuante en los meses de julio a diciembre del año 2012, siendo octubre el mes que se observó más polen viable (87%) y en noviembre el mes que obtuvo la menor cantidad de polen viable (76%), dichos resultados se presentan en el cuadro 8.

El comportamiento de la viabilidad de polen de la variedad Compacta x Ghana, presentó la mayor cantidad de polen viable julio (90%) y obtuvo la menor cantidad de polen viable en noviembre (70%), los resultados se la fluctuación del porcentaje de viabilidad se presenta en el cuadro 8.

La variedad Compacta x Nigeria, presentó la mayor cantidad de polen viable en agosto (91%) y en julio (64%) presentó el menor porcentaje de viabilidad de polen, los resultados detallados se presentan en el cuadro 8.

El comportamiento que presentó la variedad Deli x Ghana, con respecto a la viabilidad de polen fue mayor en septiembre (77%) y el mes de noviembre fue el que presentó el menor porcentaje de polen viable (68%), los resultados se presentan en el cuadro 8.

La variedad Deli x Nigeria, tuvo un comportamiento en la viabilidad de polen mayor en septiembre (88%) y el mes de noviembre fue el mes que presentó la menor de cantidad de polen viable (62%), en el cuadro 8 se presentan los resultados.

### **B. Viabilidad de polen promedio mensual, proyecto de siembra 2007**

Se determinó que el porcentaje de viabilidad de polen para la variedad Deli x La mé, fue mayor en diciembre habiéndose observado el 85% de viabilidad de polen y en noviembre la viabilidad de polen fue de (71%) los resultados se pueden observar en el cuadro 8.

La viabilidad de polen para la variedad Deli x Ghana, fue mayor en agosto presentando polen viable (91%) y menor porcentaje de viabilidad de polen en noviembre (65%), como se presentan en el cuadro 8.

El comportamiento de la variedad Deli x Nigeria, tuvo mayor porcentaje de polen viable en agosto (90%) y el menor porcentaje de viabilidad de polen se observó en noviembre (73%), en el cuadro 8 se pueden observar los resultados.

### **C. Viabilidad de polen promedio mensual, proyecto de siembra 2008**

El porcentaje de polen viable para la variedad Deli x Ghana, se comportó diferente en todas las lecturas, presentando el mayor porcentaje de viabilidad de polen en agosto (89%) y menor porcentaje de polen viable en noviembre (63%), los resultados se presentan en el cuadro 8.

La variedad Deli x Nigeria del proyecto de siembra 2008, presentó la viabilidad de polen mayor en agosto (88%) y el menor porcentaje de polen viable en noviembre (60%), en el cuadro 8 se detallan dichos resultados.

#### **D. Viabilidad de polen promedio mensual, en variedades por proyecto de siembra 2005**

Existe diferencia en la viabilidad del polen entre las variedades del proyecto de siembra 2005, cuyas plantas a la fecha del análisis tenían la misma en edad, siendo en julio la variedad Compacta x Ghana la que más porcentaje de polen viable mostró (90%) y la variedad Compacta x Nigeria la que presentó el más bajo porcentaje de viabilidad de polen (64%). En agosto la variedad Compacta x Nigeria presentó el mayor porcentaje de polen viable (91%), y la variedad Compacta x Ghana presentó el más bajo porcentaje de viabilidad de polen (77%). En septiembre la variedad Deli x Nigeria y Compacta x Nigeria presentaron el mayor porcentaje de polen viable (88%) y la variedad Compacta x Ekona mostró el más bajo porcentaje de polen viable (84%). En octubre la variedad Deli x Nigeria y Deli x Ghana presentaron la menor cantidad de polen viable (77%) y la variedad Compacta x Ekona el mayor porcentaje de polen viable (87%). En noviembre la variedad que mostró el menor porcentaje de polen viable fue Compacta x Nigeria (65%) y la variedad que presentó el mayor porcentaje de polen viable fue la variedad Compacta x Ekona (76%). En diciembre la variedad que presentó mayor porcentaje de polen viable fue Compacta x Nigeria (84%), la variedad que presentó menor porcentaje de polen viable (62%) fue Deli x Ghana. La variedad que presentó mayor cantidad de polen viable durante el periodo de seis meses que se hicieron las pruebas de viabilidad de polen fue la variedad Compacta x Ekona (83%) y la variedad que mostró menor cantidad de polen viable fue Deli x Nigeria (76%) en el periodo de seis meses. Los resultados se presentan en el cuadro 8.

#### **E. Viabilidad de polen promedio mensual, en variedades por proyecto de siembra 2007**

Las variedades del proyecto de siembra 2007 mostraron variabilidad en el porcentaje de viabilidad al polen. En julio la variedad Deli x Ghana y Deli x Nigeria mostraron la mayor cantidad de polen viable (87%) y la variedad Deli x La demostró el menor porcentaje de polen viable (84%). En agosto el mayor porcentaje de viabilidad de polen lo presentó la

variedad Deli x Ghana (91%) y la variedad que mostró el menor porcentaje de polen viable fue Deli x La mé (81%). En septiembre la variedad que mostró más polen viable fue la variedad Deli x Nigeria (84%) y la que menos polen viable presentó fue la variedad Deli x La mé (81%). En octubre la variedad que mostró mayor cantidad de polen viable fue Deli X La mé (82%) y Deli x Ghana fue la variedad que presentó menos polen viable (69%). En noviembre la variedad que en la prueba de viabilidad de polen presentó mayor porcentaje (85%) fue Deli x Nigeria y la variedad que presentó menor porcentaje de polen viable fue Deli x La mé (73%). En diciembre las variedades que presentaron más porcentaje de polen viable fueron las variedades Deli x La mé y Deli x Nigeria (85%) y la variedad que presentó menor cantidad de polen viable fue la variedad Deli x Ghana (79%). Dichos resultados se presentan en el cuadro 8.

#### **F. Viabilidad de polen promedio mensual, en variedades por proyecto de siembra 2008**

Las variedades analizadas en el proyecto de siembra 2008 mostraron diferencias en el porcentaje de polen de viabilidad de polen. En julio, la variedad Deli x Nigeria presentó mayor porcentaje de polen viable (76%) y Deli x Ghana presentó el menor porcentaje de polen viable (75%). En agosto la variedad que presentó mayor porcentaje de polen viable fue Deli x Ghana (89%) y el menor porcentaje de polen viable fue mostrado por la variedad Deli x Nigeria (88%). En septiembre la variedad que presentó mayor porcentaje de viabilidad de polen fue Deli x Nigeria (84%) y la que menos polen viable presentó fue la variedad Deli x Ghana (76%). La variedad que presentó más polen viable en octubre fue la variedad Deli x Ghana (71%), y la que presentó menos viabilidad de polen viable fue la Deli x Nigeria (70%). En noviembre Deli x Ghana fue la variedad que presentó mayor cantidad de polen viable (63%) y Deli x Nigeria la que mostró menor porcentaje de viabilidad de polen (60%). En diciembre la mayor cantidad de polen viable fue presentada por la variedad Deli x Ghana (87%) y el menor porcentaje de viabilidad de polen fue mostrada por Deli x Nigeria (81%). Estos resultados se muestran en el cuadro 8.

### **G. Viabilidad de polen promedio mensual, de todas las variedades en diferentes proyectos de siembra**

Existen diferencias en el porcentaje de viabilidad de polen entre los proyectos de siembra 2005, 2007 y 2008, plantas de la misma variedad pero de diferente edad. En julio las plantas del proyecto de siembra 2007 mostraron mayor porcentaje de polen viable (87%) y el menor porcentaje fue mostrado por las plantas del proyecto 2008 (75%). En agosto las plantas del proyecto 2007 presentaron la mayor cantidad de polen viable (91%) y las plantas del proyecto 2005 mostraron el menor porcentaje de polen viable (81%). Las plantas del proyecto de siembra 2005 presentaron la mayor cantidad de polen viable (85%) en septiembre y las plantas del proyecto 2008 el menor porcentaje de polen viable (76%). En octubre las plantas del proyecto 2005 presentaron mayor porcentaje de polen viable (77%) y las plantas del proyecto 2007 mostraron la menor cantidad de polen viable (69%). En noviembre las plantas del proyecto de siembra 2005 presentaron la mayor cantidad de polen viable (68%) y las plantas del proyecto de siembra 2008 mostraron menor porcentaje de viabilidad (63%). En diciembre las plantas del proyecto 2008 mostraron el más alto porcentaje de polen viable (87%) y las plantas del proyecto 2005 el menor porcentaje de viabilidad (77%).

### **H. Viabilidad de polen promedio mensual, de la variedad Deli x Ghana en diferentes proyectos de siembra**

Para la variedad Deli x Ghana no obstante mostró diferencia en los porcentajes de viabilidad en los meses en que se realizó el estudio en promedio los porcentajes de viabilidad del polen para los seis meses que duró el estudio no presentan diferencias marcadas. El mayor porcentaje de viabilidad del polen se observó en plantas del proyecto 2007 (plantas de cinco años de edad) con 79% de viabilidad y para las plantas de los proyectos 2005 y 2008 (plantas de siete y cinco años de edad, respectivamente) el porcentaje de viabilidad mostrado fue de 77%.



## **I. Viabilidad de polen promedio mensual, de la variedad Deli x Nigeria en diferentes proyectos de siembra**

En la variedad Deli x Nigeria se observó variabilidad en el porcentaje de viabilidad del polen en plantas de diferente edad (proyecto de siembra 2005, 2007 y 2008). En julio las plantas del proyecto de siembra 2007 mostraron los mejores resultados con más polen viable (87%) y las plantas del proyecto 2008 presentaron el menor porcentaje de viabilidad (76%). En agosto las plantas del proyecto 2007 presentaron el mayor porcentaje de viabilidad (90%) y las plantas del proyecto 2005 el menor porcentaje de viabilidad de polen (81%). En septiembre las plantas del proyecto de siembra 2005 presentaron el mayor porcentaje de polen viable (88%) y las plantas de los proyectos 2007 y 2008 presentaron el menor porcentaje de viabilidad de polen (84%). Las plantas del proyecto 2005 en octubre mostraron el mayor porcentaje de viabilidad de polen (77%) y las plantas del proyecto 2008 mostraron el menor porcentaje de polen viable (70%). En noviembre las plantas del proyecto 2007 presentaron el 73% de polen viable, siendo este el mayor porcentaje de polen viable y las plantas del proyecto 2008 presentaron el 70% de viabilidad de polen, siendo el menor porcentaje de viabilidad para el mes referido. En diciembre las plantas del proyecto 2007 mostraron el mayor porcentaje de polen viable (85%) y las plantas del proyecto 2005 presentaron el menor porcentaje de polen viable (62%). Los resultados se muestran en el cuadro 8.

En la variedad Deli x Nigeria las plantas de cinco años de edad mostraron en promedio de los seis meses que se realizó la investigación mayor porcentaje de viabilidad del polen (83%), mientras que las plantas de siete años mostraron el menor porcentaje de viabilidad (76%).

## **J. Viabilidad de polen promedio mensual, de variedades en diferentes proyectos de siembra**

La viabilidad de polen en palma aceitera varió según la variedad el proyecto de siembra (edad de las plantas) y el mes en que se realizaron las pruebas de viabilidad. En julio las plantas de la variedad Compacta x Ghana del proyecto 2005 mostró el porcentaje de viabilidad de polen más alto con 90% de polen viable y las plantas del proyecto que se comportó con el porcentaje de viabilidad menor fue la variedad Compacta x Nigeria del proyecto de siembra 2005 con el 64% de polen viable. En agosto las variedades que demostraron el mayor porcentaje de polen viable fueron Compacta x Nigeria del proyecto 2005 y Deli x Ghana del proyecto 2007 con un porcentaje de 91% de viabilidad y la variedad que se presentó el menor porcentaje de viabilidad de polen fue la variedad Compacta x Ghana con un 77% de polen viable. En septiembre la variedad Deli x Nigeria del proyecto 2005 mostró con el mayor porcentaje de polen viable (88%) y la variedad Deli x Ghana del proyecto 2008 mostró el menor porcentaje de viabilidad de polen (76%).

