

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES



TESIS

ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECOLECTA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO  
PARA PROLONGAR LA VIABILIDAD DEL GRANO DE POLEN DE PALMA  
AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), LAS PALMAS S.A, LA GOMERA,  
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

MARÍA JOSÉ LABÍN GÓMEZ

GUATEMALA, MARZO 2016



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECOLECTA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO  
PARA PROLONGAR LA VIABILIDAD DEL GRANO DE POLEN DE PALMA  
AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), LAS PALMAS S.A, LA GOMERA,  
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVESIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARÍA JOSÉ LABÌN GÓMEZ**

**En el acto de investidura como**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO**

**DE LICENCIADO**

**Guatemala, marzo 2016**



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

**RECTOR**

**Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

**JUNTA DIRECTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr. MARIO ANTONIO GODINEZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO	Dr. TOMAS ANTONIO PADILLA CÁMBARA
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.Sc. CESAR LINNEO GARCÍA CONTRERAS
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	Pr. Agr. VICTOR JUAN JOSÉ CANÁ AGUILAR
VOCAL QUINTO	M.E.H RUT RAQUEL CURRUCHICH CÚMEZ
SECRETARIO	Ing. Agr. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN

**GUATEMALA, MARZO 2016**

Guatemala, marzo 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 tesis titulado

**“ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECOLECTA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO  
PARA PROLONGAR LA VIABILIDAD DEL GRANO DE POLEN DE PALMA AFRICANA  
(*Elaeis guineensis* Jacq), LAS PALMAS, S.A, LA GOMERA, ESCUINTLA,  
GUATEMALA C.A.”**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado. Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MARIA JOSE LABIN GOMEZ

## **ACTO QUE DECICO**

### **A DIOS:**

Por fortalecerme en todo momento con su bendición y sabiduría en los momentos buenos y malos de mi vida, y guiarme por el camino correcto para ser una mujer de bien

### **A MIS PADRES**

Adela de Labín y José Enrique Labín, por su confianza, esfuerzo y apoyo incondicional en mi formación académica y personal, y demostrarme que las cosas buenas cuestan pero con dedicación y fe en DIOS, todo tiene su buena recompensa. Los amo mucho.

### **A MIS HERMANOS**

José Enrique Labín, Juan Luis Labín y Andrés Alberto Labín por sus consejos y apoyo incondicional, ya que representan para mí un ejemplo de lucha, superación y éxito, mas sin embargo me brindaron momentos especiales el cual hacían valorar mis esfuerzos a lo largo de mi formación académica los amo con todo mi corazón.

### **A MIS ABUELOS**

José Labín, Elsa Ordoñez, QEPD Francisco González y Marta Gómez, por sus consejos.

### **A MIS TIOS**

Alba Celeste González, Adolfo Gonzalez, Alfredo González, Francisco González y Nora Carrillo gracias ser parte de mi vida por todo su cariño y apoyo brindado durante este camino los quiero mucho tíos.

### **A MIS PRIMOS**

José Fernando González, Luis Armando González y Cecilia Melgar por brindar su alegría y amistad.

### **A MIS CUÑADAS**

Rada Manar Talgi e Izabel Cecilia Alfaro Por su apoyo las quiero mucho.

## **A MIS AMIGOS**

Dorita González, Paola Díaz, Familia Contreras Trejo, Allan Cardona, por los años de amistades los quiero muchos, Edgar Anleu y Sergio Sánchez por todo el cariño brindado durante mucho tiempo los quiero mucho

## **A MIS COMPAÑEROS**

Celeni Batres, Rony Garzaro, Yeimy Cuadra, Gustavo Marroquín, Jorge Monzón, William García, Luiswing Escobar, Steve Surec, Jorge López, Alejandra Marroquín, Brixia de Díaz, Andrea Mencos, Andrea Miron, Andreita Doria, Edgar Barrios y Ana Montejó, gracias por ser parte de mi vida.



## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA,**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** mi casa de estudios.

**FACULTAD DE AGRONOMIA,** por tus conocimientos proporcionados a mi formación académica.

## AGRADECIMIENTOS

### A:

Dr. Ing. Agr. **Marco Tulio Aceituno**: por su apoyo profesional y especialmente por su amistad y sus valiosos consejos, ejecución del presente trabajo

Ing. Agr. **Luis Rodolfo Montes**: por su supervisión profesional.

Ing. Agr. **Manuel De Jesús Martínez**: por su asesoría profesional, apoyo, y valiosa colaboración en la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. **Juan Alberto Herrera Ardón**: por su asesoría profesional, apoyo, y valiosa colaboración en la realización de la presente investigación.

Ing. **Oscar Molina**: por brindarme la oportunidad y el apoyo para realizar mi tesis, en tan prestigiosa empresa.

Ing. Agr. **Julián Andrés Salamanca**: por su asesoría y enseñanzas, profesional en la realización de la presente investigación.

Ing. Agro. **Sergio Sánchez Meza**: Por su amistad y valiosa colaboración en esta investigación.

Bachiller. **Douglas Danilo Magarín**: Por su amistad y valiosa colaboración en esta investigación

**A Industria Jabones y Detergentes (Las Palmas S, A)**, por el apoyo técnico en la realización y culminación de este estudio científico.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	viii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Marco conceptual .....	3
2.1.1 Historia de la palma africana .....	3
2.1.2 Taxonomía y morfología de la palma africana.....	4
2.1.3 Anatomía y fisiología de los crecimientos de las inflorescencias de la palma africana.....	6
2.1.4 Condiciones climáticas.....	14
2.1.5 Polinizadores.....	16
2.2 Marco referencial.....	19
2.2.1 Altura sobre el nivel del mar .....	20
2.2.2 Superficie geográfica.....	20
2.2.3 Vías de acceso.....	21
2.2.4 Suelo y vegetación .....	21
2.2.5 Precipitación.....	21
2.2.6 Clima .....	22
2.2.7 Zona de vida.....	22
2.2.8 Uso actual de la tierra .....	22
3. OBJETIVOS.....	31
3.1 OBJETIVOS GENERALES .....	31

	Página
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
4. METODOLOGÍA .....	32
4.1 Material y equipo .....	32
4.1.1. Materiales para el monitoreo de recolecta de polen en inflorescencia masculina .....	32
4.1.2. Material para el aislamiento de inflorescencias masculinas .....	32
4.1.3. Material para la recolecta de polen en inflorescencias masculina .....	32
4.1.4. Materiales de tamizado de polen.....	33
4.1.5. Materiales de secado de polen.....	33
4.1.6. Material y equipo específico para la prueba de viabilidad .....	33
4.1.7. Materiales para el almacenamiento de polen .....	34
4.1.8. Materias para el embalaje de polen. ....	34
4.1.9. Materiales para el transporte de polen .....	34
4.2 La recolecta del polen. ....	35
4.3 Aislamiento de la inflorescencia masculina. ....	35
4.4 Preparación del medio de cultivo para la prueba de viabilidad del polen. ....	38
4.5 Almacenamiento y transporte de polen .....	40
4.6 Diseños experimentales: .....	41
4.6.1 Para la variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor día de recolecta se usó un diseño en bloques al azar.....	42
4.6.2 Para el variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor tipo de hielo utilizado en el transporte del mismo se usó un diseño completamente al azar. ....	42
4.7 Modelos estadísticos: .....	42

	Página
4.7.1 Diseño en bloques al azar .....	42
4.7.2 Diseño completamente al azar .....	42
5. RESULTADOS.....	43
5.1 Eficiencia de jornal por ha .....	43
5.2 Determinación del porcentaje de floración durante los diferentes días de antesis. ....	46
5.3 Criterios y momento oportuno de colecta del grano de polen en inflorescencia masculina de palma africana.....	55
5.4 Requerimientos de insumos y procedimientos para la recolecta, almacenamiento y transporte del grano de polen.....	60
5.4.1 Recolecta .....	60
5.4.2 Almacenamiento.....	70
5.4.3 Transporte .....	76
5. CONCLUSIONES .....	78
7. RECOMENDACIONES .....	79
8. BIBLIOGRAFIA .....	80
9. ANEXO .....	82

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación botánica de la palma africana <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. ....	4
Cuadro 2. Características de los estados fenológicos de las inflorescencias en la especie <i>Elaeis guineensis</i> .....	12
Cuadro 3. Duración del ciclo fenológico de la floración de <i>Elaeis guineensis</i> .....	13
Cuadro 4. Descripción de las funciones de cada parte de la inflorescencia, .....	14
Cuadro 5. Datos generales del Material DELI – EKONA.....	24
Cuadro 6. Datos generales del material Deli- GHANA. ....	26
Cuadro 7. Datos generales del material DELI * NIGERIA .....	28
Cuadro 8. Datos generales del material DELI * LAME .....	30
Cuadro 9. Datos del monitoreo en el muestreo inicial .....	43
Cuadro 10. Eficiencia del monitoreo en el muestreo inicial .....	44
Cuadro 11. Datos del monitoreo en el muestreo final .....	45
Cuadro 12. Eficiencia de monitoreo en el muestreo final .....	45
Cuadro 13. Porcentaje de floración en día de antesis en inflorescencia masculina .....	47
Cuadro 14. Porcentaje de viabilidad en los diferentes días de antesis. ....	55
Cuadro 15. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen en base al día de recolecta. ....	56
Cuadro 16. Prueba de Tukey para el porcentaje de viabilidad del polen en base al día de recolecta. ....	57
Cuadro 17. Cantidad de polen en los diferentes días de antesis. ....	57
Cuadro 18. Porcentaje de viabilidad en los tres métodos de transporte de polen. ....	58
Cuadro 19. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen en base al tipo de hielo utilizado en el transporte.....	59
Cuadro 20. Prueba de Tukey para el porcentaje de viabilidad del polen en base al tipo de hielo utilizado en el transporte. ....	59
Cuadro 21A. Tamaño de Bolsas Aisladoras.....	82
Cuadro 22A. Formato para la identificación de aislamiento en campo.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Representación gráfica del crecimiento y desarrollo de una inflorescencia.....	7
Figura 2. Parte de la inflorescencia .....	8
Figura 3. Inflorescencia femenina y sus partes. a. inflorescencia femenina, b. bráctea pedúnculo, c. pedúnculo, d. raquila. e. Botón floral, g. flor en antesis, h. flor polinizada, i.flor en senescencia.....	9
Figura 4. Inflorescencia masculina y sus partes. a. Inflorescencia masculina. b. Prófilo y bráctea pedúnculo. c. Detalle del pedúnculo. d. Raquis. e. Raquillas o espiguillas. f. Detalle de espinas florales sobre la raquila. g. Flores en estado de antesis. ....	10
Figura 5. Insecto polinizador <i>Elaeidobius kamerunicus</i> .....	16
Figura 6. Insecto polinizador en la inflorescencia masculina.....	17
Figura 7. Obtención de semillas comercial Ternera mediante el cruce de las variedades Dura y Pisifera con porcentajes de endospermo, mesocarpio y mesocarpio en los frutos. ....	18
Figura 8. Mapa de Finca San Antonio 3 .....	19
Figura 9. Mapa finca la Acacias .....	20
Figura 10. Mapa de ruta de acceso.....	21
Figura 11. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica.....	23
Figura 12. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica.....	25
Figura 13. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica.....	27
Figura 14. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica.....	29
Figura 15. Serie de fotografías con los pasos para aislar las inflorescencias masculinas en estado de Pre-Antesis: a) limpieza de área de la inflorescencias, b) Eliminación de bráctea en la base del pedúnculo, c) identificación de inflorescencias en estado de preantesis, d) Aislamiento de inflorescencia masculina en pre- antesis e) Identificación de aislamiento f) Inflorescencia aisladas en etapa de pre- antesis y antesis.....	37

Figura 16. Fotografías que muestran el procedimiento para la preparación de medios de cultivo: a) materiales para la preparación del medio de cultivo, b) Preparación de Medio Semi Solido, c) colocación de medio de cultivo en cajas petri, d) Inoculación de grano de polen, e) Tiempo de germinado del tubo polínico polen, f) Polen germinación del grano de polen visto en microscopio 10X. ....	40
Figura 17. Inflorescencia masculina y sus partes.....	46
Figura 18. Fotografía día 1 de antesis: a) Inflorescencia inicio de antesis, b) Flor cerrada día 1 de antesis. ....	48
Figura 19. Fotografía día 2 de antesis: a) Inflorescencia de antesis día 2, b) Flor cerrada en día 2 antesis. ....	49
Figura 20. Fotografía día 3 de antesis: a) Inflorescencia en antesis día 3 b) Apertura de flor en día 3. ....	50
Figura 21. Fotografía día 4 de antesis: a) Inflorescencia en antesis día 4, b) apertura de flor en día 4 .....	51
Figura 22. Fotografía día 5 de antesis: a) Inflorescencia en antesis en día 5, b) flor abierta con polen en día 5. ....	52
Figura 23. Fotografía día 6 de antesis: a ) Inflorescencia masculina en antesis día 6, b) Flor con polen.....	53
Figura 24. Fotografía día 6 de antesis: a) Fin de la antesis en la inflorescencia, b) Flor abierta sin polen.....	54
Figura 25. Porcentaje de Viabilidad en los diferentes días de antesis .....	56
Figura 26. Cantidad de polen en gramos .....	58
Figura 27. Evaluación de 3 diferentes tipos de hielo para el transporte de polen .....	60
Figura 28. Serie de fotografías que muestran las actividades realizadas para recolectar polen.....	61
Figura 29. Inflorescencia femenina en Pre – antesis.....	62
Figura 30. Inflorescencia Femenina en Antesis.....	62
Figura 31. Inflorescencia Masculina en Pre – Antesis: a) café, b) verde .....	63
Figura 32. Inflorescencia Masculina en antesis.....	63



	Página
Figura 33. Etapa de Pre–antesis color verde. ....	65
Figura 34. Etapa de Pre–antesis de color café.....	65
Figura 35. Limpieza de hojas e Inflorescencias.....	66
Figura 36. Embolse de Inflorescencias .....	66
Figura 37. Revisión de Inflorescencia. ....	68
Figura 38. Corte de Inflorescencias en Antesis.....	68
Figura 39 Recolecta de polen.....	69
Figura 40. Fotografía que muestra el polen recolectado, con impurezas.....	69
Figura 41.Tamizador de polen.....	71
Figura 42.Proceso de tamizado a) polen con impureza, b) Impurezas, c) polen tamizado.....	71
Figura 43. Polen Fresco: a) polen fresco, b) tara de polen fresco.....	72
Figura 44. Secador de Polen.....	73
Figura 45. Peso de polen Seco. ....	73
Figura 46.Granos de polen <i>Elaeis guineensis</i> Jacq, visto en un aumento de 10X.....	74
Figura 47 . Estados de Germinación. a) Grano de polen sin germinar, b) Grano de polen germinado, c) Tubo polínico. ....	75
Figura 48. Almacenamiento de polen.....	76
Figura 49. Embalaje de polen.....	77
Figura 50. Transporte de polen .....	77
Figura 51A. Formato de identificación de inflorescencia .....	83
Figura 52A. Tipo de bolsa .....	83
Figura 53A. Recolecta de polen en bolsas aisladoras.....	84
Figura 54 A. Tamizado de polen .....	84
Figura 55A. Formato de registro de almacenamiento .....	85
Figura 56A. Etiqueta de viabilidad.....	85

## RESUMEN

**“ESTUDIO DEL MÉTODO DE RECOLECTA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO PARA PROLONGAR LA VIABILIDAD DEL GRANO DE POLEN DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), LAS PALMAS, S.A, LA GOMERA, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.”**

**AN APPROACH ON THE METHOD OF COLLECTING, TRANSPORTING AND STORAGING POLLEN GRAINS OF AFRICAN OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq) IN ORDER TO INCREASE THEIR VIABILITY, AT “LAS PALMAS” S. A. FARM, LA GOMERA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

La empresa las palmas se dedica a la producción de aceite vegetal y sus derivados por medio del cultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), dicha empresa cuenta con 7 finca: San Antonio I. San Antonio II, San Antonio III, San Jorge, Acacias, Alfa, San Francisco, que se encuentra localizada en municipio de la gomera, kilómetro 124.5 carretera a Sipacate, Departamento de Escuintla.

La finca San Antonio 3 cuenta con 180 hectáreas de extensión. Acacias es una de las fincas de las casi 1225 hectáreas cultivadas con híbridos de palma africana que la empresa de LAS PALMAS S.A. posee. Debido a que los híbridos son materiales de porte bajo (20–30 cm de crecimiento anual), lo cual alarga la vida útil de la plantación de 30 a 40 años, es tolerante a diferentes plagas y enfermedades, y posee un aceite de excelente calidad nutricional, lo hace un material muy atractivo para los palmicultores.

Este trabajo fue realizado con el fin de recolectar, almacenar y transporta el grano de polen, ya que la polinización es una etapa imprescindible para garantizar una buena productividad de frutos en plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), la abundancia de frutos fértiles garantizan una mayor producción de aceite y por ende un mayor rendimiento.

La empresa Las palmas S.A. cuenta con plantaciones en la costa sur de Guatemala, en donde puede darse las condiciones adecuadas para tener una alta producción de polen, lo cual puede aprovecharse como un sub-producto para la venta a otras plantaciones con problemas de cuaje de fruto derivado escasez de polen.

El número adecuado de inflorescencias masculinas es de un mínimo de 5 por hectárea, debido a que existen empresas que tienen establecimiento de áreas de producción con un menor número de inflorescencias existe problemas de polinización; en la actualidad no se cuenta con una empresa que se dedique a la comercialización directa en Guatemala de polen para garantizar la homogeneidad de la producción de estas empresas, por lo que la empresa Las palmas S.A. quiere cubrir esta demanda insatisfecha.

Como una alternativa de solución a este problema se ha optado por coleccionar polen en plantaciones con abundante producción del mismo, para después de la colecta, poder utilizarlo para polinizar de forma manual las plantaciones con baja producción de polen y así garantizar una mayor cantidad frutos y por tanto un mejor rendimiento de aceite.

Por estas razones es que se plantea las labores de recolecta, almacenamiento y transporte de polen para utilizarlo en polinización asistida; en esta investigación se desea evaluar la calidad, la cantidad de polen disponible en las plantaciones productoras e identificar la etapa de floración de las inflorescencias masculinas en la que se produce más polen, para luego proceder a la colecta del mismo y evaluar su viabilidad a nivel de laboratorio. Posteriormente se evaluará la mejor manera de conservar y transportar el polen para mantener la viabilidad, para luego realizar la polinización asistida a las inflorescencias femeninas de las plantaciones donde exista baja producción de polen.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en Guatemala, ha tenido un desarrollo acelerado en los últimos años, Siendo una fuente muy eficiente en la producción de aceite, debido a que tiene un alto rendimiento y se adapta bien a los climas y suelos de nuestro país.

En Guatemala al año 2013, se producen como promedio 350 mil toneladas de aceite crudo anualmente, mientras que el consumo por diversos alimentos y productos es de 278 mil toneladas. Si se considera que la población Guatemalteca es de 14 millones, entonces se tendría un consumo per cápita de 25 kilos (Grepalma, 2014), lo que sería un poco bajo si se compara con el consumo que tienen otros países, por ejemplo: Estados Unidos que consume cerca de 54.9 kilos per cápita y Europa con 57.3 kilos per cápita (Grepalma, 2014).

En cuanto a la producción mundial de este tipo de aceite, se tiene que Asia produce un 88.3%, América el 5.4 %, África el 4.7% y Oceanía el 1.6%. Esto indica que el continente americano, tiene un alto potencial para desarrollar este cultivo.

La palma africana en comparación con otros cultivos, ofrece una serie de ventajas, entre las que se pueden mencionar: a) En el área social siendo es una fuente de trabajo local, lo cual genera más empleo, debido a que la mayoría de sus labores agrícolas no son mecanizadas principalmente el corte del fruto. b) En el área Ambiental se establece un sistema sostenible, por ser un cultivo perenne. c) En el área económica, porque posee una alta producción por unidad de área.

La palma africana ha venido a constituirse en un cultivo de suma importancia para el país, no solo desde el punto de vista agrícola sino también para la industria, lo cual coadyuva al desarrollo de Guatemala ya que inclusive este cultivo se encuentra diseminado en las diferentes regiones del país las cuales son: la Costa sur, en el nororiente en los departamentos de Izabal y las Verapaces, en el departamento de Quiché y en el sur de departamento de Petén (Grepalma, 2014), evitando así que se concentre en un solo lugar.

Naturalmente como en cualquier cultivo, la palma africana tiene sus problemas de índole agrícola, como lo son el control de malezas, las plagas y enfermedades, así como de fertilidad, riegos, drenajes, etc. Pero entre todos ellos destaca el bajo índice de polinización que presentan algunas plantaciones, lo cual reduce drásticamente su productividad.

Para resolver esta situación se pueden tomar varias acciones, principalmente obtener provisiones adecuadas de polen vigoroso y fértil y de esta manera poder llevar a cabo una polinización asistida en área de poca disponibilidad de inflorescencias masculinas y de esta manera garantizar una buena producción.

Debido a las razones anteriormente mencionadas, la importancia de una metodología adecuada de la prolongación de la vida del grano de polen para aprovechar la disponibilidad y mantener una uniformidad en los rendimientos de producción se plantea esta investigación utilizando parámetros técnicos así como métodos adecuados para esta actividad y de esta manera contribuir con la agroindustria palmera.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 Marco conceptual**

El cultivo de la palma tiene un manejo agrícola e industrial lo cual es muy sencillo, este cultivo es de alto rendimiento y es una buena opción para las tierras bajas en las regiones tropicales, la producción oscila desde 12- 14 racimos por año de 20 a 30 kg cada uno. Comienza a producir des los 18 y 24 meses (Grepalma, 2014).

#### **2.1.1 Historia de la palma africana**

La palma de aceite es una planta tropical de climas cálidos que crece en altitudes de 0 a 500 msnm. Su nombre científico es *Elaeis guineensis* Jacq su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África Occidental por eso su denominación popular es palma africana de aceite (García, 2006)

Su introducción a América se atribuye a los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses, que usaban como parte de su dieta alimenticia. El registro histórico de la palma de aceite es escaso, Clusius en 1605 expuso que la palma se encontraba en la costa de Guinea y que el fruto, después de añadir la harina de cierta raíz era usada por los portugueses de San Thomé para alimentar a sus esclavos durante el viaje América (García, 2006).

Los indicios lingüísticos también apoyan fuertemente el origen africano occidental de la palma de aceite todos los nombres de la palma con cortos y pueden traducirse directamente solo para significa palma de aceite (Sag, 2006).

La palma africana crece naturalmente cerca de los ríos en donde están sujetas a menos competencia de flora selvática, por lo tanto penetra más luz y donde habiendo mucha humedad, esta no es excesiva para la palma (Sag, 2006).

En Guatemala se tiene un registro en el cual se inicia formalmente la siembra de palma de aceite en áreas antes destinada al algodón, fue en el año 1991 y 1992 que se cosecharon los primeros frutos de este cultivo (Grepalma, 2014).

### 2.1.2 Taxonomía y morfología de la palma africana

La palma de aceite es una planta perenne, cultivada para la extracción de aceite. La palma de africana es una especie monoica que producen inflorescencia masculina y femenina por separado, los ciclos femeninos y masculinos alternos evitando autofecundaciones. Una inflorescencia femenina se convierte en un racimo con frutos maduros, de color rojo amarillentos, después de cinco meses a partir de su apertura de las flores. El número de hojas producidas por palma por año es variable, de acuerdo a la edad y los factores genéticos (Infoagro, 2014).

#### 2.1.2.1 Tamaño

La palmera monoica con tronco erecto solitario que puede alcanzar más de 40 m de altura en estado natural. En cultivos industriales para la obtención de aceite su altura se limita a 10 a 15 m de altura, con un diámetro de 30 – 60 cm cubierta de cicatrices de hojas viejas (Infoagro, 2014).

En el cuadro 1 se puede observar el resumen de la clasificación botánica de la palma africana.

Cuadro 1. Clasificación botánica de la palma africana *Elaeis guineensis* Jacq.

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

Fuente: Infoagro, año 2014

### 2.1.2.2 Sistema radicular

Poseen raíces de anclaje, raíces primarias, raíces secundarias, raíces terciarias.

Las raíces en su mayor parte son horizontales. Se encuentran en los primeros 50 cm del suelo, las raíces primarias descienden en el suelo y algunas llegan hasta a 4.5 m de la superficie, el número es muy variado y continúan produciéndose a lo largo de la vida de la palma. La distribución de raíces en el suelo depende grandemente de las condiciones de suelo. Las raíces se encuentran en las interlíneas, como a 3 o 4 m de la palma (ASD, 2006).

Las funciones principales de la raíz son:

- a.- Absorción de agua y minerales (nutrientes) del suelo.
- b.- Anclaje del cuerpo de la planta.
- C.- Translocación del agua y minerales al tallo y de algunos productos fotosintéticos más allá de tronco

### 2.1.2.3 Tallo o tronco

Un solo punto de crecimiento (Tronco), es de forma cilíndrica y cubierto con las bases de las hojas de los años anteriores, el diámetro es normalmente de 45-68 cm, la circunferencia es más o menos de 355 cm, pero la base comienza más gruesa. La proporción anual de elongación del tronco está entre 35 -75 cm (En Malasia hay un promedio de elongación de 45 cm anuales). Con este crecimiento en altura de las palmas la cosecha de la fruta llega a ser muy difícil ya después de 15 años de edad. Los cruces interés específicos entre *E. guineensis* y *E. oleífera* han tenido un incremento en el crecimiento anual muy bajo y han atraído el interés de los fitomejoradores (ASD, 2006).

Las funciones del tronco:

- a.- El soporte de las hojas y su exposición sistemática (Filotaxia) para maximizar la intercepción de la luz por las hojas.
- b.- El soporte de inflorescencias tanto masculinas como femeninas.
- c.- La translocación de agua, minerales y productos de la fotosíntesis.
- d.- El almacenamiento de nutrientes y líquidos, sirve de reservorio o depósito.