En octubre la variedad Compacta x Ekona proyecto 2005 mostró el mayor porcentaje de viabilidad (87%) de polen y la variedad Deli x Ghana del proyecto 2007 mostro 69% de polen viable siendo este el menor porcentaje de viabilidad mostrado en el mes referido. En noviembre el mayor porcentaje de polen viable fue representado por la variedad Compacta x Ekona con un porcentaje de 76 % de viabilidad y la variedad Deli x Nigeria del proyecto 2008 fue la que menor porcentaje de polen viable tuvo con un 60%. En diciembre el mayor porcentaje de polen viable fue mostrado por la variedad Deli x Ghana del proyecto 2008 con 87% y la variedad Deli x Nigeria del proyecto 2005 presentó el 76 % de polen viable, siendo este el menor porcentaje de viabilidad de polen para el mes antes mencionado.

Cuadro 8: Porcentaje de viabilidad del polen en promedios mensuales de los materiales genéticos evaluados en finca Panacté

PORCENTAJE VIABILIDAD DE POLEN PROMEDIO MENSUAL							
VARIEDAD/MES	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
<b>Compacta x Ekona (Proyecto 2005)</b>	82	86	84	87	76	80	83
<b>Compacta x Ghana (Proyecto 2005)</b>	90	77	85	84	70	81	81
<b>Compacta x Nigeria (Proyecto 2005)</b>	64	91	88	80	65	84	79
<b>Deli x Ghana (Proyecto 2005)</b>	76	81	85	77	68	77	77
<b>Deli x Nigeria (Proyecto 2005)</b>	83	81	88	77	68	62	76
<b>Deli x La Mé (Proyecto 2007)</b>	84	83	81	82	71	85	81
<b>Deli x Ghana (Proyecto 2007)</b>	87	91	83	69	65	79	79
<b>Deli x Nigeria (Proyecto 2007)</b>	87	90	84	76	73	85	83
<b>Deli x Ghana (Proyecto 2008)</b>	75	89	76	71	63	87	77
<b>Deli x Nigeria (Proyecto 2008)</b>	76	88	84	70	60	81	77

Fuente: (Autor, 2013)

## 2.7.2 Efecto de la viabilidad de polen sobre la formación de frutos desarrollados (frutos internos y externos)

La viabilidad de polen mostró relación lineal con los frutos desarrollados únicamente en la variedad Deli x Nigeria del proyecto 2007 y en la variedad Compacta x Ekona del proyecto 2005, los coeficientes de correlación son 0.916 y 0.784 respectivamente. En las otras variedades no se mostró relación. En el cuadro 9 se muestran los coeficientes de correlación de la viabilidad de polen y los frutos desarrollados.

Cuadro 9: Coeficiente de correlación viabilidad de polen y frutos desarrollados

<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN VIABILIDAD DE POLEN Y FRUTOS DESARROLLADOS</b>	
<b>Variedad y proyecto de siembra</b>	<b>Variable de correlación</b>
Compacta x Ekona (Proyecto 2005)	0.784715
Compacta x Ghana (Proyecto 2005)	0.525607
Compacta x Nigeria (Proyecto 2005)	0.154983
Deli x Ghana (Proyecto 2005)	0.509544
Deli x Nigeria (Proyecto 2005)	0.266409
Deli x Ghana (Proyecto 2007)	0.271991
Deli x La mé (Proyecto 2007)	0.477374
Deli x Nigeria (Proyecto 2007)	0.916879
Deli x Ghana (Proyecto 2008)	0.154195
Deli x Nigeria (Proyecto 2008)	-0.421522

Fuente: (Autor, 2013)

### **2.7.3 Efecto de variables climáticas sobre la viabilidad de polen de palma aceitera**

La precipitación, radiación solar, humedad relativa, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima no mostraron una tendencia definida en su efecto sobre la viabilidad del polen en las diferentes variedades. No obstante lo anterior en algunas variedades existe relación entre la viabilidad del polen y las variables climáticas. Los registros mensuales se muestran en el anexo 2.11.1

La viabilidad de polen para la variedad Compacta x Ekona del proyecto de siembra 2005 en este estudio muestra relación con la temperatura máxima (coeficiente de correlación 0.900), precipitación y la viabilidad de polen (coeficiente de correlación 0.737) y temperatura promedio y la viabilidad de polen (coeficiente de correlación 0.733), pero la viabilidad de polen no tiene relación con las variables radiación solar, humedad relativa y temperatura mínima. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

La viabilidad de polen para la variedad Compacta x Ghana del proyecto de siembra 2005 tiene relación con la precipitación (coeficiente de correlación 0.740), pero no tiene relación con la variable climática radiación solar, humedad relativa, temperatura promedio, temperaturas máximas y mínimas. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

La viabilidad de polen en la variedad Deli x Nigeria del proyecto de siembra 2005 está relacionada con las variables climáticas, temperatura mínima (coeficiente de correlación 0.982), temperatura promedio (coeficiente de correlación 0.942), radiación solar (coeficiente de correlación 0.896), precipitación (coeficiente de correlación 0.894), temperatura máxima (coeficiente de correlación 0.713) y humedad relativa (coeficiente de correlación -0.802), en esta variedad la viabilidad del polen y la humedad relativa tiene una relación negativa, al incremento de la humedad relativa la viabilidad de polen disminuye. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

La variedad Deli x Ghana del proyecto de siembra 2007, presenta correlación positiva para las variables climáticas, radiación solar (coeficiente de correlación 0.839), temperatura máxima (coeficiente de correlación 0.759), temperatura promedio (coeficiente de correlación 0.726), y humedad relativa (coeficiente de correlación -0.755) en esta variedad la viabilidad del polen y la humedad relativa tiene una relación negativa, al incremento de la humedad relativa la viabilidad de polen disminuye. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

Para la viabilidad de polen en la variedad Deli x Nigeria del proyecto de siembra 2007 la viabilidad de polen tiene relación con la radiación solar (0.894), temperatura promedio (coeficiente de correlación 0.880), temperatura mínima (coeficiente de correlación 0.854), temperatura máxima (coeficiente de correlación 0.824) y humedad relativa (coeficiente de correlación -0.868) en esta variedad la viabilidad del polen y la humedad relativa tiene una relación negativa, al incremento de la humedad relativa la viabilidad de polen disminuye. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

El porcentaje de viabilidad de polen para las variedades Compacta x Nigeria del proyecto de siembra 2005, Deli x La mé del proyecto de siembra 2007, Deli x Ghana proyecto de siembra 2008 no mostraron ninguna relación con alguna variable climática. En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

La humedad relativa en todas las variedades mostró una relación negativa con la viabilidad del polen. La variedad Deli x Nigeria del proyecto de siembra 2007 mostró el mayor efecto negativo, (coeficiente de correlación -0.868) y la variedad Compacta x Nigeria del proyecto de siembra 2005 mostró el menor efecto negativo (coeficiente de correlación -0.084). En el cuadro 10 se muestra las variables y coeficientes de correlación.

Cuadro 10: Coeficiente de correlación variables climáticas y viabilidad de polen

Variable Correlacionada	Compacta xEkona (Proyecto 2005)	Compacta x Ghana (Proyecto 2005)	Compacta x Nigeria (Proyecto 2005)	Deli x Ghana (Proyecto 2005)	Deli x Nigeria (Proyecto 2005)	Deli x Ghana (Proyecto 2007)	Deli x La mé (Proyecto 2007)	Deli x Nigeria (Proyecto 2007)	Deli x Ghana (Proyecto 2008)	Deli x Nigeria (Proyecto 2008)
	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen	Coeficiente de correlación de viabilidad de polen
Viabilidad de polen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precipitación (mm)	0.7377751	0.7402227	0.0648347	0.5425978	0.8948939	0.3828110	0.3888600	0.4727730	-0.0679596	0.2648970
Radiación Solar (Langleys)	0.6602811	0.6120201	0.4083380	0.8246542	0.8968021	0.8394988	0.5468954	0.8941063	0.4248899	0.7523744
Humedad Relativa %	-0.2275495	-0.2732211	-0.0840724	-0.4833142	-0.8020224	-0.7555227	-0.1302625	-0.8686308	-0.1986805	-0.5121054
Temperatura promedio °C	0.7335072	0.4822600	0.4264455	0.7803536	0.9425078	0.7268122	0.4061597	0.8809524	0.3130784	0.6598137
Temperatura max °C	0.9003492	0.5094340	0.5737828	0.7727273	0.7133726	0.7595545	0.6835991	0.8243787	0.5858307	0.7650241
Temperatura min °C	0.5617208	0.5256921	0.0880465	0.5673895	0.9822956	0.6002481	0.2319140	0.8545427	0.0236446	0.4033425

Fuente: (Autor, 2013)

## 2.8 CONCLUSIONES

Se determinó la viabilidad de polen de las variedades Compacta x Ekona, Compacta x Ghana, Compacta x Nigeria, Deli x Ghana, Deli x Nigeria y Deli x Lamé por un periodo de 6 meses, en los cuales no se observó una clara relación en el comportamiento en la viabilidad del polen en las diferentes variedades estudiadas.

La viabilidad del polen mostró relación con frutos desarrollados únicamente en las plantas evaluadas de variedades Deli x Nigeria del proyecto 2007 y en la variedad Compacta x Ekona del proyecto 2005.

La precipitación, radiación solar, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima, tiende a tener una relación positiva sobre la viabilidad de polen, pero la humedad relativa presenta relación negativa con la viabilidad de polen en todas las variedades evaluadas.



## 2.9 RECOMENDACIONES

Por ser una planta perenne, se recomienda realizar una investigación donde se realicen lecturas semanales de pruebas de viabilidad de polen, durante un periodo mínimo de 3 años.

Realizar pruebas donde se relacionen la cantidad de insectos polinizadores, para conocer si estos tienen relación sobre la formación de frutos desarrollados (frutos internos y externos) de palma aceitera.

Hacer pruebas semanales de viabilidad de polen y relacionarlas con las variables climáticas para establecer si el clima influye sobre la viabilidad de polen y la formación de frutos en palma aceitera.

## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar, G. (1988). Primer curso sobre el cultivo de palma aceitera. (pág. 4). San Felipe, Yaracuy: INAGRO-Foncopal-ASD Costa Rica, S.A.
- ASD Costa Rica. (s.f.). *Semillas y Clones de Palma Aceitera de Alto Rendimiento*. Recuperado el 20 de Junio de 2013, de ASD Costa Rica: [http://www.asd-cr.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=60&lang=es](http://www.asd-cr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=60&lang=es)
- ASD Costa Rica. (s.f.). *Semillas y clones de palma africana de alto rendimiento*. Recuperado el 20 de junio de 2013, de ASD Costa Rica: [http://www.asd-cr.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=63&lang=es](http://www.asd-cr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=63&lang=es)
- ASD, C. R. (2011). *ASD Costa Rica, Semillas y Clones de Palma Africana de Alto Rendimiento*. Recuperado el 15 de marzo de 2012, de <http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/semillas.html>
- CENIPALMA. (2006). *Guía para el análisis de racimos de palma de aceite*. Bogota, Colombia: Transferencia de Tecnología, Cenipalma.
- Chavez, C. (2010). *Instructivo para la realizacion de un Fruit Set en frutos de palma*. Guatemala: Palmas de Ixcán.
- Esquivéz, A. S. (2011). *Paquete tecnologico palma de aceite (Elaeis guinnensis Jacq)*. Mexico: Centro de Investigacion Regional Pacifico Sur.
- Fairhurst T.; Härdter R. (2003). *Oil palm: management for large and sustainable yields*. Canadá: The Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada and The International Potash Institute.
- Gray, B. S. (1969). *The requirement for assisted pollination in oil palmsin*. Kuala Lumpur, Malaysia: Publicaciones Progress in Oil palms.
- GREPALMA . (s.f.). Recuperado el 14 de marzo de 2012, de Gremial de palmicultores de Guatemala:  
[http://www.grepalma.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=12&lang=es](http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=12&lang=es)
- Hacienda La Cabaña . (s.f.). *Manejo agronomico del hibrido (Elaeis guineenses x Elaeis oleifera): una alternativa para renovacion*. Recuperado el 07 de marzo de 2012, de <http://www.lacabana.com.co/cabana/admin/UserFiles/File/Manejo%20Agronomico%20del%20Hibrido.pdf>
- Hartley, C. (1986). *La palma de aceite* (2 ed.). Mexico D. F.: Editorial Continental.