#### **2.1.2.4 Hojas**

Bajo condiciones normales, el tronco sostiene entre 40 y 56 hojas. Produce entre 20 a 30 hojas por año. Usualmente se obtiene una proporción de 3 hojas por cada racimo producido. La mayoría de las palmas adultas producen un promedio entre dos y tres hojas nuevas cada mes. Las hojas son de color verde, tienen un largo de 6 a 8 m y están arregladas en espirales sobre el tronco. Si se mira desde arriba, se observa que en la mayoría de las palmas el espiral del estípote corre en sentido de las agujas del reloj de arriba hacia abajo. El eje de la hoja se divide en una parte basal o más ancha, en cuyos bordes aparecen espinas planas, gruesas, agudas y un raquis en el que se insertan los folíolos (ASD, 2006).

Las partes de una hoja de palma son:

- a.- base de la hoja
- b.- peciolo
- c.- raquis
- d.- Foliolos

#### **2.1.3 Anatomía y fisiología de los crecimientos de las inflorescencias de la palma africana**

Las flores de la palma de aceite no se encuentran en forma individual, sino agrupadas en una estructura llamada inflorescencia. En una misma palma es posible encontrar inflorescencias de sexo masculino y de sexo femenino separadas y en diferentes estados de desarrollo. Debido a esta característica, la palma de aceite es clasificada como planta monoica.

La inflorescencia es un espádice compuesto por un raquis o eje central y una serie de espigas ordenadas a su alrededor en espiral, similar a la que se observa en la distribución de las hojas.

Cada vez que se forma una nueva hoja, en su axila se origina una inflorescencia, que puede ser masculina, femenina o hermafrodita. A los veinte meses de formarse las



después de que se ha completado la antesis. La inflorescencia femenina está constituida por un raquis central sobre el cual están distribuidos en espirales espigas que terminan en una punta dura. Las flores femeninas tienen tres estigmas carnosos, de colores blanco cremoso mientras son receptivos, y luego color rosado o rojo, hasta que se secan. La receptibilidad de los estigmas dura más de dos o tres días (ASD, 2006).

### 2.1.3.2 Morfología de la inflorescencia

Morfológicamente, una inflorescencia es la disposición de cierto número de estructuras sobre las ramas o la extremidad del tallo y se desarrolla en la axila de una hoja. La inflorescencia consta de un eje principal llamado raquis conformado por espiguillas o raquillas dispuestas en espiral a su alrededor, y a su vez éstas poseen espinas florales en cuyas axilas nacen las flores. El raquis está unido al tallo por un pedúnculo fuerte, de donde nacen dos estructuras fibrosas llamadas bráctea peduncular y prófalo, que cubren toda la inflorescencia durante la mayor parte de su desarrollo (ver figura 2).

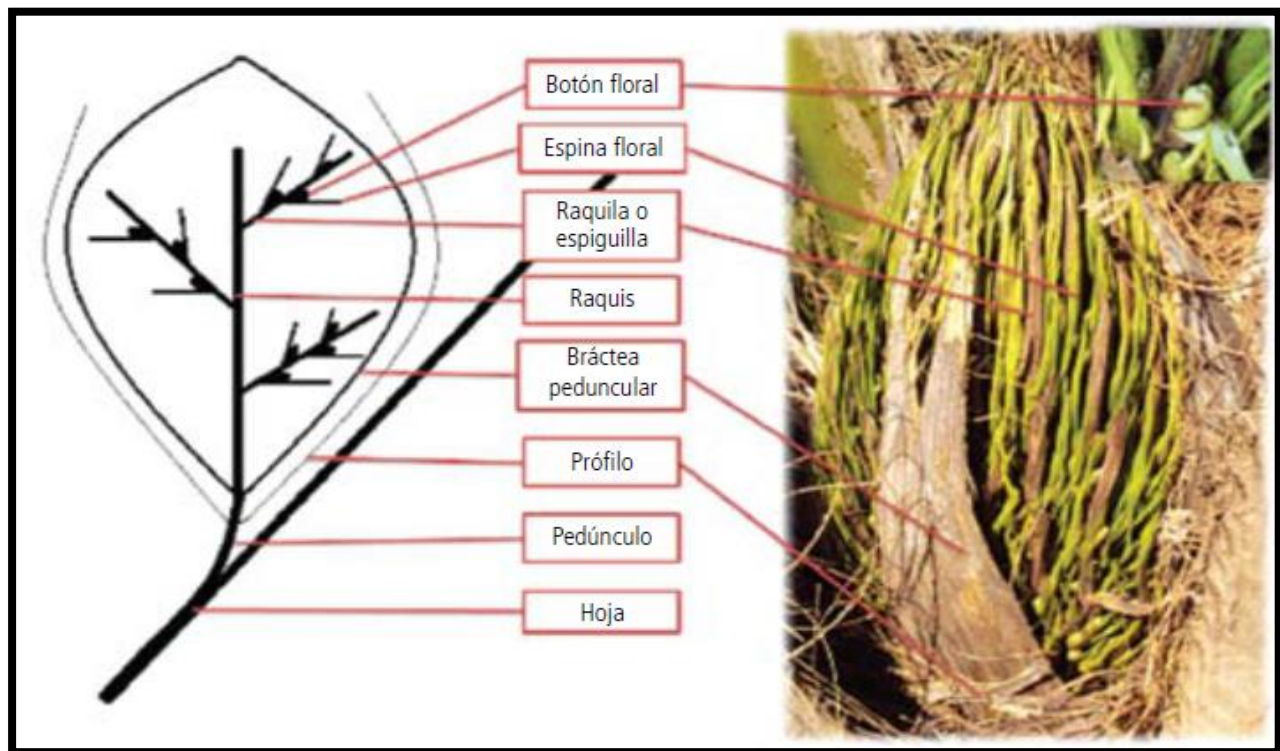


Figura 2. Parte de la inflorescencia

Fuente: A. Sánchez, año 2011.

### 2.1.3.3 Inflorescencia Femenina

Se compone de una bráctea pedicular y un prófalo que recubre la inflorescencia, un pedúnculo corto y grueso que sostiene la estructura y un conjunto de raquillas o espiguillas dispuestas en espiral a lo largo del raquis. Asimismo, en cada raquilla se encuentran situadas varias brácteas o espinas florales. Circundando el botón floral ubicado en la axila de cada una. El botón floral está cubierto por tres pétalos que se abren cuando la flor alcanza el estado de antesis y deja expuestos sus tres estigmas para recibir el polen. En el momento de ser polinizada la inflorescencia, las flores cambian a color púrpura. Y transcurridos unos días se tornan de color negro y comienza la formación del fruto (Corley, y Tinker, 2009) donde se puede observar las partes de la inflorescencia femenina en la figura 3.

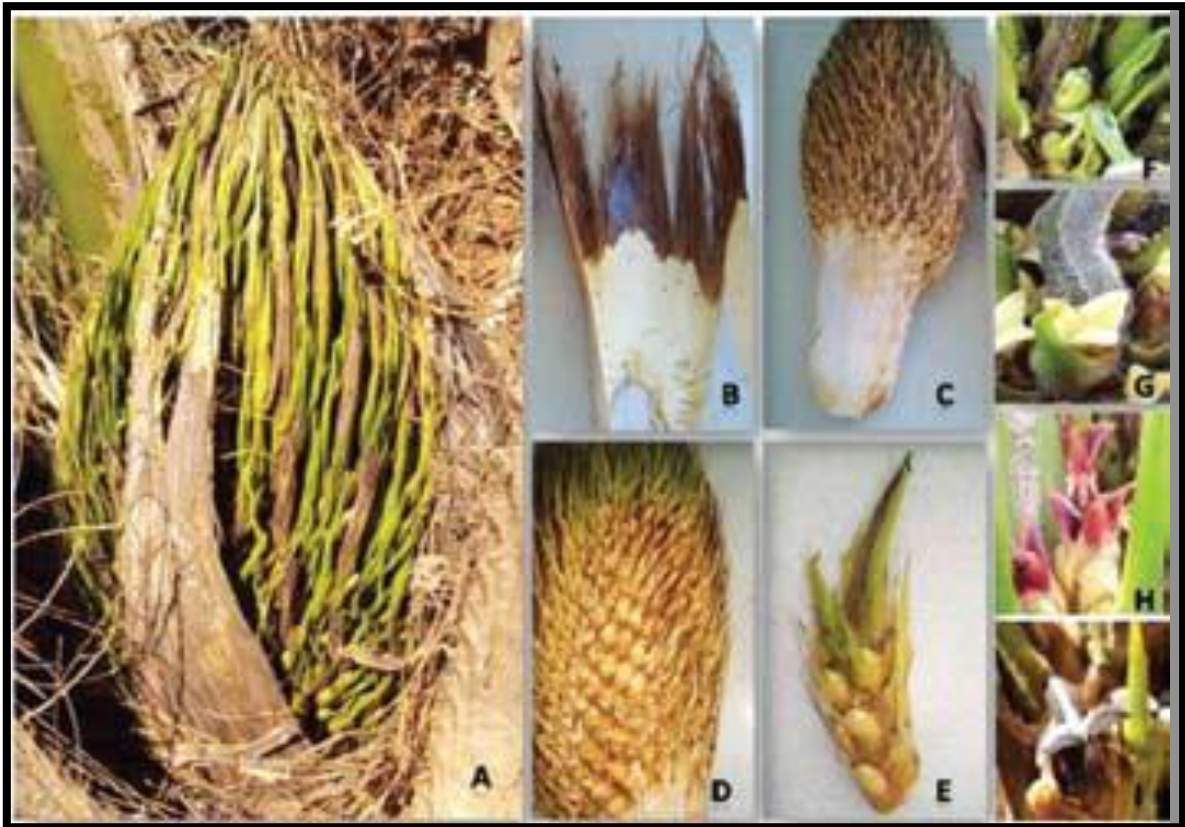


Figura 3. Inflorescencia femenina y sus partes. a. inflorescencia femenina, b. bráctea pedúnculo, c. pedúnculo, d. raquilla. e. Botón floral, g. flor en antesis, h. flor polinizada, i. flor en senescencia.

Fuente. A. Sánchez, año 2011

#### 2.1.3.4 Inflorescencia masculina

En cuanto a las inflorescencias masculinas, se observa en la figura 4, que la inflorescencia antes de abrir está completamente encerrada por un prófalo y una bráctea pedúnculo, y se forma sobre un pedúnculo más largo que el de la femenina, que a su vez sostiene el raquis, donde se insertan en forma de espiral las raquillas o espiguillas. La estructura masculina se diferencia porque posee espiguillas largas digitiformes cilíndricas de color café y no es espinosa. A lo largo de éstas se encuentran insertas las espigas florales y también los botones florales. Las anteras de las flores masculinas producen abundante polen con un olor característico a anís, llegando a producir entre 25 y 50 gramos de polen por inflorescencia. La mayor parte del polen se esparce durante los primeros dos o tres días y su producción cesa sobre los cinco días.



Figura 4. Inflorescencia masculina y sus partes. a. Inflorescencia masculina. b. Prófalo y bráctea pedúnculo. c. Detalle del pedúnculo. d. Raquis. e. Raquillas o espiguillas. f. Detalle de espigas florales sobre la raquilla. g. Flores en estado de antesis.

Fuente: Sánchez, año 2011.

### **2.1.3.5 Estado fenológico de las Inflorescencias de la palma africana**

Estado fenológico de las Inflorescencias de *Elaeis guineensis* Jacq En el caso de la palma de africana, se utilizaron los estados fenológicos descritos por Hormaza et ál. (2011).

De este modo, para el caso de las inflorescencias femeninas y masculinas, su desarrollo parece idéntico hasta el punto en que se inician las espinas en los primordios de las espiguillas (Corley y Tinker, 2009). Sin embargo, el desarrollo de las inflorescencias masculinas tarda unos días más que el de las femeninas entre cada estado.

En la mayor parte de su desarrollo, la inflorescencia está completamente encerrada en un prófido y una bráctea peduncular. Ambas capas son fibrosas y sufren una necrosis al romperse cuando la estructura alcanza el 90% del tamaño total; y en ese momento se puede determinar visualmente el sexo de la inflorescencia (Hormaza et ál., 2011).

Entre la emergencia de la estructura hasta el momento en el cual se diferencia su sexo (estado fenológico preantesis I ver cuadro 2) transcurren alrededor de 30 días. De ahí en adelante se inicia la diferenciación de cada estado fenológico de la floración ver cuadro 3.

En las inflorescencias masculinas el grado de apertura de la bráctea pedúnculo y de las espiguillas digitiformes indica los días para llegar a antesis, así: a mayor apertura menor número de días. Mientras que en las femeninas es el tamaño del botón floral el que muestra al evaluador la cantidad de días para la antesis (Hormaza et ál., 2011).

Cuadro 2. Características de los estados fenológicos de las inflorescencias en la especie *Elaeis guineensis*

Estado	Femenina	Masculina
<b>Preantesis I</b>	La bráctea peduncular comienza a rasgarse, se visualiza su sexo y se observan las raquillas o espiguillas de color verde claro, apretadas hacia el centro. Aún no se visualizan los botones florales. La duración de esta etapa es de siete a ocho días aproximadamente.	La bráctea peduncular se rasga y se distinguen las raquillas o espiguillas con forma digitiforme o cilíndrica, de color café y apretadas hacia el centro. La duración de esta etapa es de siete a ocho días aproximadamente.
<b>Preantesis II</b>	En este estadio las raquillas están más sueltas entre sí y en la axila de cada espina floral se observa el ápice del botón floral que se encuentra cubierto por la bráctea del verticilo de color verde pálido o rojizo. La duración de este estadio es de siete a ocho días.	Las raquillas cilíndricas de la inflorescencia se encuentran parcialmente expuestas y libres, debido a que su bráctea peduncular está más rasgada. Aún se observan algunos vestigios de color verde. Han transcurrido ocho días después de haberse presentado la preantesis 1.
<b>Preantesis III</b>	Las raquillas y las espinas florales están más separadas. Se observan fácilmente los botones florales, debido a la ruptura de la bráctea del verticilo. Los botones presentan un tamaño de unos 5 mm y se tornan de color crema. Han pasado siete días desde la preantesis 2.	Debido a la elongación de la inflorescencia se provoca la ruptura total de la bráctea peduncular, lo cual permite que las raquillas se encuentren más separadas entre sí y son de color café. Han transcurrido siete días después de haberse presentado la preantesis 2.
<b>Antesis</b>	Sucede alrededor de seis días después de preantesis 3. Más del 70% de los botones abren sus estigmas trilobulados, que son cubiertos por una sustancia mucilaginosa y aromática para la recepción del polen. En este estadio el estigma presenta un color crema. Según Corley y Gray (1982), la antesis tiene una duración de 36 a 48 horas en palma joven de dos a cuatro años y de 24 horas en palma adulta.	Este estadio se alcanza después de siete días del estadio de preantesis 3, en el cual más del 70% de las flores se han abierto desde la base de cada raquilla. Se aprecia el polen en las anteras y se da la liberación de una sustancia aromática similar al anís. Generalmente todas las flores abren en dos días. La mayor parte del polen se desprende durante los dos o tres días siguientes al inicio de la antesis y cesa la producción en cinco días.
<b>Fin de la floración</b>	Al ser polinizada la inflorescencia, los lóbulos del estigma se tornan púrpuras y comienza la hinchazón de los ovarios para dar paso a la formación de los frutos.	Las flores se tornan de color café debido a que sus anteras comienzan a secarse. No hay presencia de polen y las raquillas comienzan a degradarse.

Fuente: Hormaza et ál., 2011.

Cuadro 3. Duración del ciclo fenológico de la floración de *Elaeis guineensis*

ESTADO FENOLÓGICO	DURACIÓN DÍAS.
Pre - Antesis I	7 a 8 días
Pre- Antesis II	7 a 8 días.
Pre - Antesis III	7 días
Antesis	36 – 48 días.

Fuente: Hormanza. Et. Ál, año 2011.

### 2.1.3.6 Fruto

Los frutos de la palma africana son de forma ovoide de 3 a 6 cm de largo, y cuentan con un peso aproximado de 5 a 12 g, tienen piel lisa y brillante (Exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (mesocarpio), una nuez o semilla compuesta de un cuesco lignificado de grosor variable (endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (endospermo). Los frutos insertados en las espiguillas que rodean el raquis en forma helicoidal, conforman los racimos. Estos también tienen forma ovoide y pueden alcanzar un poco más de 60 cm de largo y 40 cm de ancho, con pesos variables que oscilan entre los 5 y 40 kg, según el tipo de material plantado, la edad de la palma y las condiciones en que se desarrolle el cultivo (Infoagro, 2014).

### 2.1.3.7 Ecología de la palma africana

La alta producción de biomasa que genera la palma africana es un indicativo de sus exigencias en cuanto a factores ecológicos. Las condiciones óptimas de suelo y clima se pueden definir como aquellas donde la palma con un manejo adecuado, expresa su potencial de producción (Salas, 2011).



### 2.1.4 Condiciones climáticas

Según García, 2006. La palma africana necesita características especiales de clima, cantidad de luz y agua en el área de desarrollarse, sea demostrado que temperaturas a los 15 °C causan severos trastornos fisiológicos especialmente el a floración y el llenado y maduración de los frutos recién formados.

Cuadro 4. Descripción de las funciones de cada parte de la inflorescencia,

<b>PARTES DE LA INFLORESCENCIA</b>	<b>INFLORESCENCIA FEMENINA</b>	<b>INFLORESCENCIA MASCULINA</b>
<b>PEDÚNCULO</b>	Sostienen a la inflorescencia en la axila de cada hoja, es la unión entre la planta y la inflorescencia, que permite el paso de nutrientes de la planta hacia la estructura reproductiva	
<b>PROFOLIO</b>	Estructura fibrosa externa que protege la inflorescencias en sus primeros estados de desarrollo.	
<b>BRACTEA PEDUNCULAR</b>	Estructura fibrosa y consiste que encierra totalmente la inflorescencia hasta el estado de pre -antesis, y luego se va rompiendo para protegerla de daños mecánicos.	
<b>RAQUIS</b>	Eje central de la inflorescencias que sostiene las raquillas o espiguillas en forma espiral	
<b>RAQUILLAS</b>	Son el eje donde se encuentran insertadas las espigas florales y los botones florales.	
<b>ESPINA FLORAL</b>	Capa en forma de espina que rodea al botón floral para permitir su desarrollo a atreves de la misma.	
<b>BOTON FLORAL</b>	Órgano que al llegar al estado de antesis ( ver anexo) está dispuesta ( gameto femenino) a recibir el grano de polen para su fecundación y formar un fruto	órgano que llegar al estado de antesis ( ver anexos) libera de sus anteras los granos de polen o gametos masculina para fecundar una flor femenina

Fuente: Hormanza. Et. Ál, año 2011.

**a) Precipitación**

La palma africana requiere entre 1500 a 2000 mm de precipitación al año (Harttley, 1988) las estaciones secas bien marcadas afectan el crecimiento y la producción de la palma si no se cuenta con un riego adecuado

- El rango mínimo es de 1750 mm el máximo mayor de 2000 mm.

**b) temperatura**

La temperatura máxima promedio debe ser de 30 a 33° C, un promedio mínimo de 22 a 24° C. El mínimo de la temperatura no debe de ser inferior a 18°C. Ya que se ha estima que la temperatura óptima para el cultivo de palma debe de ser 28° C (Harttley, 1988).

**c) Luminosidad**

La cantidad de luz debe ser abundante. La luminosidad debe alcanzar al menos 5 horas por día durante todos los meses, con un mínimo de 1500 a 1800 hr y un máximo de 2000 hr. La baja luminosidad puede ser un factor limitante de la producción en áreas donde la precipitación es muy alta y existe alta nubosidad la mayor parte del año (Salas, 2011).

**d) Altitud**

La palma puede ser cultivada desde un rango de 0 a 500 – 700 msnm, ya que se puede adaptar a diferentes tipo de suelos ya que es un cultivo sub – tropical (Salas, 2011).

**e) Topografía**

Planos o ligeramente ondulados con pendientes menores al 15 %(Salas, 2011).

**f) Medio edáfico**

La palma africana se cultiva en una gran variedad de suelos con diferentes textura, los suelos con textura franco son preferibles porque favorecen el crecimiento radicular y retiene cantidades de humedad, los suelos franco arcillosa o francos arenosos ya que la palma necesita suelos edáficos, bien drenados con un perfil 60 – 100 cm de profundidad.

### g) Humedad ambiental

Con un promedio mensual de 75 – 80%

### h) pH

El máximo es de 7.8 alcalino y un 4.5 de acidez.

### i) Déficit hídrico

El déficit en el cultivo de palma de no debe ser inferior a 150 mm / año.

## 2.1.5 Polinizadores

La forma que puede ser polinizada la inflorescencia puede de forma natural o asistida, algunos agentes que actúan son: los insectos, viento, agua aves pequeñas.

El insecto más predominante para la polinización en palma es *Elaeidobius kamerunicus*, ver figura 5 de la familia *curculionidae*, que es atraído principalmente por el olor anisado que expide la inflorescencia masculina y se alimenta de las partes sueltas de las flores y del polen, en cuanto al huésped en que pueden completar su ciclo de vida ver figura 6, las inflorescencia femeninas tiene el mismo aroma de las masculinas y los insectos llevan adherido a su cuerpo los granos de polen (Tandon, 2001).



Figura 5. Insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus*

Fuente. Sánchez, año 2011.



Figura 6. Insecto polinizador en la inflorescencia masculina.

Fuente. Sánchez, año 2011.

### 2.1.5.1 Variedades de palma africana

#### a) Duro

Es el porcentaje de mesocarpio de la fruta es variable usualmente se encuentra en un rango de 35 – 50 % pero en el material hallado en el lejano este (Deli Dura) puede alcanzar 65%. En endocarpio mide 2 – 8 mm y tiene un anillo de fibras alrededor de este el endospermo es usualmente largo, el contenido de aceite del mesocarpio es proporcional al peso del racimo pero es bastante bajo de 17 – 18 %, DURO es utilizado como madre en programas de hibridación.

#### b) Pisifera

Este tipo de fruta se caracteriza por la ausencia de endocarpio, los vestigio de endocarpio están representados por un anillo fibroso alrededor del endospermo. Las pisiferas son usualmente descritas como hembras estériles pues que la mayoría de sus racimos abortan en los primeros estados de desarrollos, por eso es utilizado como padre. El cruce de Dura por de Pisifera, produce un tercer tipo.

### c) Ternera

Este tipo es el más utilizado en plantaciones comerciales, tiene combinadas las características de los padres (Dura \* Pisifera). Endocarpio delgado con grosores de 0.5 mm a 4 mm alrededor del cual se observa un anillo de fibra. La proporción del mesocarpio es relativamente alta, con un rango de 60 – 96 %. Las palmas Ternera generalmente produce más racimos que las plantas duras, aunque el tamaño promedio de los racimos es pequeño, la proporción de aceite es de cerca 22 – 25% (ver figura 7).

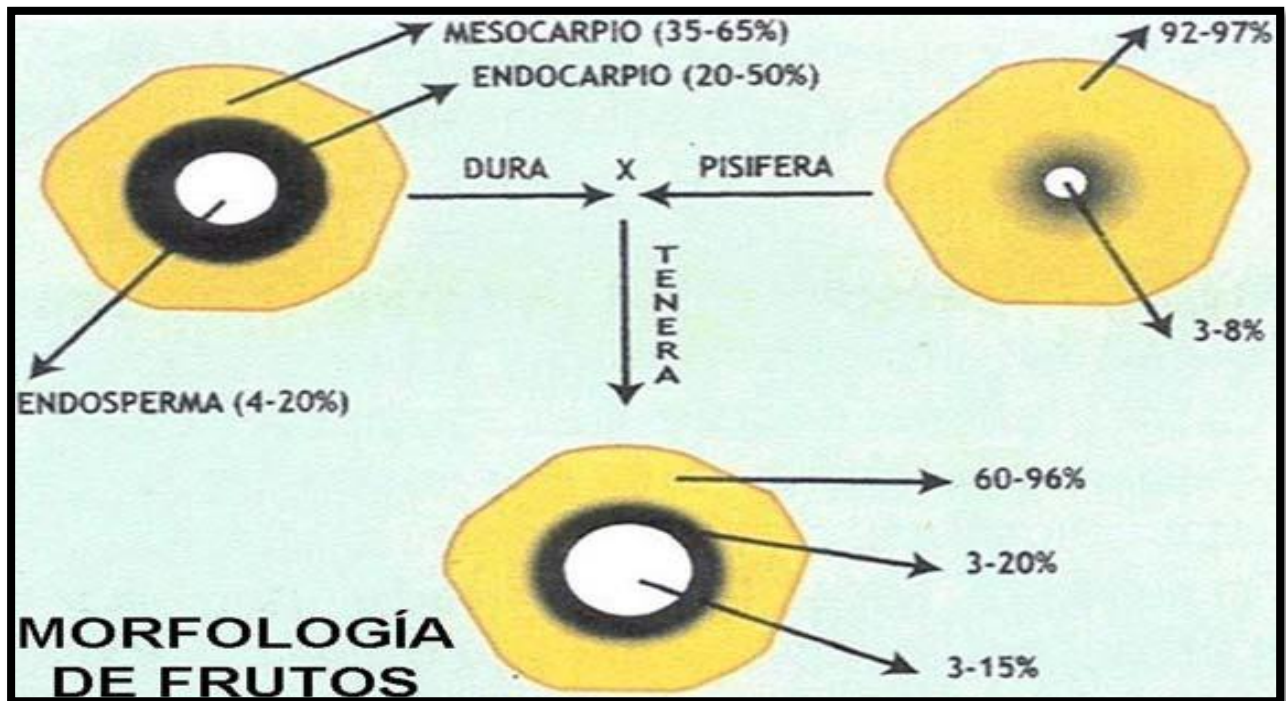


Figura 7. Obtención de semillas comercial Ternera mediante el cruce de las variedades Dura y Pisifera con porcentajes de endospermo, mesocarpio y mesocarpio en los frutos.