- Infoagro.com. (s.f.). *Cultivo de la palma africana*. Recuperado el 07 de marzo de 2012, de Infoagro:  
[http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma\\_africana\\_aceitera\\_coroto\\_de\\_guinea\\_aabora.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm)
- Jagoe, R. (1934). *Observations and experiments in connection with pollination of oil palm*. Masalia.
- Labarca, M., Portillo, E., Portillo, A., & Morales, E. (2009). Estructuras reproductivas y polinización entomófila en tres lotes comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el estado Zulia, Venezuela. 22.
- Lahura, E. (enero de 2003). *El coeficiente de correlacion y correlacion espureas*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de Pontifica Universidad Catolica del Perú:  
<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/DDD218.pdf>
- Lambarca, M., Portillo, E., & Navaez, Z. (junio de 2007). Relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores en el cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo.
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2002). Mapa de zonas de vida de Holdridge Republica de Guatemala. Guatemala.
- Murales, A. (2011). *Evaluación del efecto bioestimulante y nutricional de Global Organic® con diferentes frecuencias de aplicación sobre el rendimiento del cultivo de palma africana (Elaeis guineensis Jacq) y servicios prestados en finca Sejú, El Estor, Izabal,*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía.
- Naturaceites, Departamento Técnico Agrícola. (04 de 09 de 2014). Mapa finca Panacté. Guatemala.
- Naturaceites, Estacion Metereologica . (2012). Datos metereologicos de la finca Panacté. Guatemala.
- Rosas Snell, A., & Zuñiga Contreras, J. (2010). *Estadística descriptiva e inferencial I*. (C. d. Bachilleres, Ed.) Recuperado el 25 de julio de 2013, de Consejo Nacional de Educacion para la Vida y el Trabajo:  
[http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material\\_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edi1\\_f03.pdf](http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edi1_f03.pdf)
- Ruperto, Z. (2005). *Manual tecnico para el cultivo de la palma aceitera*. Perú: Comision Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA), Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache-Uchiza (PRODATU).

Salas, R. (s.f). *La palma aceitera africana (Elaeis guineensis J.)*. Recuperado el 14 de marzo de 2012, de SIAN:

<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/rsalas.htm>

Torres, J. (2006). *Evaluación de la influencia de plantaciones adultas sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos en el híbrido Cirad de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en Quinindé. Santo Domingo de los Colorados. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador: Escuela Superior Politecnica Ecologica Amazonica, Facultad de Ciencias Administrativas y Ambientales.*

## 2.11 ANEXOS

### 2.11.1 Mediciones promedio de variables climáticas de finca Panacté

MES	VARIANTE CLIMÁTICA DE FINCA PANACTÉ					
	Precipitación (mm)	Radiación Solar (Langley's)	Humedad Relativa %	Temperatura promedio °C	Temperatura max °C	Temperatura min °C
Julio	250	450	82	26	34	21
Agosto	173	460	82	27	35	20
Septiembre	231	478	82	27	34	21
Octubre	236	362	85	25	34	18
Noviembre	62	279	84	23	32	16
Diciembre	47	325	85	23	33	14





**CAPÍTULO III**  
**SERVICIOS REALIZADOS EN VIVERO DE PALMA ACEITERA DE LA EMPRESA**  
**NATURACEITES, UBICADO EN FINCA SAQUIJÁ, PANZOS, ALTA VERAPAZ**





### 3.1 PRESENTACIÓN

La palma aceitera tiene un potencial en la producción de racimos y rendimientos durante aproximadamente 25 años, debido a eso es importante la fase de vivero. El crecimiento de las plantas en fase de vivero tiene relación directa con su desarrollo y productividad cuando las plantas ya estén establecidas en campo.

Los servicios que se realizaron fueron enfocados buscando alternativas para mitigar los problemas detectados en el diagnóstico que se realizó en el vivero Saquijá. Los principales problemas identificados son; quemaduras de fertilizante, daños ocasionados por ácaros y cochinillas.

Durante la fase de vivero, las plantas están sometidas a un plan de fertilización intensivo, debido a esto y al mal manejo agronómico la fertilización puede causar quemaduras foliares en las plantas, como alternativa se realizaron los servicios; Evaluación del fertilizante Osmocote en plantas de palma aceitera en fase de vivero (*Elaeis guineensis*) realizado en vivero Saquijá; Evaluación de 5 tipos de fertilización en base a requerimientos establecidos de palma aceitera en fase de vivero realizado en vivero Saquijá

En el diagnóstico se identificó el problema de plaga de cochinillas en vivero, por tal motivo se realizó el servicio; Monitoreo de la población de cochinillas en palma aceitera del vivero Saquijá, esto para conocer el comportamiento de los individuos que se encontraban presentes en las palmas de vivero.

### 3.2 SERVICIO: Evaluación del fertilizante Osmocote en plantas de palma aceitera en fase de vivero (*Elaeis guineensis*) realizado en vivero Saquijá.

#### 3.2.1 Objetivos

- Evaluar el efecto de diez dosis diferentes de fertilizante de liberación controlada Osmocote, sobre el desarrollo vegetativo de palmas en la fase de vivero.
- Evaluar la eficiencia de fertilizante Osmocote con relación de la fertilización establecida comercialmente.

#### 3.2.2 Hipótesis

La aplicación de fertilizantes de liberación lenta y el refuerzo de KMag tendrá un efecto positivo en el crecimiento de las plantas de palma aceitera en fase de vivero.

#### 3.2.3 Metodología

##### A. Localización del ensayo:

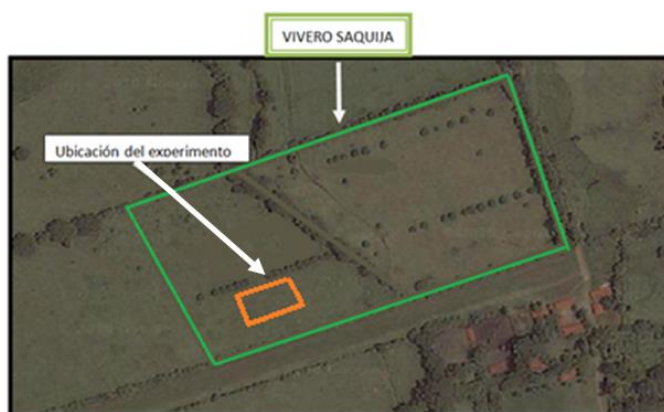


Figura 30: Mapa del vivero Saquijá y ubicación del experimento.

Fuente: (Autor, 2012)



Figura 31: Establecimiento del ensayo de fertilizante de liberación lenta en vivero Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

### **B. Descripción del ensayo:**

El ensayo consistió en determinar el efecto del crecimiento vegetativo que produce la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes en plantas de palma aceitera en fase de vivero, las plantas que formaron parte del ensayo tenían aproximadamente 4 meses de siembra en vivero.

El estudio se realizó a un total de 432 plantas, las cuales se distribuyen en 2 bloques/tratamiento, 12 tratamientos, 3 repeticiones/tratamiento y 6 plantas/unidad experimental.

Se midieron parámetros de crecimiento una vez al mes, llenando un registro de los mismos por un periodo de 6 meses, los mismos se realizaron en todas las palmas de todos los tratamientos evaluados.

Las aplicaciones de fertilizantes se realizaron siguiendo el plan de fertilización establecido para el ensayo.

El análisis de la información se realizó mediante el diseño experimental parcelas divididas distribuidos en bloques completamente al azar.

Cuadro 11: Descripción de diseño experimental del ensayo

<b>DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL</b>	
Diseño experimental	Parcelas divididas distribuidas en bloques completamente al azar
Numero de bloques	2
Numero de repeticiones	3
Numero de tratamientos	12
Número de plantas por unidad experimental	6

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 12: Características de la unidad experimental

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL</b>	
Número de plantas total	432
Número de plantas a evaluarse	432
Número de plantas por bloque	216
Número de plantas por tratamiento/bloque	18

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 13: Modelo estadístico del ensayo con diseño experimental parcelas divididas distribuidos en bloques completamente al azar

<b>Bloque A (Con Refuerzo)</b>			<b>Bloque B (Sin Refuerzo)</b>		
<b>Repetición 1</b>	<b>Repetición 2</b>	<b>Repetición 3</b>	<b>Repetición 1</b>	<b>Repetición 2</b>	<b>Repetición 3</b>
T8	T7	T10	T3	T12	T9
T3	T4	T2	T5	T4	T5
T12	T6	T4	T8	T10	T7
T1	T11	T8	T11	T1	T2
T5	T1	T7	T12	T3	T4
T7	T12	T12	T2	T2	T11
T10	T3	T5	T6	T9	T1
T6	T2	T1	T4	T8	T8
T2	T5	T3	T1	T5	T12
T9	T8	T6	T10	T7	T3
T4	T9	T9	T7	T6	T6
T11	T10	T11	T9	T11	T10

Fuente: (Autor, 2012)

### C. Descripción de los tratamientos:

Cuadro 14: Descripción de los tratamientos

Bloque	No. de tratamiento	Descripción de tratamiento
A	1	O50+Refuerzo
A	2	O75+Refuerzo
A	3	O100+Refuerzo
A	4	O125+Refuerzo
A	5	O50-25+Refuerzo
A	6	O50-50+Refuerzo
A	7	O75-50+Refuerzo
A	8	O50-25-25+Refuerzo
A	9	O50-50-25+Refuerzo
A	10	O50-50-50+Refuerzo
A	11	Fertilización convencional
A	12	Testigo absoluto
B	1	O50
B	2	O75
B	3	O100
B	4	O125
B	5	O50-25
B	6	O50-50
B	7	O75-50
B	8	O50-25-25
B	9	O50-50-25
B	10	O50-50-50
B	11	Fertilización convencional
B	12	Testigo absoluto

Fuente: (Autor, 2012)

Los tratamientos con fertilización convencional, se realizó de acuerdo con el programa de fertilización ya establecido por la empresa Naturaceites, para plantas de viveros de palma aceitera. Los tratamientos como testigos absolutos no cuentan con ninguna aplicación de fertilizante.

## D. Programa y Frecuencia de Fertilización

### a) Programa de fertilización convencional

Cuadro 15: Programa de fertilización convencional

Aplicación	Edad en semanas	FERTILIZANTE (gramos)				
		DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	KCI	KMAG
1	10	5				
2	12		5			
3	14				7	
4	16			7		
5	18					7
6	20		9			
1 7	22			9		
8	24				15	
9	26		12			
10	28		15			
11	30					15
12	32		18			
13	34			18		
14	36					20
15	38		20			
16	40				25	
17	42		25			
18	44					30
19	46			30		
20	48				30	
21	50		30			
22	52		30			
<b>TOTAL gr/palma</b>		<b>5</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>72</b>

Fuente: (Autor, 2012)

## b) Programa de fertilización Osmocote

Cuadro 16: Programa de fertilización Osmocote

Bloque	Descripción de tratamiento	Descripción de tratamientos (gramos/palma)			
		Osmocote longevidad 12-14 meses	Osmocote longevidad 8-9 meses	Osmocote longevidad 3-4 meses	Total de gramos aplicados
A	O50+Refuerzo	50	0	0	50
A	O75+Refuerzo	75	0	0	75
A	O100+Refuerzo	100	0	0	100
A	O125+Refuerzo	125	0	0	125
A	O50-25+Refuerzo	25	25	0	50
A	O50-50+Refuerzo	50	25	0	75
A	O75-50+Refuerzo	50	50	0	100
A	O50-25-25+Refuerzo	75	50	0	125
A	O50-50-25+Refuerzo	50	50	25	125
A	O50-50-50+Refuerzo	50	50	50	150
B	O50	50	0	0	50
B	O75	75	0	0	75
B	O100	100	0	0	100
B	O125	125	0	0	125
B	O50-25	25	25	0	50
B	O50-50	50	25	0	75
B	O75-50	50	50	0	100
B	O50-25-25	75	50	25	150
B	O50-50-25	50	50	25	125
B	O50-50-50	50	50	50	150
<b>Refuerzo: 2 aplicaciones de KCl 15g/bolsa.</b>					

Fuente: (Autor, 2012)

## E. Parámetros de crecimiento evaluados

En el ensayo se evaluaron los tratamientos por medio de la toma de muestras de parámetros de crecimiento de las palmas en fase de vivero. Los datos se recopilaron mensualmente hasta la finalización de la etapa de vivero.

Los parámetros de crecimiento que se evaluaron fueron los siguientes:

- Altura de la planta
- Número de hojas por planta
- Diámetro de bulbo

### h. Altura de planta

La altura de la planta se determinó con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde la superficie de la base del estipe (superficie del suelo) hasta el ápice de la hoja más larga.



### i. Número de hojas verdaderas por planta

El total de hojas verdaderas fue la suma de las hojas que se observaron desarrolladas completamente.