Fuente. Manual técnico de la palma aceitera, año 2006.

**2.2 Marco Referencial**

La empresa las palmas se dedica a la producción de aceite vegetal y sus derivados por medio del cultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), dicha empresa cuenta con 7 finca: San Antonio I. San Antonio II, San Antonio III, San Jorge, Acacias, Alfa, San Francisco, que se encuentra localizada en municipio de la gomera, kilómetro 124.5 carretera a Sipacate, Departamento de Escuintla,( ver figura 8 y 9).

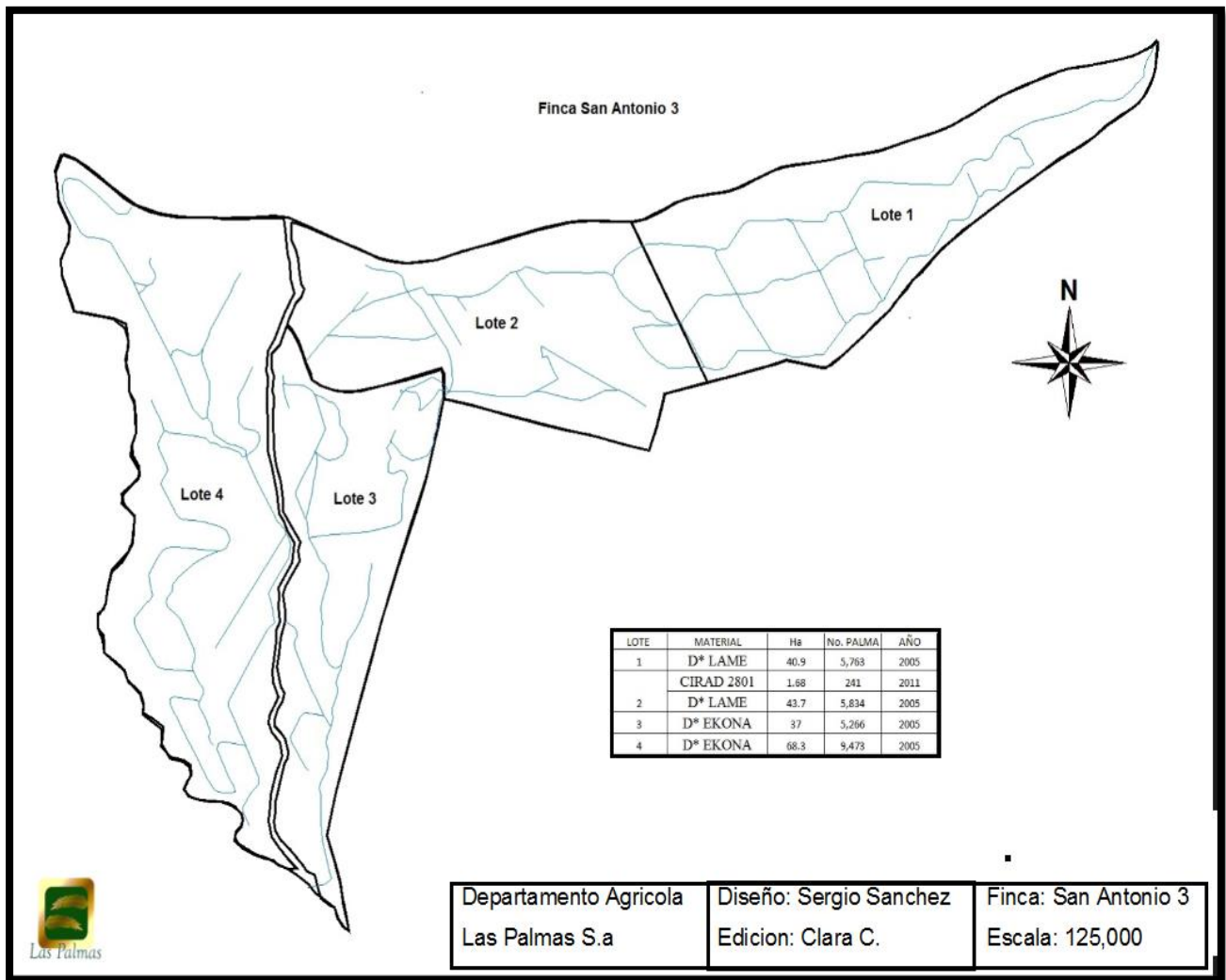


Figura 8. Mapa de Finca San Antonio 3

Fuente: Las Palmas S.A. año 2014

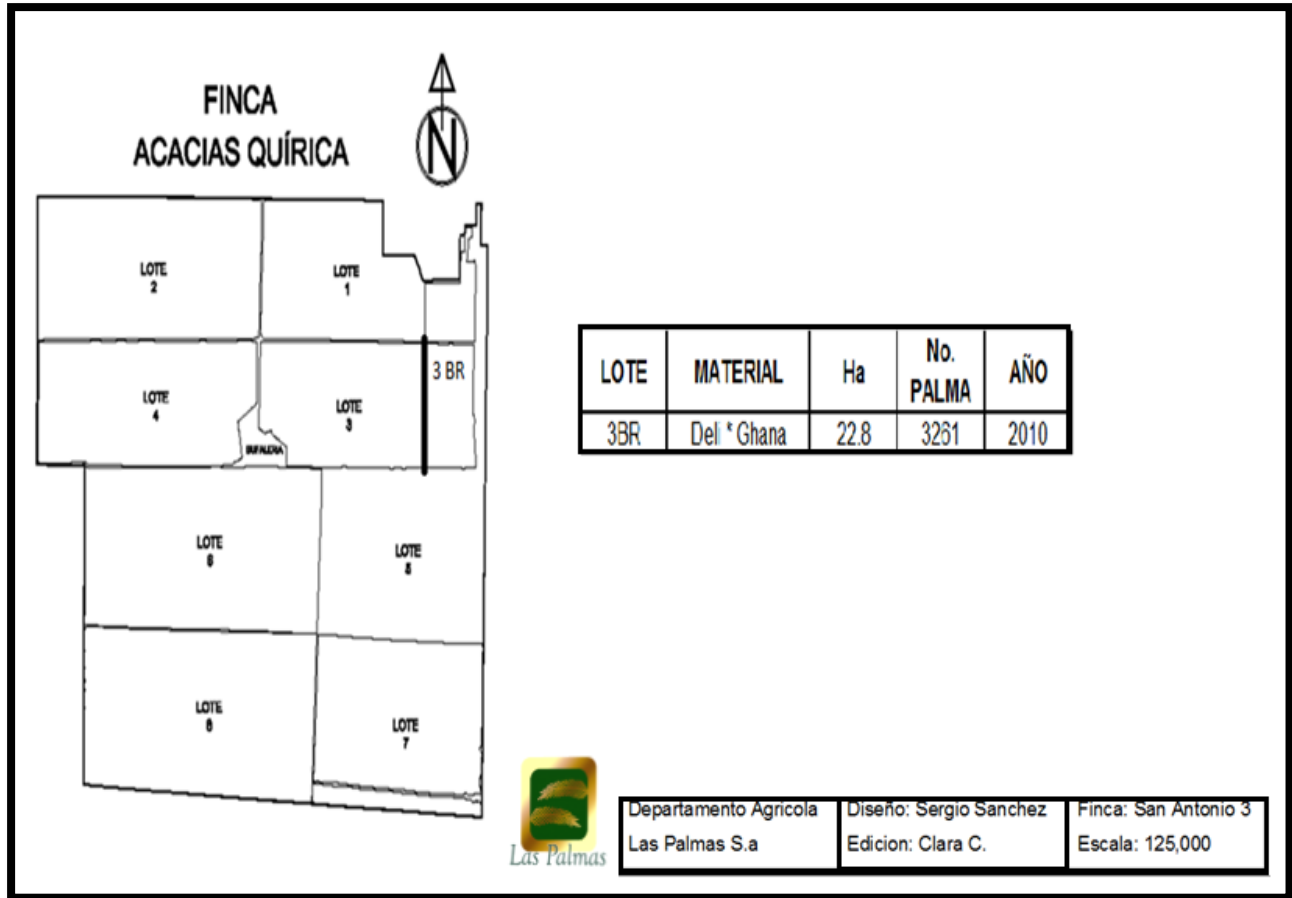


Figura 9. Mapa finca la Acacias

Fuente: Las Palmas S.A. 2014

### 2.2.1 Altura sobre el nivel del mar

La finca las palmas se encuentran a una altura de 26 msnm. Con una latitud de 14° 02' 27.8" N y longitud de 91° 07' 02.8" O

### 2.2.2 Superficie geográfica

La empresa LAS PALMAS, posee una cantidad de 3,000 ha brutas y 2,826 ha netas cultivadas de palma Africana.

### 2.2.3 Vías de acceso

El área propiedad de la empresa LAS PALMAS se encuentra ubicada en el departamento de Escuintla, municipio la gomera. Carretera a Sipacate en el Km 124.5 la gomera Escuintla de la ciudad capital, ruta al pacífico (CA- 9), que conduce a la autopista palín, Escuintla, agrando la ruta (CA-2), con vía de acceso por la carretera secundaria 2, (ver figura 10).



Figura 10. Mapa de ruta de acceso.

Fuente: Rutas de Acceso de Guatemala, año 2014

### 2.2.4 Suelo y vegetación

Los suelos que poseen LAS PALMAS son muy diversos, ya que posee suelos francos arenosos y Franco arcilloso

### 2.2.5 Precipitación

Lo constituye una franja con precipitaciones promedio de 1600 mm anuales, la Bio-temperatura va desde 21 a 31 °C y la altura varía de 80 a 600 msnm.



### **2.2.6 Clima**

Debido a la ubicación geográfica, el departamento de Escuintla cuenta con un clima variable en la región de la gomera, tiene un bosque Sub- tropical Cálido (BS-Sc). Que constituye una franca a lo largo del pacífico con una precipitación de 500 a 1,000mm con un promedio anual de 2500 mm la bio-temperatura media anual oscila en te 20 a 31 °C y una altitud va 0 100 msnm.

### **2.2.7 Zona de vida**

Escuintla posee diferentes zonas de vida, pero la zona donde se encuentra ubicado las palmas es un bosque muy sub- tropical cálido, haciendo un lugar óptimo para el cultivo de palma africana (Ojeda, 2008).

### **2.2.8 Uso actual de la tierra**

La empresa de Las Palma cuenta Actualmente con el uso de sus tierras, para la producción de palma Africana cubriendo con una superficie de 3000 ha, en la región de la gomera kilómetro 124.5 carretera a Sipacate. El uso de la tierra es para la producción agrícola como: palma de africana, Caña de Azúcar y banano.

### **2.2.8. Materiales vegetales utilizados en la finca Las Palmas S.A.**

#### **2.2.8.1 Materiales DELI – EKONA**

Las líneas masculinas de Ekona ver cuadro 4, se originaron en la Estación Experimental de Lobé en Camerún. Catorce líneas de este germoplasma fueron introducidas en Costa Rica 1970 (ver figura 11).

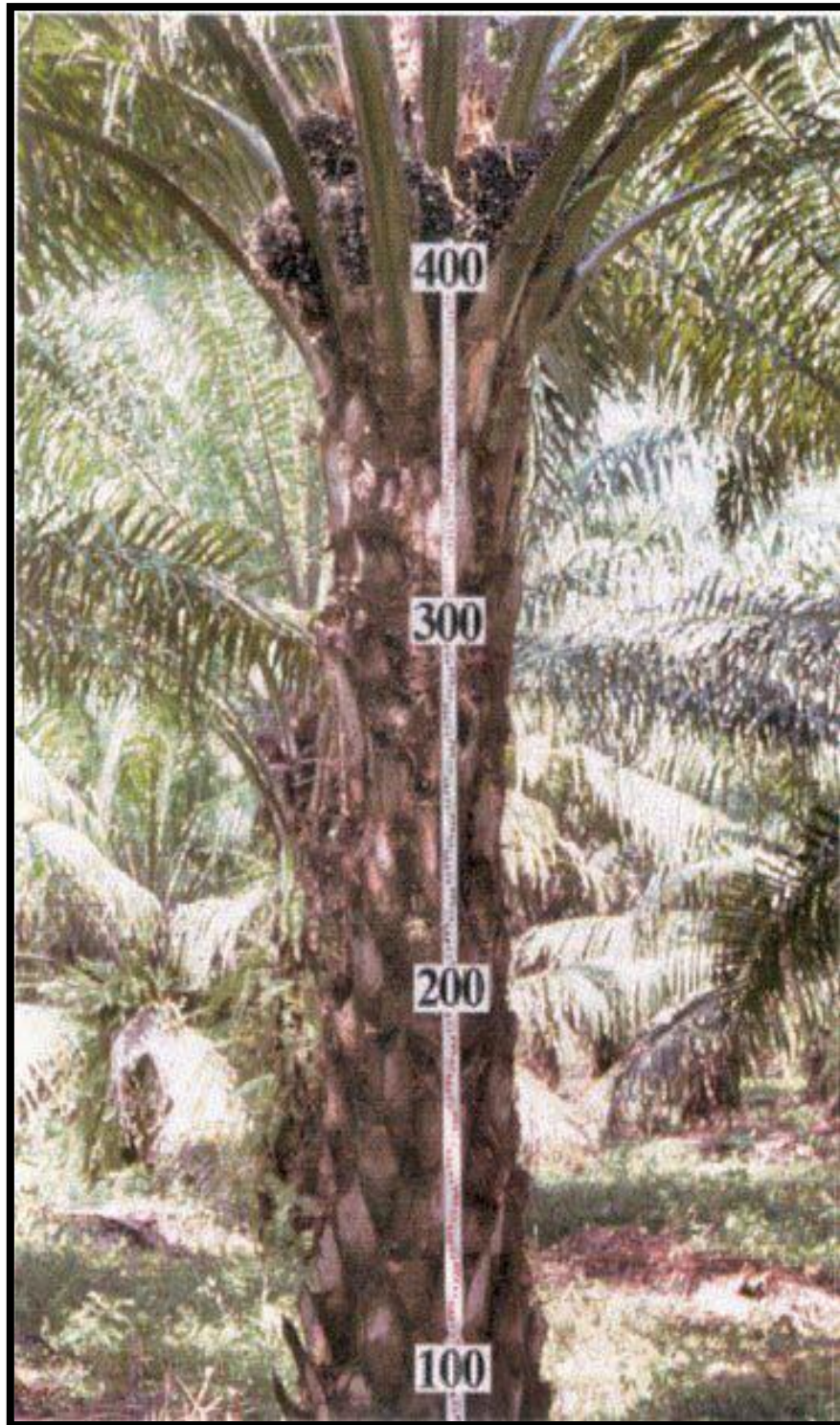


Figura 11. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica

Fuente. Fuente: Technoserve, año 2009.

Cuadro 5. Datos generales del Material DELI – EKONA

<b>DATOS</b>	<b>TAMANOS</b>
Altura del tronco	Moderado (60- 70 cm /año)
Racimo	Mediano (13 – 15 kg)
Fruto	Pequeño ( < 9g)
Aceite en el racimo	Excelente (> 28 %)
Tolerancia a la sequia	Baja a moderada
Tolerancia a bajas temperaturas	Moderada
Tolerancia a baja luminosidad	Moderada

Fuente: Technoserve, año 2009.

### 2.2.8.2. Material DELI \* GHANA

#### a) Variedad Premium

Las líneas paternas DELI \* GHANA ver cuadro 5, (pisífera), de esta variedad, también conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR), y fueron introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977 (ver figura 12).

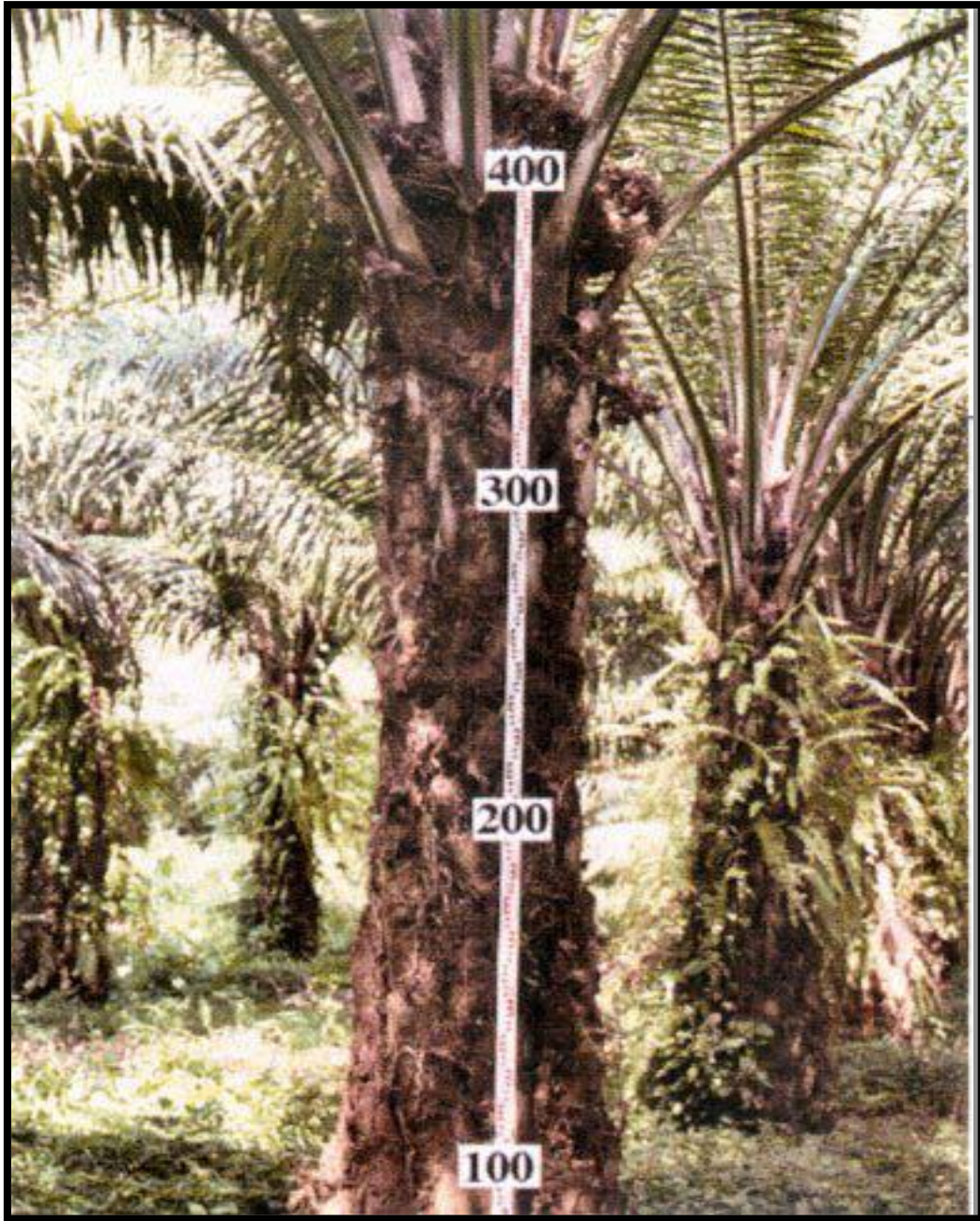


Figura 12. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica

Fuente: Technoserve, año 2009.

Cuadro 6. Datos generales del material Deli- GHANA.

DATOS	TAMAÑO
Crecimiento del tronco	< 60 cm/año
Racimo	Mediano (13 -15 kg)
Fruto	Mediano (9 - 11 g)
Aceite en el racimo	Normal (> 28 %)
Tolerancia a la sequía	Moderada a alta
Tolerancia a bajas temperatura	Moderada
Tolerancia a baja luminosidad	Alta

Fuente: Technoserve, año 2009.

### 2.2.8.3. Materia DELI \* NIGERIA

Las líneas paternas DELI \* NIGERIA ver cuadro 6, (pisífera) de esta variedad fueron desarrolladas en Nigeria por el NIFOR (Nigerian Institute for Oil Palm Research), e introducidas a Costa Rica desde la Estación experimental de Kade, Ghana en 1977. Esta variedad produce dos tipos de color de racimo: virescens y nigrescens (ver figura 13), aproximadamente 50% de cada uno.

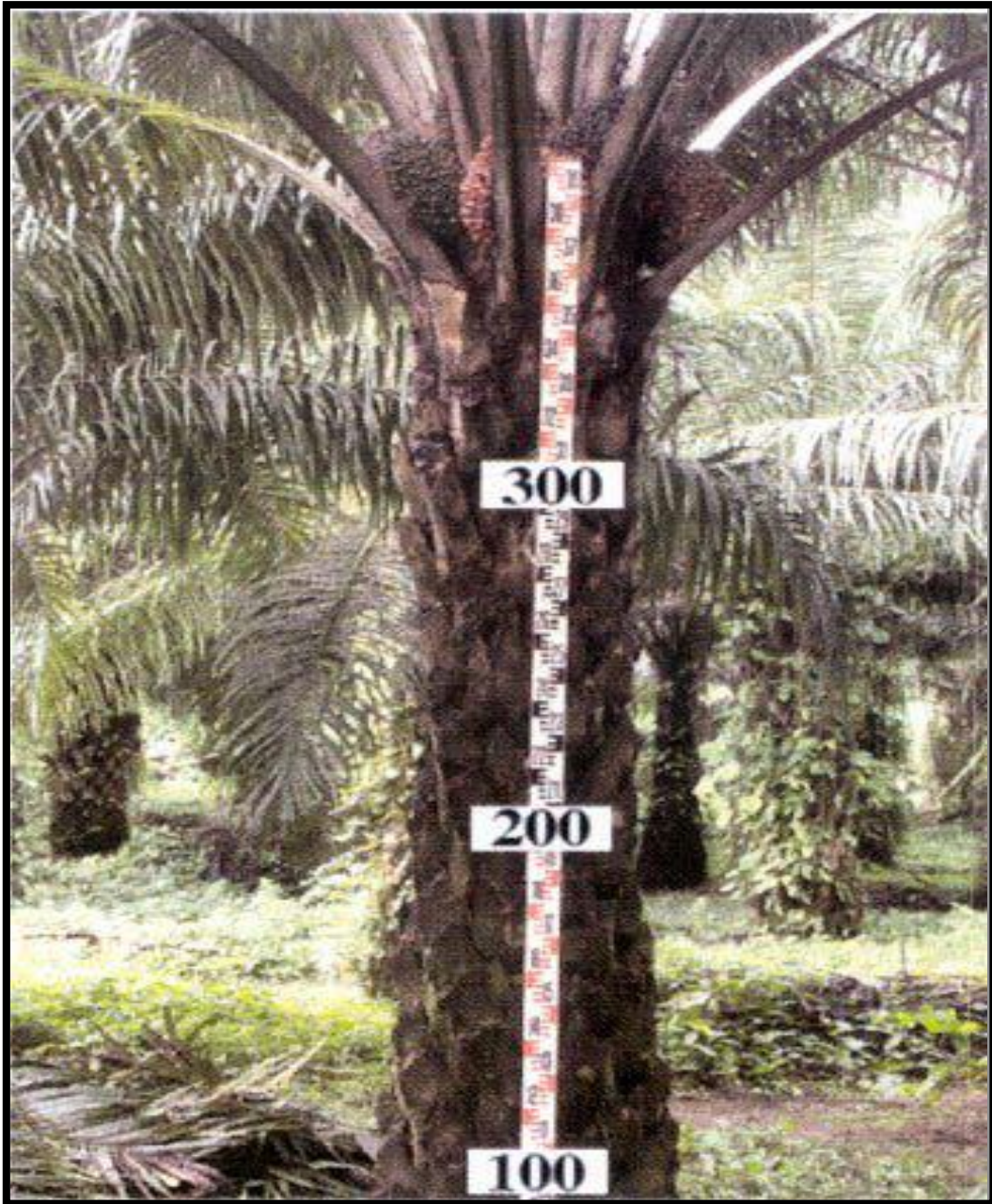


Figura 13. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica

Fuente: Technoserve, año 2009.

Cuadro 7. Datos generales del material DELI \* NIGERIA

DATOS	TAMAÑO
Crecimiento del tronco	Lento (<60 cm/año)
Racimo	Grande ( >15 kg)
Fruto	Mediano (9-11 g)
Aceite en el racimo	Excelente (>28%)
Tolerancia a la sequía	Moderada a alta
Tolerancia a bajas temperatura	Baja
Tolerancia a baja luminosidad	Moderada

Fuente: Technoserve, año 2009.

#### 2.2.8.4. Material DELI x La Mé

##### a) Variedad estándar

Las líneas masculinas La Mé ver cuadro 7, se originaron en la 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 (ver figura 14).