### j. Diámetro de bulbo

Con ayuda de una cinta métrica se midió la circunferencia de la base de la planta y posteriormente se aplicó la siguiente fórmula, para convertirlo a diámetro de la base del tronco de la planta:  $\text{Diámetro} = \text{Perímetro} / \pi$





### 3.2.4 Resultados

#### A. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de las variables de respuesta evaluadas (parámetros de crecimiento), fueron los que se utilizaron para realizar el análisis estadístico, esto por medio del análisis de varianza (ANDEVA), posteriormente se realizó una pruebas de comparación múltiple de medias por el método de Tukey con 95% de confiabilidad, para la elaboración de los mimos se utilizó el programa estadístico InfoStat.

#### B. Análisis de varianza de parámetros de crecimientos evaluados

##### a. Altura de planta

Cuadro 17: Análisis de varianza de la variable altura de planta

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	72	0.72	0.55	3.51

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	1611.54	27	59.69	4.19	<0.0001	
Repetición	153.58	2	76.79	1.12	0.4717	(Bloque*Repetición)
Bloque	755.31	1	755.31	11.02	0.0800	(Bloque*Repetición)
Bloque*Repetición	137.14	2	68.57	4.81	0.0129	
Tratamiento	317.98	11	28.91	2.03	0.0482	
Tratamiento*Bloque	247.53	11	22.50	1.58	0.1386	
Error	626.74	44	14.24			
Total	2238.28	71				

Fuente: (Autor, 2012)

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos del crecimiento en altura de la planta se obtuvo valor de  $R^2$  0.72. El coeficiente de variación es de 3.51 este se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

El análisis de varianza nos indica que los tratamientos tienen efecto sobre la altura de las plantas esto debido a que su p-valor es menor a 0.05. Esto quiere decir que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron, tiene efectos sobre el crecimiento de la altura de planta en fase de vivero y existe diferencia entre los tratamientos.

Para tener conocimiento sobre el tratamiento que tiene mayor efecto positivo sobre el crecimiento de la altura de la planta de vivero, se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

Cuadro 18: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable altura de planta

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.93909  
 Error: 14.2440 gl: 44

Tratamiento	Bloque	Medias	n	E.E.	
T10	B	114.80	3	2.18	A
T3	B	113.37	3	2.18	A B
T9	B	111.67	3	2.18	A B C
T11	B	111.47	3	2.18	A B C
T12	A	111.47	3	2.18	A B C
T2	B	110.90	3	2.18	A B C
T1	B	110.73	3	2.18	A B C
T12	B	110.50	3	2.18	A B C
T4	B	110.07	3	2.18	A B C
T7	B	109.77	3	2.18	A B C
T8	B	108.70	3	2.18	A B C
T6	B	108.07	3	2.18	A B C
T8	A	108.03	3	2.18	A B C
T11	A	107.80	3	2.18	A B C
T5	B	107.63	3	2.18	A B C
T1	A	105.97	3	2.18	A B C
T3	A	104.73	3	2.18	A B C
T10	A	104.60	3	2.18	A B C
T5	A	102.87	3	2.18	A B C
T2	A	101.50	3	2.18	B C
T9	A	101.00	3	2.18	C
T4	A	100.93	3	2.18	C
T6	A	100.90	3	2.18	C
T7	A	100.13	3	2.18	C

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

Fuente: (Autor, 2012)

La prueba múltiple de comparación de medias de Tukey nos indica que para esta evaluación, las plantas que presentaron mayor altura son las plantas del Tratamiento 10 del bloque B (Tratamiento de Osmocote con tres aplicaciones de 50 gr c/u, del bloque que no se aplicó el refuerzo de KMag).

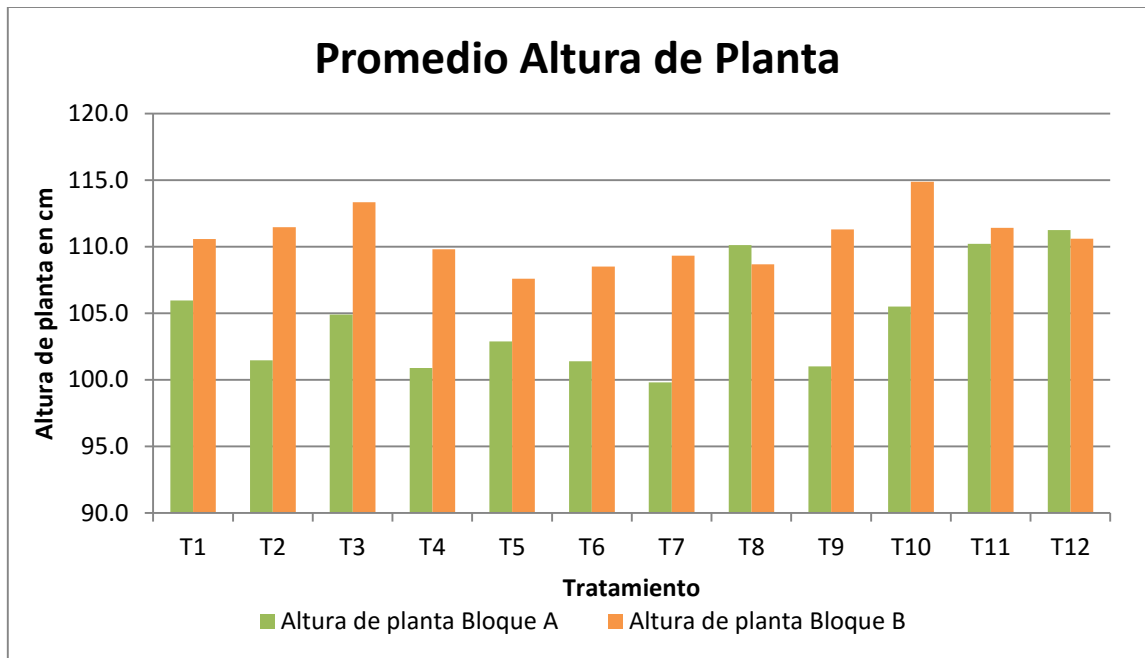


Figura 32: Gráfica promedio de la altura de la planta

Fuente: (Autor, 2012)

El comportamiento de los tratamientos observado en la gráfica en el parámetro altura de la planta, se observa que el Bloque B (plantas que no obtuvieron refuerzo de KMag) obtuvo mayor crecimiento que las plantas del Bloque A (plantas que si obtuvieron refuerzo de KMag). La mayor altura de plantas de los tratamientos del Bloque A la presento el Tratamiento 12 (testigo absoluto) y para el Bloque B la mayor altura la presento las plantas del Tratamiento 10 (donde se realizó tres aplicaciones de fertilizante Osmocote de 50gr c/u).

## b. Número de hojas

Cuadro 19: Análisis de varianza de la variable número de hoja

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No de Hojas	72	0.73	0.57	5.25

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	56.99	27	2.11	4.45	<0.0001	
Repetición	7.00	2	3.50	1.03	0.4919	(Bloque*Repetición)
Bloque	30.68	1	30.68	9.05	0.0950	(Bloque*Repetición)
Bloque*Repetición	6.78	2	3.39	7.14	0.0021	
Tratamiento	4.04	11	0.37	0.77	0.6634	
Tratamiento*Bloque	8.49	11	0.77	1.63	0.1250	
Error	20.89	44	0.47			
Total	77.88	71				

Fuente: (Autor, 2012)

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos del parámetro número de hojas se obtuvo valor de  $R^2$  0.73 y el coeficiente de variación es de 5.25 lo cual nos indica que se encuentra entre los límites de tolerancia, por consiguiente los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

El análisis de varianza nos indica que entre tratamientos no tienen diferencias significativas sobre el número de hojas por palma, esto debido a que su p-valor es mayor a 0.05.

Debido a que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas para el número de hoja, no se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por el método de Tukey.

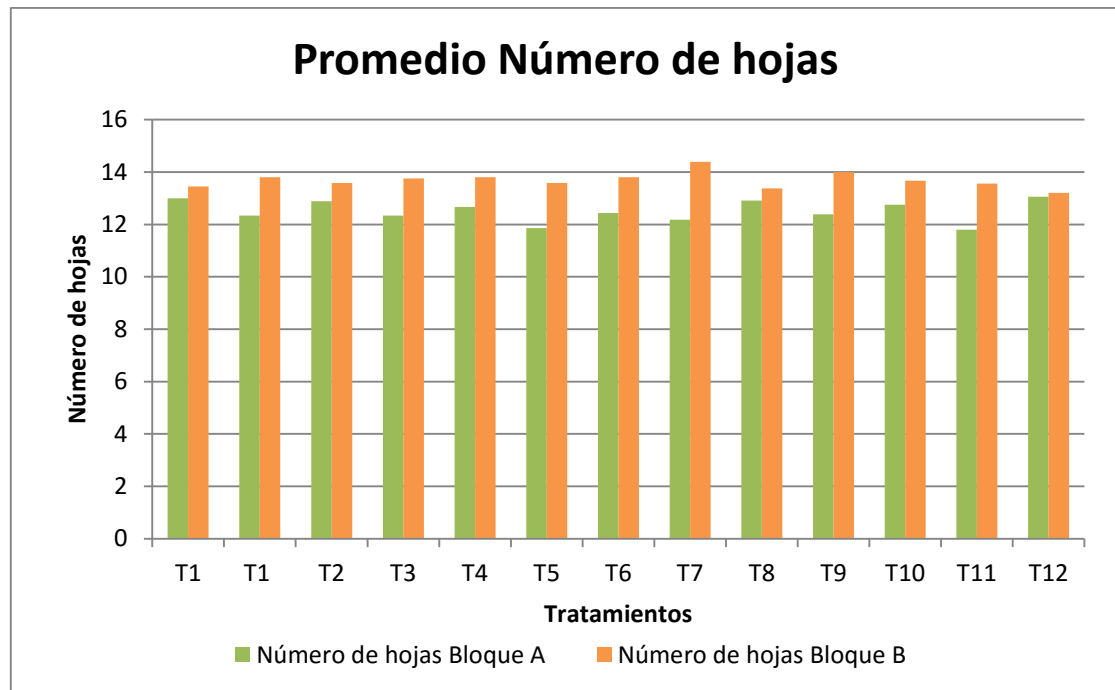


Figura 33: Gráfica promedio número de hojas

Fuente: (Autor, 2012)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro número de hojas, se observa que para los tratamientos del Bloque A que obtuvieron mayor número de hojas fueron; el Tratamiento 2 (una aplicación de Osmocote de 75 gr), Tratamiento 4 (una aplicación de Osmocote de 125 gr), Tratamiento 8 (tres aplicaciones de Osmocote la primera de 50gr, la segunda de 25gr y la tercera de 25gr) y Tratamiento 12 (testigo absoluto) con 13 hojas respectivamente. El tratamiento del Bloque B que obtuvo mayor número de hojas fue el Tratamiento 7 (dos aplicaciones de Osmocote, la primera de 75gr y la segunda de 50gr) con 14 hojas. Se debe considerar que el análisis estadístico no presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

### c. Diámetro de la base del bulbo

Cuadro 20: Análisis de varianza de la variable perímetro de base del bulbo

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Perímetro de bulbo	72	0.51	0.22	6.60

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	97.36	27	3.61	1.72	0.0529	
Repetición	27.49	2	13.74	4.48	0.1825	(Bloque*Repetición)
Bloque	4.80	1	4.80	1.57	0.3373	(Bloque*Repetición)
Bloque*Repetición	6.14	2	3.07	1.47	0.2416	
Tratamiento	22.51	11	2.05	0.98	0.4794	
Tratamiento*Bloque	36.42	11	3.31	1.58	0.1375	
Error	92.00	44	2.09			
Total	189.35	71				

Fuente: (Autor, 2012)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza del perímetro del bulbo de las palmas de vivero se obtuvo valor de  $R^2 = 0.51$  del cual nos indica que la confiabilidad de nuestro modelo no se está dentro de los niveles de tolerancia. Los resultados del experimento para el perímetro de la base del bulbo y los cálculos estadísticos no son representativos para este ensayo.

El análisis de varianza nos indica que entre tratamientos no tienen diferencias significativas sobre el perímetro del bulbo, esto dado a que su p-valor es mayor a 0.05.

Debido a que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas para el perímetro del bulbo de las plantas, no se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por el método de Tukey.