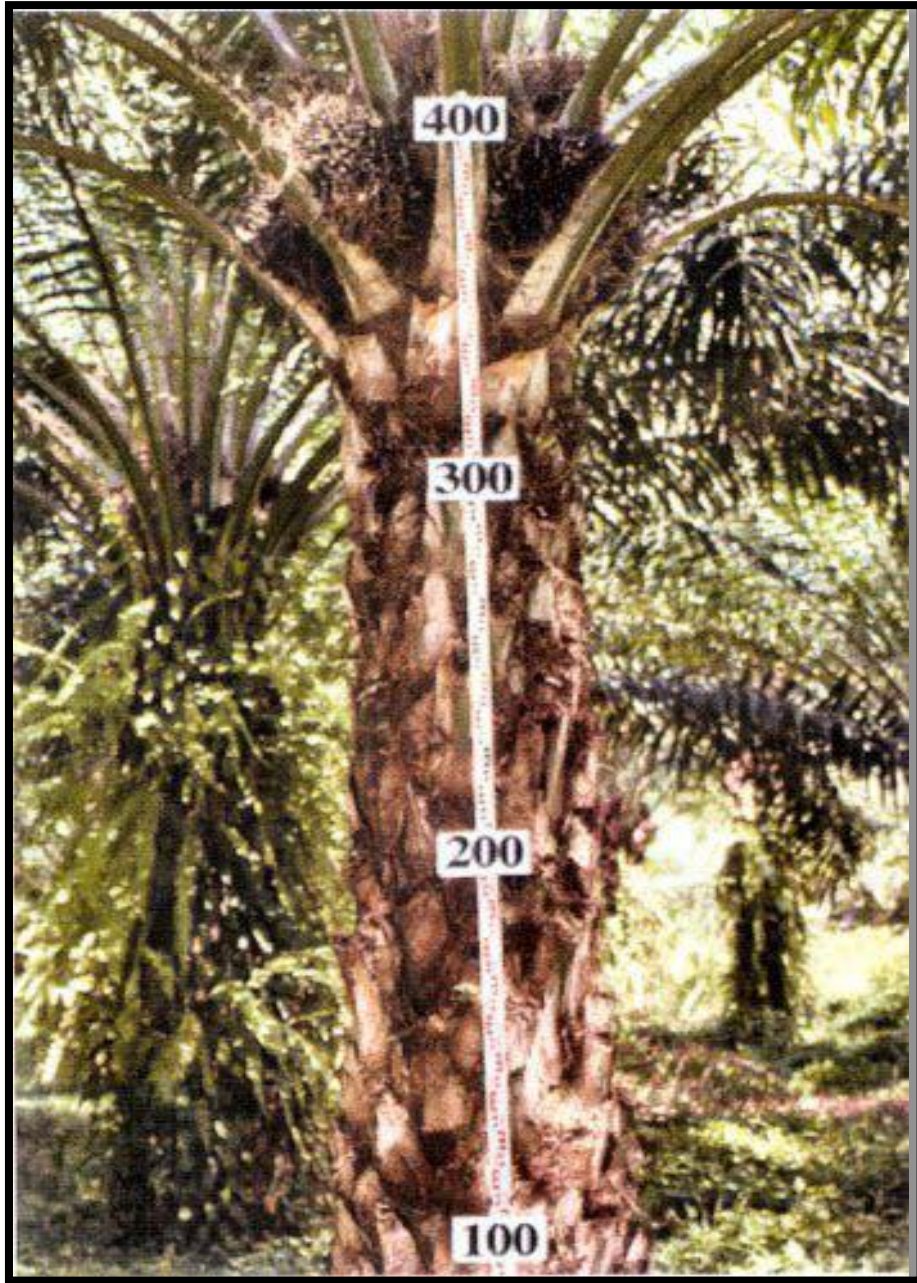


Figura 14. Palmas de ocho años en Coto, Costa Rica

Fuente: Technoserve, año 2009.



Cuadro 8. Datos generales del material DELI \* LAME

DATOS	TAMAÑO
Crecimiento del tronco	(< 60 cm/año)
Racimo	Pequeño (<13 kg)
Fruto	Pequeño (<9 g)
Aceite en el racimo	Normal (> 26 %)
Tolerancia a la sequía	Alta
Tolerancia a bajas temperatura	Baja
Tolerancia a baja luminosidad	Moderada

Fuente: Technoserve, año 2009.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los procedimientos en el proceso de recolecta, almacenamiento y transporte para prolongar la viabilidad del grano de polen, en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq).

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Proponer criterios de eficiencia para los monitoreo previos a la colecta de polen en palma africana.
2. Determinar los criterios y momento oportuno de colecta del grano de polen de la inflorescencia masculina en palma africana.
3. Determinar el porcentaje de floración durante los diferentes días de antesis.
4. Estudiar los requerimientos de insumos y los procedimientos más efectivos para la recolecta, almacenamiento y transporte de grano de polen de palma africana con la intención de prolongar su viabilidad.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Material y equipo**

En la fase de campo de la investigación, que abarca el área de monitoreo, aislamiento y recolecta de polen se requieren los siguientes materiales y equipos según el área.

#### **4.1.1. Materiales para el monitoreo de recolecta de polen en inflorescencia masculina**

- Inflorescencias Masculinas y Femeninas.
- Libreta de campo
- Formato de Registro de inflorescencias masculinas y femeninas ver
- Calculadora

#### **4.1.2. Material para el aislamiento de inflorescencias masculinas**

- 1 Navaja
- 1 par de guantes de Jardín
- 1 tijera de poda
- 1 Machete.
- 1 escalera
- 1 Bolsa de Aislamiento
- 1 Formato de Registró de Aislamiento.
- 1 Banda de Hule

#### **4.1.3. Material para la recolecta de Polen en inflorescencias masculina**

- 1 Malayo
- 1 machete
- 1 Saco
- 1 Baño de Plástico
- 1 Brocha
- 1 Espátula

En la fase de laboratorio de la investigación, que abarca el área de tamizado, secado, prueba de viabilidad, almacenamiento y transporte se requieren los siguientes materiales y equipos según el área.

#### 4.1.4. **Materiales de tamizado de polen**

- 1 balanza
- 1 brocha

#### 4.1.5. **Materiales de secado de polen**

- 1 horno secador
- Bandejas de Aluminio
- Balanza.

#### 4.1.6. **Material y equipo específico para la prueba de viabilidad**

- Cajas Petri
- Agar - Agar
- Azúcar (dextrosa)
- Microscopio
- Estereoscopio
- Algodón en rama
- Guantes quirúrgicos estéril
- Balanza digital
- Gotero
- Bata blanca
- Reactivo de azul de Lacto fenol

- Muestras de polen
- Formato de registro
- Pincel grueso
- Lentes
- Mascarillas

#### **4.1.7. Materiales para el almacenamiento de polen**

- Frascos de Vidrio
- Etiquetas de Identificación
- Congelador

#### **4.1.8. Materias para el embalaje de polen**

- Bolsas de Plástico
- Etiquetas de identificación

#### **4.1.9. Materiales para el transporte de polen**

- 1 hielera de Duroport 60 \* 30 cm
- Hielo Seco.
- Registro de Envió.

## **4.2 La recolecta del polen.**

El primer paso para la recolecta del polen consistió en revisar las inflorescencias de las palmas que se encontraban en la etapa de pre-antesis y antesis, para determinar si eran masculinas o femeninas y en el caso de ser masculinas, el porcentaje de polen disponible en la inflorescencia.

Posteriormente se anotó en el formato específico diseñado para el efecto, (ver figura 51A) el número de inflorescencias masculinas y femeninas en etapa de pre antesis y antesis existentes en cada una de las palmas de la hilera que se esté muestreando.

La recolecta del polen en el campo, se deberá efectuar en plantaciones que tengan mayor número de inflorescencias masculinas. Se revisarán surco completo a cada 10 líneas, todas las inflorescencias masculinas y femeninas.

La edad de las palmas a las cuales se les recolectó la inflorescencia osciló entre los 5 y 12 años; en la Finca San Antonio 3 la edad de la plantación era de 9 años y en la Finca Acacias la edad de la plantación era de 9 años. Se determinaran los criterios y frecuencias de recolecta de polen en inflorescencias masculinas encontradas.

Las inflorescencias recolectadas, fueron aisladas por medio de una bolsa de manta con el objetivo de evitar contaminaciones y pérdidas, logrando de esta manera la mayor cantidad de polen posible y de mejor calidad.

## **4.3 Aislamiento de la inflorescencia masculina.**

Lo primera actividad es identificar la etapa de pre-antesis en las inflorescencias masculinas, debido a que es una etapa que permite manipular la inflorescencia con mayor facilidad. También en la mencionada etapa, debido a la elongación que presenta la inflorescencia, se provoca la ruptura total de las brácteas pedúnculo lo cual permite que

las espiguillas se encuentren más separadas entre sí. Se caracteriza por ser de un color café. A continuación se describen los pasos para el aislamiento de las inflorescencias masculinas en estado de Pre-Antesis

Posteriormente se efectúa la limpieza de la inflorescencia de la siguiente manera: inicialmente, Con el machete se quitan las espinas de las hojas vecinas que se encuentran cerca obstaculizando a la inflorescencia (ver fotografía “a”, figura 15).

Luego con el cuchillo se elimina la bráctea pedúnculo que consiste en retirar la estructura fibrosa que cubre a la inflorescencia (ver fotografía “b”, figura 15).

El aislador debe identificar la etapa de pre – antesis de la inflorescencia masculina. Conocer los dos tipos de colores que presenta la inflorescencia las cuales son; a) verde b) café (ver fotografía “c”, figura 15).

Ya teniendo la base del pedúnculo limpia, se procede a colocar la bolsa de manta especialmente diseñada para el aislamiento de la inflorescencia masculina (ver “d” figura 15). Las bolsas para aislar están elaboradas de manta 100% de algodón, lo cual le permite el intercambio gaseoso (ver figura 52A), que le proporciona las condiciones adecuadas de temperatura y humedad para que la inflorescencia pueda terminar su proceso de desarrollo, así mismo ver las medidas de la bolsa utilizada en campo (ver cuadro 21A). Para terminar se le coloca una banda de hule al final para sujetar la bolsa a la base del pedúnculo de la inflorescencia.

Se procede a la identificación de las inflorescencias masculinas que se han aislado en el campo ((ver fotografía “e”, figura 15 y Ver Cuadro 22A).

Por último, se procede a cortar las inflorescencias aisladas que presentan la etapa de antesis (ver fotografía “f”, figura 15).



Figura 15. Serie de fotografías con los pasos para aislar las inflorescencias masculinas en estado de Pre-Antesis: a) limpieza de área de la inflorescencias, b) Eliminación de bráctea en la base del pedúnculo, c) identificación de inflorescencias en estado de preantesis, d) Aislamiento de inflorescencia masculina en pre- antesis e) Identificación de aislamiento f) Inflorescencia aisladas en etapa de pre- antesis y antesis

Fuente: Elaboración propia, año 2014.

Luego que ha transcurrido el tiempo adecuado para el secado de polen, se procede a sacudir la inflorescencia dentro de la bolsa de aislamiento (ver figura 53A), para poder desprender la mayor cantidad de polen y se traslada el mismo al laboratorio.



En laboratorio el polen es pesado, obteniendo el porcentaje de polen fresco, a su previo secado se debe de obtener el porcentaje de polen seco para poder determinar el contenido de humedad, lo cual debe de oscilar entre 8 a 12 %, para favorecer el almacenamiento. En porcentaje de humedad se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Donde:

P<sub>i</sub> = peso inicial (muestra húmeda)

P<sub>f</sub> = peso final (muestra seca, después de 24 horas).

Otra operación importante que se realiza en el laboratorio es el tamizado, en cual se efectúa de 100 y 200 mesh (ver figura 54A). Con la ayuda de un pincel se mueve para que los granos de polen vayan pasando sin ser lastimados. El tamizado permite además poder eliminar cualquier residuo de la inflorescencia.

En el momento que pase por el tamizador, los granos de polen caen en un recipiente donde son recolectados para posteriormente ser almacenados y tomar muestras de viabilidad. Luego se procede a colocar el polen en bandejas para ser almacenadas en estanterías en un periodo de 24 horas a una temperatura de 17 a 20 °C.

#### **4.4 Preparación del medio de cultivo para la prueba de viabilidad del polen.**

La prueba de la germinación del grano de polen, se realizara en el laboratorio de la Finca las palmas de la empresa las palmas. Y se realizara después de haber recolectado el polen de las diferentes materiales de palma africana, como lo son: DELI \* EKONA, DELI \* LaMé, DELI\* GHANA Y DELI \*NIGERIA.

Para la preparación del medio de cultivo para la prueba de viabilidad del polen; se utilizó el método de Turner y Gilbanks. Para dicha prueba se prepara un medio de cultivo semi - sólido preparado con agar y azúcar (ver figura 16).

Dicho cultivo contendrá 1.2g de agar y 11 g de azúcar o sacarosa disueltos en 100 ml de agua destilada (fotografía “a”, figura 16).

- La mezcla se deja hervir durante 5 – 10 minutos siempre disuelto el agar – agar (fotografía “b”, figura 16).
- Posteriormente se vierten aproximadamente 5 ml del medio, en cajas Petri 10 cm. Se deja enfriar el medio de cultivo y se hace la inoculación (fotografía “c”, figura 16).
- Luego se realizó la siembra del polen seco espolvoreando sobre el medio, con un algodón, esto con el fin de lograr una distribución homogénea de los granos para facilitar el recuento (fotografía “d”, figura 16)
- Se cierra las cajas de Petri para poder mantener la humedad adecuada y se ponen a encubar a una temperatura de 35°C durante dos horas (fotografía “e”, figura 16).
- Al momento de observar el polen en el microscopio se aplicó una gota de azul de lacto fenol para teñir aquellos granos con tubos polínicos o germinados. Primero se observa utilizando en el microscopio el objetivo de 10X de aumento y posteriormente se utiliza el objetivo de 100X para una mejor visibilidad (fotografía “f”, figura 16).
- Los resultados se expresan como porcentaje de germinación en una muestra de 300 granos. Para determinar el porcentaje de viabilidad de polen, se realizara mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Viabilidad} = \frac{\text{No. granos polen germinados}}{\text{Totla de granos de polen}} * 100$$



Figura 16. Fotografías que muestran el procedimiento para la preparación de medios de cultivo: a) materiales para la preparación del medio de cultivo, b) Preparación de Medio Semi Sólido, c) colocación de medio de cultivo en cajas petri, d) Inoculación de grano de polen, e) Tiempo de germinado del tubo polínico polen, f) Polen germinación del grano de polen visto en microscopio 10X.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Por último se debe llenar el formato de registro del polen (ver figura 55A).