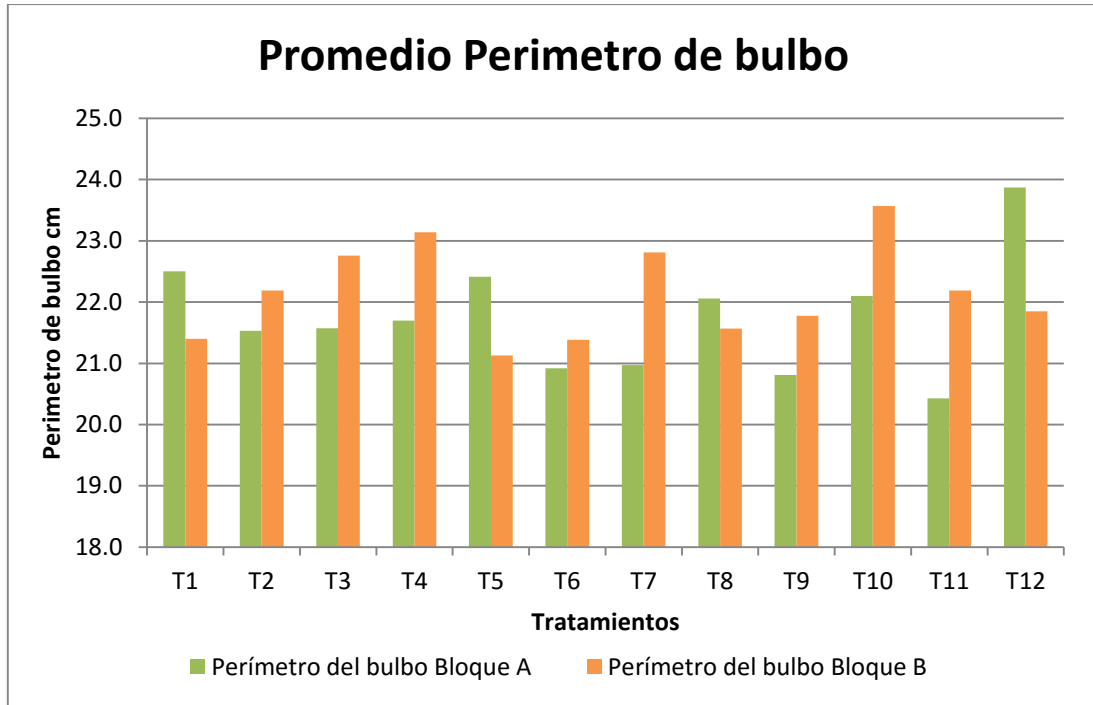


Figura 34: Grafica promedio de diámetro de la base del bulbo

Fuente: (Autor, 2012)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro perímetro del bulbo, se observa que para el tratamiento del Bloque A el que obtuvo mayor perímetro de bulbo fue el Tratamiento 12 (testigo absoluto) con 23.9 cm. El tratamiento del Bloque B que obtuvo mayor perímetro de bulbo fue el Tratamiento 10 (donde se realizaron tres aplicaciones de Osmocote de 50gr c/u) con 23.6 cm. Se debe considerar que el análisis estadístico no presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

### **3.2.5 Conclusiones**

Con los datos obtenidos del análisis de varianza y la prueba de comportamiento de medias de Tukey se concluye que para la evaluación de fertilizante de liberación lenta Osmocote tienen un efecto positivo en el crecimiento de las plantas de palma aceitera en fase de vivero. Obteniendo el mejor resultado el Tratamiento 7 que consta de 3 aplicaciones de fertilizante Osmocote cada una con 50 gr respectivamente.

El efecto de fertilizante de liberación lenta Osmcote tuvo mayor efecto en el crecimiento que las plantas de palma aceitera en comparación del tratamiento de fertilización convencional realizado por la empresa Naturaceites.



### 3.3 SERVICIO: Evaluación de cinco tipos de fertilización en base a requerimientos establecidos de palma aceitera en fase de vivero realizado en vivero Saquijá

#### 3.3.1 Objetivos

- Evaluar el efecto de silicio sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de palma aceitera en fase de vivero.
- Evaluar el efecto de fertilizante hidrosoluble Solu-Feed sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de palma aceitera en fase de vivero.
- Evaluar el efecto de la utilización de la combinación de dos tipos de fertilizante (fertilizante hidrosoluble Solu-Feed y silicio) sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de palma aceitera en fase de vivero.
- Evaluar el efecto de la utilización de la combinación de dos tipos de fertilización (fertilización comercial y silicio) sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de palma aceitera en fase de vivero.

#### 3.3.2 Metodología

##### A. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en el vivero ubicado en la finca Saquijá, en el valle del Polochic, municipio de Panzos, departamento de Alta Verapaz.

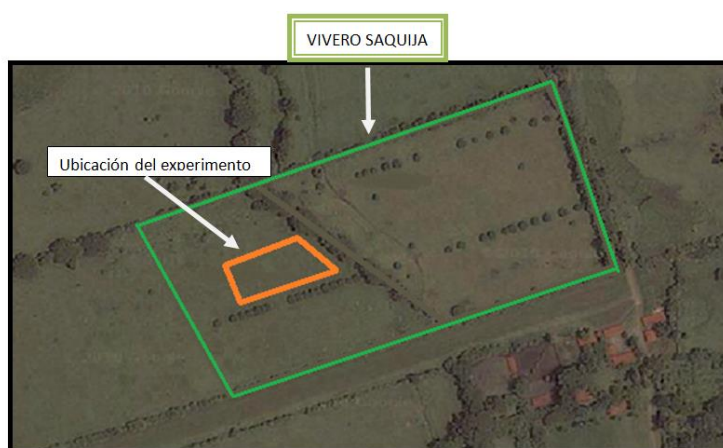


Figura 35: Mapa del vivero Saquija y ubicación del experimento

Fuente: (Autor, 2012)

## **B. Descripción del ensayo**

El ensayo consistió en determinar el efecto que produce diferentes tipos y combinaciones de fertilizantes, sobre el crecimiento de las plantas de palma aceitera en fase de vivero. Las plantas utilizadas tenían una edad aproximada de 2 meses.

El análisis de la información se realizó mediante el diseño estadístico en bloques completamente al azar.

El experimento fue conformado por un total de 14,000 plantas, de las cuales la unidad experimental tenía 25 plantas/tratamiento/repetición dando un total de 100 plantas muestreadas/tratamiento. Estas fueron muestreadas una vez al mes durante el periodo aproximado de 10 meses.

Las aplicaciones de las diferentes combinaciones de fertilizante se realizaron según el programa de fertilización previamente establecido para el ensayo.

Se llevó un registro a través de la toma de parámetros (una vez/mes) para la evaluación de cada tratamiento y su comportamiento en base a crecimiento de las plantas.

## **C. Diseño Experimental**

Para el ensayo se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. El mismo estaba conformado por 6 tratamientos, cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, teniendo un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con 25 plantas que se muestrearon mensualmente por un periodo de 11 meses.

En el cuadro 21 se muestran la distribución de los bloques con los diferentes tratamientos cuando se realizó del ensayo.

Cuadro 21: Modelo estadístico del ensayo bloques completamente al azar

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
	T0	T2	T3	T4
	T1	T5	T4	T1
	T2	T4	T5	T0
	T3	T3	T0	T2
	T4	T1	T1	T5
	T5	T0	T2	T3

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 22: Descripción de diseño experimental del ensayo

DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL	
Diseño experimental	Bloques completamente al azar
Numero de tratamientos	6
Numero de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	24
Número de plantas por unidad experimental	25
Número de plantas totales por tratamiento	100

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 23: Características de la unidad experimental

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	
Número de plantas total	14,000
Número de plantas a evaluarse	600
Número de plantas por tratamiento	100

Fuente: (Autor, 2012)

#### D. Descripción de los tratamientos:

El ensayo estaba conformado por 5 diferentes tratamientos con diferentes tipos y mezclas de fertilizantes y 1 testigo absoluto (no se realizó ninguna aplicación de fertilizante). Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 24: Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Silicio 100% + Fertilización Granulada 100%
T2	Silicio 100% + Solu Feed 100%
T3	Solu Feed 100%
T4	Fertilización Granulada 100%
T5	Silicio 100%
T0	Testigo absoluto

Fuente: (Autor, 2012)

Los tratamientos con fertilización granulada, se realizó de acuerdo con el programa de fertilización ya establecido por la empresa Naturaceites, para plantas de viveros de palma aceitera. Solu Feed es fertilizante hidrosoluble utilizado comúnmente para fertirriego. Silicio es utilizado como enmienda agrícola con el propósito de optimizar la absorción de nutrientes en el suelo.

#### E. Programa y Frecuencia de Fertilización

En la evaluación de los tipos de fertilización hubo 4 tratamientos en los que contenía (solu-feed-Hidrosolubles y fertilización granulada) todos siguieron su plan de fertilización ya establecido y dichos programas se presenta a continuación.

En todos los tratamientos que contenían Silicio, se les realizó una sola aplicación de 350 gramos de Silicio/planta, y se aplicó a plantas de 10 semanas de edad.

#### F. Programa de fertilización granulada

En el cuadro 25 se encuentra el plan de fertilización convencional ya establecido por la empresa Naturaceites, para los viveros comerciales de palma aceitera, dicho plan se llevó a cabo como parte de un tratamiento que lleva el nombre de fertilización granulada. En el cuadro 25 se encuentra la cantidad total (gr) por planta utilizado por aplicación de los fertilizantes granulados.

Cuadro 25: Programa de fertilización granulada

Aplicación	Edad en semanas	FERTILIZANTE (g)				
		DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	KCl	KMAG
1	10	5				
2	12		5			
3	14				7	
4	16			7		
5	18					7
6	20		9			
7	22			9		
8	24				15	
9	26		12			
10	28		15			
11	30					15
12	32		18			
13	34			18		
14	36					20
15	38		20			
16	40				25	
17	42		25			
18	44					30
19	46			30		
20	48				30	
21	50		30			
22	52		30			
<b>TOTAL g/Palma</b>		<b>5</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>72</b>

Fuente: (Autor, 2012)

### G. Programa de fertilización con Solu-Feed

En el cuadro 26 se encuentra el plan y frecuencia de aplicación del fertilizante hidrosoluble Solu-Feed, dicho plan se llevó a cabo como parte de un tratamiento que lleva el nombre de Solu-Feed. En el cuadro 26 se encuentra la cantidad total (gr) de fertilizante Solu-Feed/bomba de mochila. En el cuadro 26 también se encuentra la aplicación de MgSO<sub>4</sub> en (gr/planta) aplicados al suelo.

Cuadro 26: Programa de fertilización Solu-Feed

Aplicación	Edad	FERTILIZANTE (g)			
	en semanas	Solu Feed 20-30- 10+Mg+S	Solu Feed 22-11- 22+Mg+S	Solu Feed 10-10- 40+S	MgSO <sub>4</sub>
1	10	2			
2	12	2			
3	14	2			
4	16	2			8
5	18	2			
6	20	2			
7	22		4		
8	24		4		8
9	26		4		
10	28		4		
11	30		6		
12	32		6		8
13	34		6		
14	36		6		
15	38		6		
16	40			8	8
17	42			8	
18	44			10	
19	46			10	
20	48			10	8
21	50			10	
22	52			10	
<b>TOTAL g/Palma</b>		12	46	66	40

Fuente: (Autor, 2012)

Cuadro 27: Descripción de diferentes presentaciones de fertilizantes Solu Feed.

<b>Presentación 10-10-40 +S</b>		<b>Presentación 22-11-22</b>	
Nutriente	%	Nutriente	%
Nitrógeno	10	Nitrógeno	22
Fosforo	10	Fosforo	11
Potasio	40	Potasio	22
Azufre	10.03	Magnesio	0.5
Ingredientes Inertes	29.97	Azufre	16.5
		Ingredientes Inertes	28

<b>Presentación 20-30-10</b>	
Nutriente	%
Nitrógeno	20
Fosforo	30
Potasio	10
Magnesio	0.5
Azufre	12.74
Ingredientes Inertes	26.75

Fuente: Autor, 2013

## H. Parámetros de crecimiento evaluados

En el ensayo se evaluaron los tratamientos por medio de la toma de muestras de parámetros de crecimiento de las palmas en fase de vivero. Los datos se recopilaban mensualmente hasta la finalización de la etapa de vivero.

Los parámetros de crecimiento que se evaluaron fueron los siguientes:

- Altura de la planta
- Número de hojas verdaderas emitidas por planta.
- Diámetro de base.
- Largo de hojas (a medir donde inician los folios de la planta)
- Longitud de raíces (a medir la raíz más larga de la planta)
- Volumen de raíces

### Altura de planta

La altura de la planta se determinó con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde la superficie de la base del estipe (superficie del suelo) hasta el ápice de la hoja más larga.



### Número de hojas verdaderas emitidas por planta

El total de hojas verdaderas fue la suma de las hojas que se observaron desarrolladas completamente.



### Diámetro de base

Con ayuda de una cinta métrica se midió la circunferencia de la base de la planta y posteriormente se aplicó la siguiente fórmula, para convertirlo a diámetro de la base del tronco de la planta:  $\text{Diámetro} = \text{Perímetro} / \pi$



### Largo de hojas

El largo de hojas se midió utilizando una cinta métrica, desde la base peciolar hasta el ápice de la hoja.



### Longitud de raíces

Este parámetro solo se realizó en las plantas que se descartaron (5 plantas/mes/tratamiento). Se escogieron 5 palmas al azar por tratamiento y con ayuda de una cinta métrica se midió desde la base de la raíz hasta la cofia de la raíz.



### Volumen de raíces

El volumen de raíces se realizó en 5 palmas de descarte por tratamiento, escogida al azar. Se retiró todo el suelo que cubría las raíces, hasta dejarlas descubiertas. Posteriormente las raíces se sumergieron en agua (que contuviera un volumen conocido) y el diferencial del volumen conocido y el nuevo volumen fue el volumen de las raíces.





### 3.3.3 Resultados

#### A. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con los datos obtenidos de las variables de respuesta evaluadas (parámetros de crecimiento), por medio del análisis de varianza (ANDEVA), a los tratamientos que tuvieron diferencias significativas, se realizó una pruebas de comparación múltiple de medias por el método de Tukey con 95% de confiabilidad, para la elaboración de los mimos se utilizó el programa estadístico InfoStat.

#### B. Análisis de varianza de parámetros de crecimientos evaluados

##### a. Diámetro de la base del bulbo

Cuadro 28: Análisis de varianza de la variable diámetro de base del bulbo

DIAMETRO DE LA BASE (cm) .

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO DE LA BASE (cm) .	24	0.93	0.91	4.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59.90	5	11.98	45.71	<0.0001
TRATAMIENTO	59.90	5	11.98	45.71	<0.0001
Error	4.72	18	0.26		
Total	64.62	23			

Fuente: (Autor, 2013)

Según el análisis de varianza se rechaza la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es menor a 5% y se acepta la hipótesis alterna. Esto quiere decir que la utilización de diferentes tipos de fertilizante, tiene efectos sobre el aumento del diámetro de la base de las palmas en fase de vivero y existe diferencia entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos del diámetro de base de la planta indican el valor de R<sup>2</sup> 0.93 según en el análisis de varianza. El coeficiente de variación es de 4.37 este se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

Para tener la certeza del tratamiento que tiene efecto positivo sobre el aumento del diámetro de base en palmas de vivero, se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

Cuadro 29: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable diámetro de bulbo

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.15043**

*Error: 0.2621 gl: 18*

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	8.23	4	0.26	A
T5	12.16	4	0.26	B
T4	12.17	4	0.26	B
T1	12.49	4	0.26	B
T3	12.50	4	0.26	B
T2	12.82	4	0.26	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Fuente: (Autor, 2013)

Con los resultados obtenidos del método de Tukey podemos decir que todos los tratamientos que utilizaron diferentes tipos de fertilizante, no tuvieron diferencias significativas entre ellos a excepción del testigo, que fue el tratamiento que tuvo menor crecimiento del diámetro de base en las plantas. Entre los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 el que se comportó con mejor crecimiento es el T2 (Silicio y Solu-Feed).

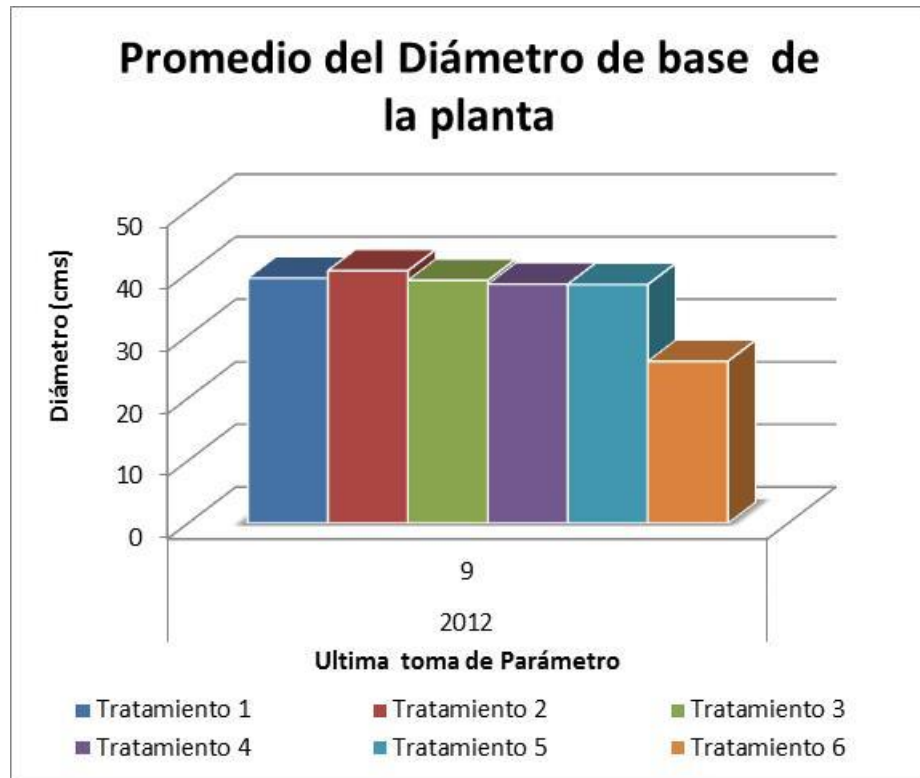


Figura 36: Grafica promedio de diámetro de la base del bulbo

Fuente: (Autor, 2012)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro del diámetro de la base del bulbo, se observa que el testigo tuvo un menor crecimiento y presento diferencia significativa en comparación a los demás tratamientos, los tratamientos que tuvieron aplicaciones de fertilizantes no tienen diferencia significativa entre ellos, tal como se demuestra en la figura 36 que en estos tratamientos su comportamiento es similar.

## b. Altura de planta

Cuadro 30: Análisis de varianza de la variable altura de planta

**ALTURA DE PLANTA (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA DE PLANTA (cm)	24	0.87	0.84	5.55

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16139.41	5	3227.88	25.17	<0.0001
TRATAMIENTO	16139.41	5	3227.88	25.17	<0.0001
Error	2308.13	18	128.23		
Total	18447.55	23			

Fuente: (Autor, 2013)

En los resultados de altura de planta el análisis de varianza nos indica que se rechaza la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es menor a 5% y se acepta la hipótesis alterna. Esto quiere decir que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron, tiene efectos sobre el crecimiento de la altura de planta en fase de vivero y existe diferencia entre los tratamientos.

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos del crecimiento en altura de la planta se obtuvo valor de  $R^2 = 0.87$ . El coeficiente de variación es de 5.55 este se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

Para tener conocimiento sobre el tratamiento que tiene efecto positivo sobre el crecimiento de la altura de la planta de vivero, se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

Cuadro 31: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable altura de planta

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=25.44708**  
 Error: 128.2297 gl: 18

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	152.83	4	5.66	A
T5	197.80	4	5.66	B
T4	201.11	4	5.66	B C
T3	216.42	4	5.66	B C D
T1	224.84	4	5.66	C D
T2	231.95	4	5.66	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

Fuente: (Autor, 2013)

Con los resultados obtenidos del método de Tukey podemos comentar, que todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas entre ellos. El tratamiento que tuvo menor crecimiento de la altura de las plantas fue el testigo. Entre los tratamientos T5, T4 y T3 no hay diferencia significativa, entre los tratamientos T4, T3 y T1 no hay diferencias significativas. De los tratamientos T3, T1 y T2 no hay diferencias significativas. El tratamiento que se comportó con mayor crecimiento de planta fue el T2 (Silicio y Solu-Feed).

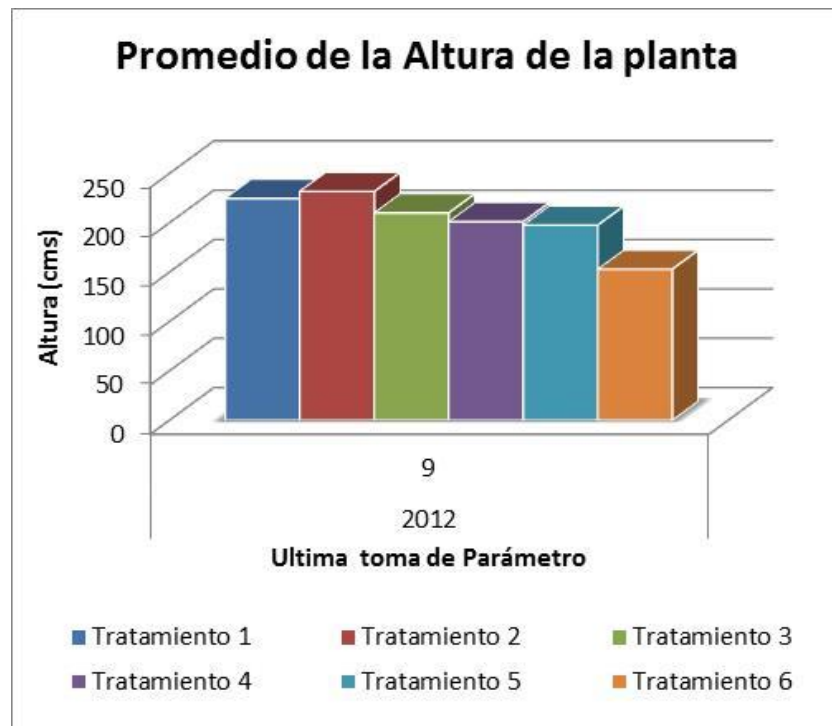


Figura 37: Grafica promedio de la altura de la planta

Fuente: (Autor, 2013)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro altura de la planta, se observa que el testigo tuvo un menor crecimiento en comparación a los demás tratamientos, los tratamientos que tuvieron aplicaciones de fertilizantes también tienen diferencia significativa entre ellos, tal como se demuestra en la figura 37. Siendo el mejor de los tratamientos el T2 (Silicio + Solu-Feed).

### c. Largo de hoja

Cuadro 32: Análisis de varianza de la variable largo de hoja

**LARGO DE HOJA (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LARGO DE HOJA (cm)	24	0.89	0.86	5.49

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11067.00	5	2213.40	28.85	<0.0001
TRATAMIENTO	11067.00	5	2213.40	28.85	<0.0001
Error	1380.79	18	76.71		
Total	12447.79	23			

Fuente: (Autor, 2013)

En los resultados de largo de hoja el análisis de varianza nos indica que se rechaza la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es menor a 5% y se acepta la hipótesis alterna. Esto nos indica que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron, tiene efectos sobre el largo de hoja de palmas en fase de vivero y existe diferencia entre los tratamientos.

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos de largo de hojas de las palmas de vivero se obtuvo valor de R<sup>2</sup> 0.89. El coeficiente de variación es de 5.49 este se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

Para tener conocimiento sobre el mejor tratamiento que tuvo el crecimiento de la altura de la planta de vivero, se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

Cuadro 33: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable largo de hoja

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=19.68209**  
 Error: 76.7105 gl: 18

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
TESTIGO	118.25	4	4.38	A		
T5	150.09	4	4.38		B	
T4	157.16	4	4.38		B	C
T1	174.42	4	4.38			C D
T3	176.92	4	4.38			D
T2	180.59	4	4.38			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

Fuente: (Autor, 2013)

Con los resultados obtenidos del método de Tukey podemos decir, que todos los tratamientos tuvieron diferencias significativas. El tratamiento que tuvo menor crecimiento de las hojas de las plantas fue el testigo. Entre los tratamientos T5, T4 no hay diferencia significativa, entre los tratamientos T4, T1 no hay diferencias significativas. De los tratamientos T1, T3 y T2 no hay diferencias significativas. El tratamiento que se comportó con mayor crecimiento de planta fue el T2 (Silicio y Solu-Feed).

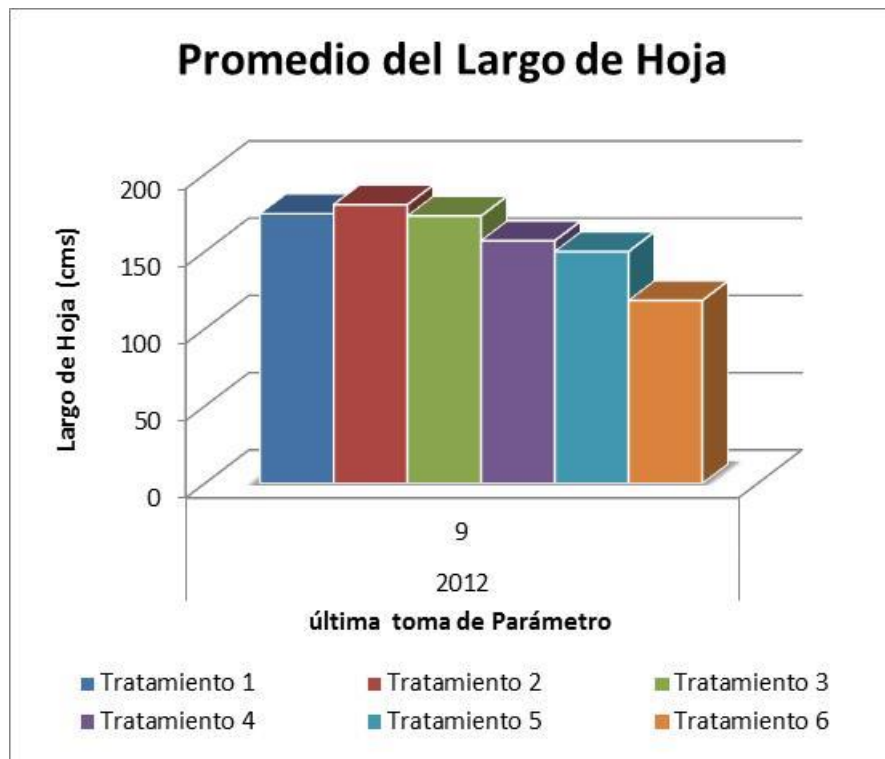


Figura 38: Grafica largo de hoja

Fuente: (Autor, 2013)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro largo de hoja, se observa que el testigo tuvo un menor crecimiento en comparación a los demás tratamientos, los tratamientos que tuvieron aplicaciones de fertilizantes también tienen diferencia significativa entre ellos, tal como se demuestra en la figura 38. Siendo el mejor de los tratamientos el T2 (Silicio + Solu-Feed).

#### d. Número de hojas

Cuadro 34: Análisis de varianza de la variable número de hoja

**NUMERO DE HOJA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO DE HOJA	24	0.67	0.58	3.91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16.33	5	3.27	7.23	0.0007
TRATAMIENTO	16.33	5	3.27	7.23	0.0007
Error	8.13	18	0.45		
Total	24.46	23			

Fuente: (Autor, 2013)

En los resultados de número de hoja el análisis de varianza nos indica que se rechaza la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es menor a 5% y se acepta la hipótesis alterna. Esto nos indica que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron, tiene efectos sobre el largo de hoja de palmas en fase de vivero y existe diferencia entre los tratamientos.

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos de largo de hojas de las palmas de vivero se obtuvo valor de R<sup>2</sup> 0.67. El coeficiente de variación es de 3.91 este se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos son confiables.

Para tener conocimiento sobre el mejor tratamiento que tuvo más número de hojas de las planta de vivero, se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

Cuadro 35: Análisis de prueba de comparación múltiple de medias, método de Tukey variable número de hojas

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.51010**

Error: 0.4516 gl: 18

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	15.65	4	0.34	A
T4	16.75	4	0.34	A B
T2	17.21	4	0.34	B
T1	17.48	4	0.34	B
T5	17.75	4	0.34	B
T3	18.26	4	0.34	B

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

Fuente: (Autor, 2013)



Con los resultados del método de Tukey podemos indicar, que los tratamientos tuvieron diferencias significativas. El tratamiento que tuvo menor número de hojas en las plantas de vivero fue el testigo y el T4 (fertilización granulada). Entre los tratamientos T2, T1, T5, T3 no tuvieron diferencias significativas. El tratamiento que se comportó con más número de hojas de las plantas de vivero fue el T3 (Solu-Feed).

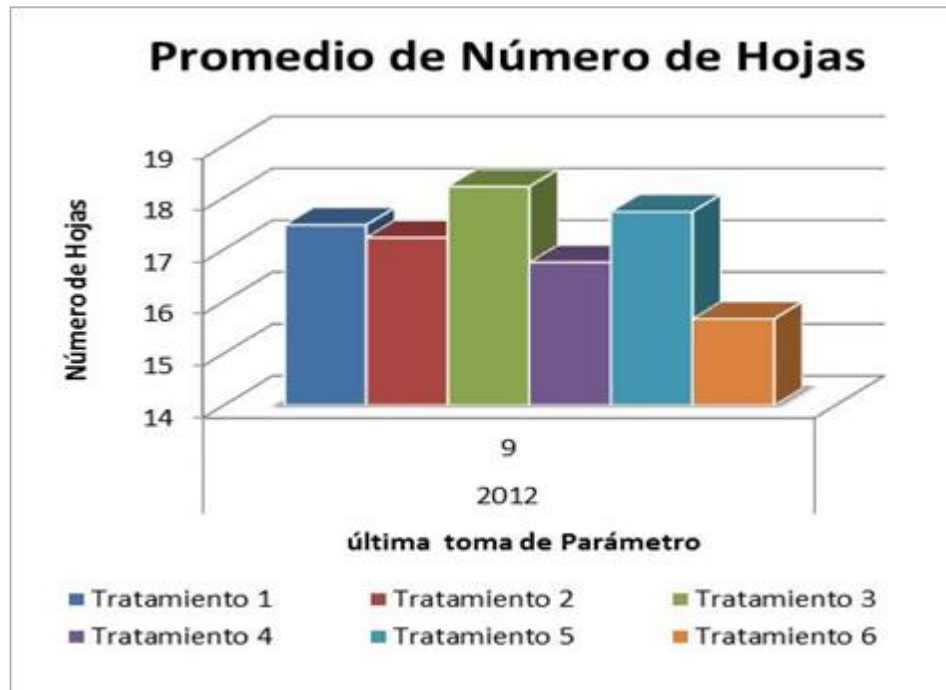


Figura 39: Graficas promedio número de hojas

Fuente: (Autor, 2013)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro número de hojas, se observa que el testigo tuvo un menor crecimiento en comparación a los demás tratamientos, los tratamientos que tuvieron aplicaciones de fertilizantes también tienen diferencia significativa entre ellos, tal como se demuestra en la figura 39. Siendo el mejor de los tratamientos el T3 (Solu-Feed).

## e. Largo de raíces

Cuadro 36: Análisis de varianza de la variable largo de raíces

LARGO DE RAICES (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LARGO DE RAICES (cm)	24	0.31	0.12	30.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6160.09	5	1232.02	1.63	0.2031
TRATAMIENTO	6160.09	5	1232.02	1.63	0.2031
Error	13616.31	18	756.46		
Total	19776.41	23			

Fuente: (Autor, 2013)

En los resultados de largo de raíces el análisis de varianza nos indica que se acepta la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es mayor a 5% y se rechaza la hipótesis alterna. Esto nos indica que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron no tiene efectos sobre el largo de raíz de las palmas en fase de vivero y no existe diferencia entre los tratamientos.

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos de largo de raíces de las palmas de vivero se obtuvo valor de  $R^2 = 0.31$ . El coeficiente de variación es de 30.12 este no se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos no son representativos para este ensayo. Esta diferencia pudo deberse a que el tamaño de la muestra que se utilizó para evaluar las raíces fue muy pequeña y no fue representativa ya que solo se utilizaron 5 plantas por tratamiento.

Debido a que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas para el largo de raíces no se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

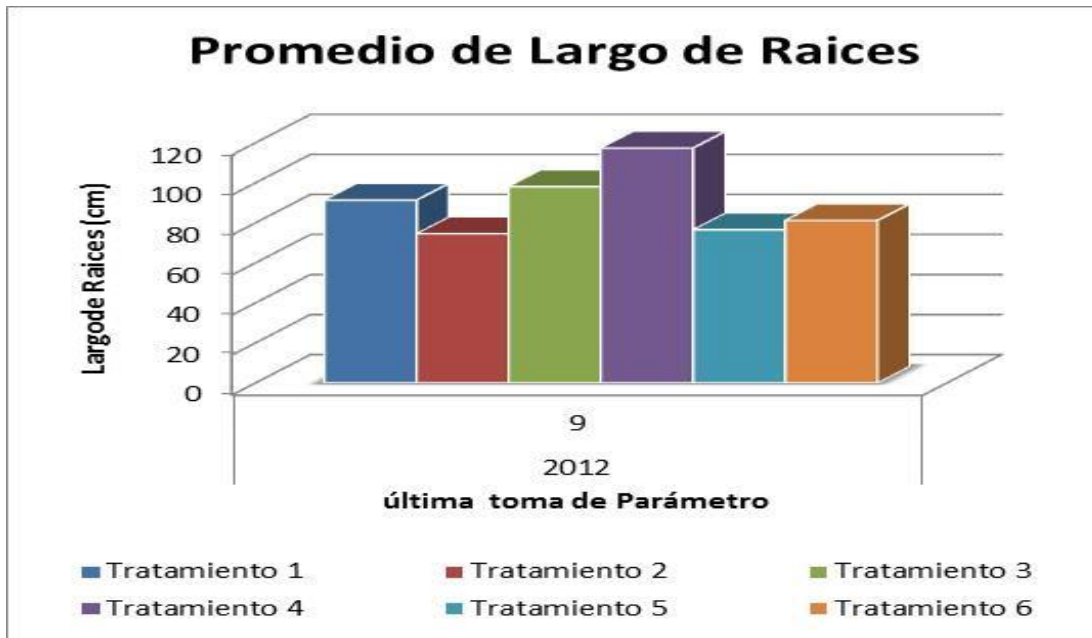


Figura 40: Grafica del promedio de largo de raíz

Fuente: (Autor, 2013)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro de largo de raíz, se observa que el T4 (fertilización granulada) se comportó de mejor manera, aunque el análisis estadístico no marco una diferencia significativa entre los tratamientos.

## f. Volumen de raíces

Cuadro 37: Análisis de varianza de la variable volumen de raíces

VOLUMEN DE RAICES (cm)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
VOLUMEN DE RAICES (cm)	24	0.22	0.01	25.72	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115587.75	5	23117.55	1.03	0.4300
TRATAMIENTO	115587.75	5	23117.55	1.03	0.4300
Error	404179.38	18	22454.41		
Total	519767.13	23			

Fuente: (Autor, 2013)

En los resultados de volumen de raíces el análisis de varianza nos indica que se acepta la hipótesis nula, esto debido a que el p-valor es mayor a 5% y se rechaza la hipótesis alterna. Esto nos indica que la utilización de los diferentes tipos de fertilizante que se evaluaron no tiene efectos sobre el volumen de raíces de las palmas en fase de vivero y no existe diferencia entre los tratamientos.

Según en el análisis de varianza de los resultados obtenidos de volumen de raíces de las palmas de vivero se obtuvo valor de  $R^2 = 0.22$ . El coeficiente de variación es de 25.72 este no se encuentra entre los límites de tolerancia. Esto nos indica que los datos del experimento y los cálculos estadísticos no son representativos para este ensayo. Esta diferencia pudo deberse a que el tamaño de la muestra que se utilizó para evaluar las raíces fue muy pequeña y no fue representativa ya que solo se utilizaron 5 plantas por tratamiento.

Debido a que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas para el largo de raíces no se procederá a realizar el análisis de comparación de medias por medio del método de Tukey.

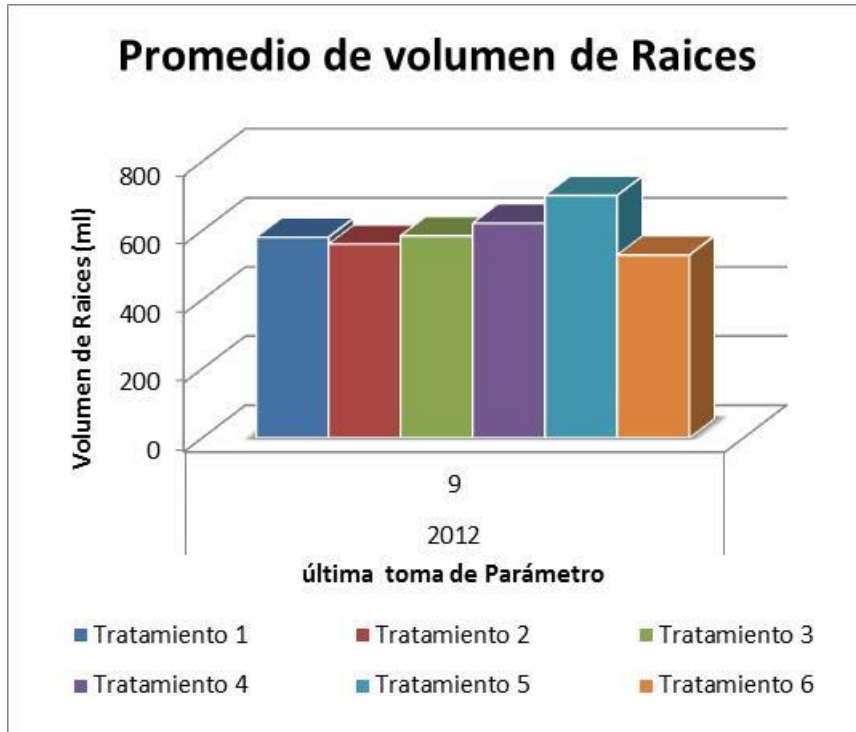


Figura 41: Grafica promedio de volumen de raíces

Fuente: (Autor, 2013)

El comportamiento de los tratamientos en el parámetro de volumen de raíz, se observa que el T5 (silicio) se comportó de mejor manera, aunque el análisis estadístico no marco una diferencia significativa entre los tratamientos.

### 3.3.4 Conclusiones

Con los datos obtenidos del análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de medias utilizando el método de Tukey se concluye que según la evaluación de los parámetros de crecimiento, el tratamiento que mejores resultados obtuvo fue el T2 (Silicio + Solu-Feed), con resultados muy similares se encuentra el T3 (Solu-Feed), posteriormente a estos se encuentra el T1 (Silicio + Fertilización granulada), seguido por T4 (fertilización granulada) y T5 (silicio) ambos comparten un comportamiento sin establecer una diferencia marcada. Por último se encuentra el testigo que en todos los parámetros de crecimiento se comportó inferior al resto de tratamientos.

### **3.4 SERVICIO: Monitoreo de la población de cochinillas en palma aceitera del vivero Saquijá**

#### **3.4.1 Objetivos**

- Monitorear el comportamiento de la población de cochinillas en plantas de palma aceitera en vivero Saquijá.
- Monitorear la incidencia de cochinillas en palmas de vivero.
- Graficar el comportamiento de la población de cochinillas en palmas de vivero.

#### **3.4.2 Metodología**

- Se realizó el muestreo del 1% de la población total de plantas para monitorear la incidencia y comportamiento de la población de cochinillas en palmas de vivero.
- El muestreo se realizó al azar.
- En el muestreo se tomó en cuenta el porcentaje de cochinillas que están presentes en las hojas jóvenes tomando como referencia hojas bifurcadas, palmeadas y flecha. También el porcentaje de cochinillas que están presentes en las hojas viejas tomando como referencia las hojas lanceoladas.
- Posteriormente de obtener datos de campo se procedió a graficar el comportamiento de la población de cochinillas de plantas en vivero.

### 3.4.3 Resultados

#### A. Descripción del muestreo de cochinillas en vivero

Para realizar el muestreo de incidencia de cochinilla se seleccionó el 1% de las plantas totales en vivero y se utilizó muestreo al azar. En el cuadro 38 se encuentra el detalle de la cantidad de plantas que se utilizó para el monitoreo.

Cuadro 38: Cantidad de plantas monitoreadas del comportamiento de la población de cochinillas

Descripción	No. De plantas
Plantas de vivero	67729
Platas muestreadas	677

Fuente: (Autor, 2012)

#### B. Porcentaje de cochinilla dependiendo la ubicación en la planta

En el cuadro 39 se indica el porcentaje de cochinillas que están presentes en las hojas nuevas tomando como referencia hojas bifurcadas, palmeadas y flecha. También el porcentaje de cochinillas que están presentes en las hojas viejas tomando como referencia las hojas lanceoladas.

Cuadro 39: Porcentaje de cochinillas/ ubicación en las palmas de vivero

ubicación de cochinillas en la planta	Porcentaje de cochinillas
Hojas jóvenes	12%
Hojas bajas	88%

Fuente: (Autor, 2012)



### C. Incidencia de cochinilla en vivero

La incidencia indica si hay presencia de cochinillas, no importando la cantidad de cochinillas que están presentes en las palmas. En el cuadro 40 se presenta la incidencia de cochinillas por gaveta del vivero.

Cuadro 40: Incidencia de cochinillas en vivero

Ubicación	Porcentaje de incidencia
Gaveta 1	100%
Gaveta 2	100%
Gaveta 3	100%
Gaveta 4	100%
Gaveta 5	64%
Gaveta 6	75%
Gaveta 8	54%
Gaveta 9	45%
Gaveta 10	71%
Gaveta 11	20%
Gaveta 12	38%

Fuente: (Autor, 2012)

### D. Cochinitas promedio por planta de vivero

La población promedio de cochinillas en plantas de vivero fue de 29 cochinillas/planta. En el cuadro 41 se presentan la cantidad promedio de cochinillas presentes en las plantas de vivero, no importando la ubicación de las mismas en las palmas, (si se encuentran en hojas viejas (lanceoladas), o hojas nuevas (bifurcada, palmeada o flecha)).

Cuadro 41: Cantidad promedio de cochinilla/planta

<b>Ubicación</b>	<b>Cochinillas/palma</b>
Gaveta 1	64
Gaveta 2	82
Gaveta 3	72
Gaveta 4	55
Gaveta 5	8
Gaveta 6	12
Gaveta 8	7
Gaveta 9	9
Gaveta 10	6
Gaveta 11	0.4
Gaveta 12	1.12

Fuente: (Autor, 2012)

### **E. Comportamiento de la población de cochinillas en plantas de palma aceitera del vivero Saquijá**

El comportamiento de la población de cochinillas en vivero fue disminuyendo a lo largo del tiempo, tomando como partida y comparación el primer muestreo que se realizó el 12 de abril del 2012. Dicho muestreo es el que se utilizó para hacer toda la comparación de los muestreos. En el segundo muestreo que se realizó el 1 de mayo la población disminuyó 5%. En el tercer muestreo que se realizó el 8 de mayo, disminuyó 67%. El cuarto muestreo que se realizó el 23 de mayo disminuyó el porcentaje de cochinillas 81% y en el quinto muestreo del 28 de mayo, disminuyó 84% comparado con el primer muestreo. El sexto muestro del 4 de junio la población de cochinillas aumentó 1% en relación al muestreo inicial. El séptimo muestreo de fecha 12 de junio disminuyó 89%. El octavo muestreo de fecha 18 de junio disminuyó 96%. El octavo muestreo de fecha 18 de junio disminuyó 92% comparado al primer muestreo. El noveno muestreo de fecha 25 de junio aumentó 4% comparado al octavo muestreo y disminuyó el 92% comparado al muestreo inicial. El décimo y onceavo muestro disminuyó el 95% en relación del muestreo inicial. En el cuadro 42 se muestra detalladamente el comportamiento de la población de cochinillas en el vivero Saquijá.

Cuadro 42: Población de cochinillas en vivero Saquijá

No. De muestreo	Fecha de muestreo	Promedio de cochinillas/planta	Porcentaje cochinillas	Disminución de cochinillas
1	Muestreo 12/04/2012	82	100%	0%
2	Muestreo 1/05/2012	78	95%	5%
3	Muestreo 8/05/2012	27	33%	67%
4	Muestreo 23/05/2012	16	19%	81%
5	Muestreo 28/05/2012	13	16%	84%
6	Muestreo 04/06/2012	14	17%	83%
7	Muestreo 12/06/2012	9	11%	89%
8	Muestreo 18/06/2012	3	4%	96%
9	Muestreo 25/06/2012	7	8%	92%
10	Muestreo 02/07/2012	4	5%	95%
11	Muestreo 09/07/2012	4	5%	95%

Fuente: (Autor, 2012)

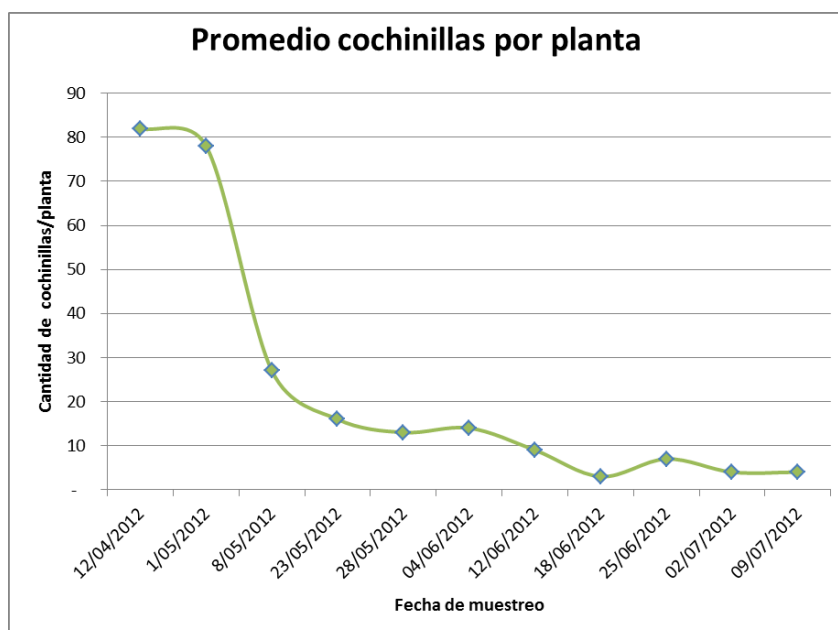


Figura 42: Comportamiento de la población de cochinillas por planta de palma aceitera en vivero Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

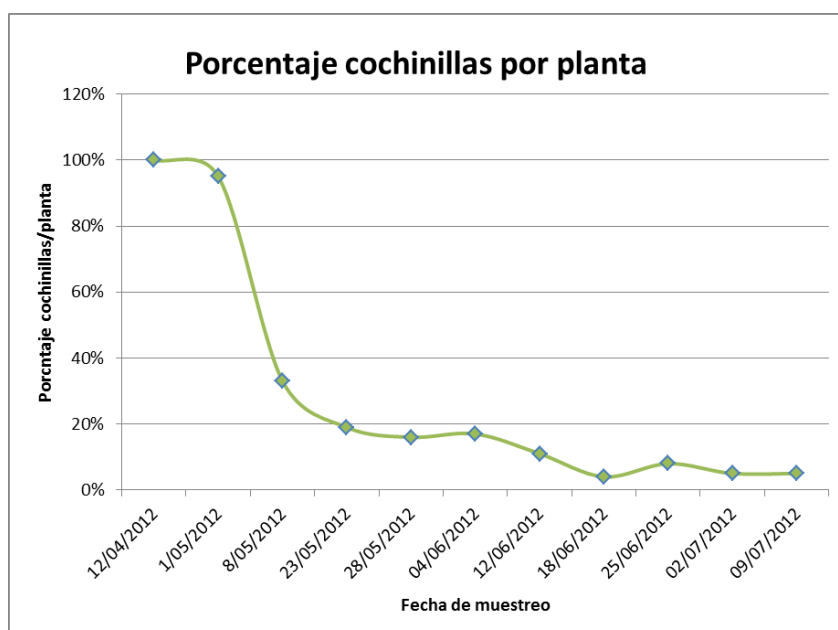


Figura 43: Comportamiento en porcentaje de la población de cochinillas por planta de palma aceitera en vivero Saquijá

Fuente: (Autor, 2012)

#### **3.4.4 Conclusiones**

Con apoyo del monitoreo de la población de cochinillas por palma del vivero Saquijá se observó la disminución de los individuos a medida que transcurría el tiempo.

La población promedio inicial de cochinillas por palma fue de 82 individuos, y el promedio de la población final de cochinillas por palma fue de 4 cochinillas por palma de vivero.

### 3.4.5 Bibliografía

1. López Bautista, EA. 2008 Diseño y análisis de experimentos fundamentos y aplicaciones de agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 176 p.
2. Raygada Zambrano, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Lima, Perú, Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA) / Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache-Uchiza (PRODATU). 104 p.
3. Reyes, R; Rodríguez, N; Peña, E; Bastidas, S. 2008. Crecimiento en vivero de materiales comerciales de palma aceitera en Tumaco, Colombia. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria 9(2):12-18.
4. Sandoval, A. 2011. Paquete tecnológico palma de aceite. México, Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. 16 p.