#### 4.5 Almacenamiento y transporte de polen

Después de realizar la prueba de viabilidad del grano de polen se procede a almacenar, el mismo en recipientes de vidrio herméticamente cerrados para evitar cualquier contaminación y mantenga su calidad, y poder ser utilizado en el campo.

Se debe de identificar cada uno de los recipientes de vidrio, conteniendo los datos siguientes:

- a) lote,
- b) peso en gramos,
- c) fecha de almacenamiento
- d) responsable (ver figura 56A).

Se debe de hacer un muestreo cada dos semanas para ir monitoreando la viabilidad que tiene el grano de polen desde el momento de su recolecta, siempre teniendo en cuenta que como mínimo se debe de tener entre un 50 a 60% de viabilidad del grano.

Para el embalaje del polen se debe de transportar en bolsas Plásticas, debido que se pueden quebrar los frascos de vidrio, las bolsas plásticas contiene 1 kg de polen con una alta viabilidad. También la bolsa debe de contener la siguiente información:

- a) Cantidad de polen,
- b) fecha de cosecha,
- c) porcentaje de viabilidad

Así mismo para el transporte del polen se utilizan hieleras de duroport con las siguientes dimensiones 60 cm de largo y 30 cm de ancho, debido que tiene la capacidad de transportar 7 kg de polen y dos bloques que hielo seco que tiene una dimensión de 25 cm de radio y 15 cm ancho.

#### **4.6 Diseños experimentales:**

Para realizar los análisis estadísticos en la presente investigación, fue necesario utilizar dos diseños experimentales, los cuales se describen a continuación.

- 4.6.1 Para la variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor día de recolecta se usó un diseño en bloques al azar.
- 4.6.2 Para el variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor tipo de hielo utilizado en el transporte del mismo se usó un diseño completamente al azar.

#### 4.7 Modelos estadísticos:

A continuación se presentan los modelos estadísticos utilizados:

##### 4.7.1 Diseño en Bloques al Azar

El modelo estadístico para el mencionado diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots t$  tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots b$  bloques

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la unidad experimental  $ij$ .

$\mu$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$ .

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental en la unidad experimental  $ij$ .

##### 4.7.2 Diseño Completamente al Azar

El modelo estadístico para el mencionado diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots t$  tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots$  repetición.

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la unidad experimental  $ij$ .

$\mu$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental en la unidad experimental  $ij$ .

## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los procedimientos en el proceso de recolecta, almacenamiento y transporte para prolongar la viabilidad del grano de polen, en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq).

### 5.1 Eficiencia de jornal por ha

En el cuadro 9 se observa cada lote con su respectiva densidad de siembra, así como el área total.

Cuadro 9. Datos del monitoreo en el muestreo inicial

Finca	Lote	AREA DE FINCAS		AREA DEL MUESTREO		
		Palmas	ha	palmas revisa 10%	ha/revisadas/jor nal	ha/ total recorridas
Acacias	3BR	3261	20.38	326	2.01	20.38
San Antonio 3	1	5763	40.3	576	4.01	40.1
	2	5834	40.79	583	4.16	40.79
	2	241	1.68	24	0.23	1.68
	3	5266	36.82	526	3.25	36.82
	4	9473	66.24	947	6.2	66.24
	<b>TOTAL</b>	<b>29838</b>	<b>206.21</b>	<b>2982</b>	19.86	<b>206.21</b>

Fuente: Elaboración propia, año 2015

De cada área de fincas, en los lotes, se revisó el 10% del total de número de palmas, las cuales fueron revisadas por jornal y se cuantificó el total de hectáreas recorridas, en la empresa Las Palmas S.A. se realizaron 2 monitoreos en diferentes fincas de la empresa siendo estas: Acacias y San Antonio 3, teniendo un total de 29,838 palmas en 206.21 ha,

de las cuales se revisaron 2,982 teniendo que un jornal reviso 19.86 ha en 8 días, teniendo un total de recorrido de 206.21 ha.

En el cuadro 10 se observan las fechas de realización de cada toma de datos, el número de palmas revisadas por día así como el total de hectáreas revisadas.

Cuadro 10. Eficiencia del monitoreo en el muestreo inicial

FECHA	Finca	No. PALMAS REVISADAS/DIA	No. LOTE	ha/Revisadas
15/08/2014	Acacias	321	3BR	22.4
18/08/2014	San Antonio 3	465	3	32.5
19/08/2014		250	3	17.5
20/08/2014		435	4	30.4
21/08/2014		336	4	23.5
22/08/2014		490	2	34.2
23/08/2014		300	1	21
25/08/2014		287	1	20.1
Total			2884	
Promedio		360.5		22.4

Fuente: Elaboración propia, año 2015

Los monitoreos se realizaron en diferentes fincas de la empresa siendo estas: Acacias y San Antonio 3, teniendo un total de 2884 palmas revisadas en los 8 días en un total 179.2 ha, obteniendo en el primer monitoreo una eficiencia del 22.4 ha/jornal.

En el cuadro 11, se observa cada lote con su respectiva densidad de siembra, así como el área total, de cada área se revisó el 10% del total de número de palmas, las cuales fueron revisadas por jornal y se cuantifico el total de hectáreas recorridas,

Cuadro 11. Datos del monitoreo en el muestreo final

Finca	Lote	AREA DE FINCAS		AREA DEL MUESTREO		ha/ total recorridas
		Palmas	ha	palmas revisa 10%	ha/revisadas/jornal	
Acacias	3 BR	3261	<b>20.38</b>	326	2	<b>20.38</b>
SA 3	1	5763	40.3	576	4	40.3
SA 3	2	5834	40.79	583	4.07	40.79
SA 3	2	241	1.68	24	0.68	1.68
SA 3	3	5266	36.82	526	3.7	36.82
SA 3	4	9473	66.24	947	6.6	66.24
<b>TOTAL</b>		<b>29838</b>	<b>206.21</b>	2982	20.7	<b>206.21</b>

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

En la empresa Las Palmas S.A. se realizaron 2 monitoreos en diferentes fincas de la empresa siendo estas: Acacias y San Antonio 3, teniendo un total de 29,838 palmas en 206.21 ha, de las cuales se revisaron 2,982 teniendo que un jornal reviso 20.7 ha en 6 días, teniendo un total de recorrido de 206.21 ha.

En el cuadro 12 se observan las fechas de realización de cada toma de datos, el número de palmas revisadas por día así como el total de hectáreas revisadas,

Cuadro 12. Eficiencia de monitoreo en el muestreo final

Fecha	Finca	lote	No. Palmas Revisadas	Total de ha recorridas
15/09/2014	Acacias	3BR	326	22.8
18/09/2014	San Antonio 3	3	526	36.8
20/09/2014		4	535	37.4
22/09/2014		4	412	28.8
23/09/2014		2	586	41
24/09/2014		1	576	40.3
Total				2961
Promedio			493.5	34.52

Fuente: Elaboración propia, año 2015.



Los monitoreos se realizaron en diferentes fincas de la empresa siendo estas: Acacias y San Antonio 3, teniendo un total de 2961 palmas revisadas en los 6 días en un total de 207.1 ha, obteniendo en el segundo monitoreo una eficiencia del 34.52 ha/jornal.

## 5.2 Determinación del porcentaje de floración durante los diferentes días de antesis.

Al realizar esta investigación se pudo observar que la inflorescencia masculina en etapa de pre antesis según su ciclo fenológico tiene una duración de 7 días en antesis (ver cuadro 13), donde el polen es totalmente viable. La inflorescencia masculina es un poco más larga que la femenina tiene una serie de espiguillas alargadas digitiformes y cilíndricas, la espiguilla normalmente puede alcanzar de 10 a 20 °C de longitud y de 0.8 a 1.5 cm de diámetro, la flor masculina es solitaria y mide de 3 a 4 ml de largo por 1,5 a 2 ml de ancho. Es posible que una espiguilla tenga entre 700 y 1.200 flores, lo que significa que una inflorescencia masculina en una palma adulta puede tener 100.000 o más flores (ver figura 17).

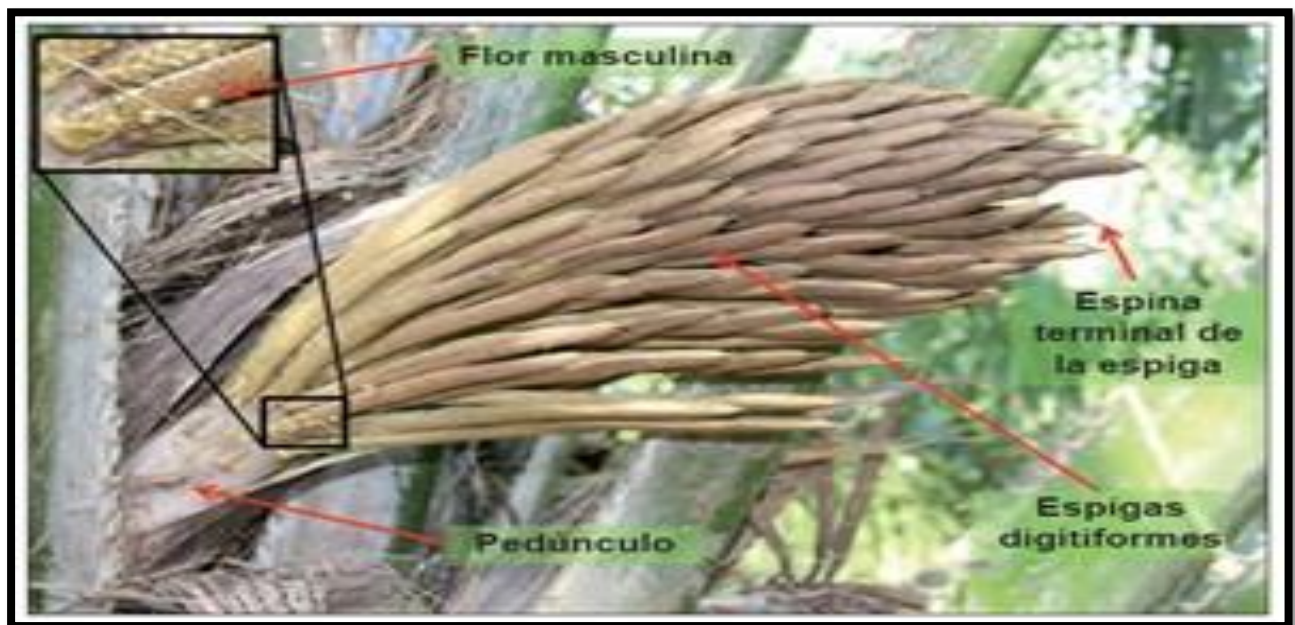


Figura 17. Inflorescencia masculina y sus partes

Fuente: Hacienda la cabaña, 2014.

En el cuadro 13 se observan los porcentajes de flor madura así como el porcentaje de flor inmadura en antesis.

Cuadro 13. Porcentaje de floración en día de antesis en inflorescencia masculina

Datos	% de flor madura en Antesis							% de flor inmadura en Antesis						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
<b>Muestra 1</b>	2	4	5	38	48	81	86	98	96	95	62	52	19	14
<b>Muestra 2</b>	1	4	12	37	96	88	93	99	96	88	63	4	12	7
<b>Muestra 3</b>	0.5	3.1	19	44.7	84.4	87.8	96.4	99.5	96.91	80.96	55.35	15.63	12.21	3.62
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>119</b>	<b>229</b>	<b>257</b>	<b>276</b>	<b>296</b>	<b>288</b>	<b>264</b>	<b>181</b>	<b>71</b>	<b>43</b>	<b>24</b>
<b>Media</b>	<b>1.3</b>	<b>3.9</b>	<b>12</b>	<b>39.7</b>	<b>76.2</b>	<b>85.7</b>	<b>91.9</b>	<b>98.7</b>	<b>96.1</b>	<b>88</b>	<b>60.3</b>	<b>23.8</b>	<b>14.3</b>	<b>8.1</b>

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

Durante los 7 días que dura el tiempo de antesis de las flores, se tomaron 3 muestras, de las cuales se calculó la media obteniendo:

Día 1. Porcentaje de flor madura de 1.3%,



Figura 18. Fotografía día 1 de antesis: a) Inflorescencia inicio de antesis, b) Flor cerrada día 1 de antesis.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el día 1 la inflorescencia presenta etapa de antesis conteniendo 1.3% de flor en antesis en su espiguilla, Como se observa en la (ver fotografía "a", figura 18). La espiguilla contiene flores cerradas (ver fotografía "b", Figura 19). Las cuales se están preparando para su madurez para la apertura de la flor.

Día 2. Porcentaje de flor madura de 3.9%.



Figura 19. Fotografía día 2 de antesis: a) Inflorescencia de antesis día 2, b) Flor cerrada en día 2 antesis.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el día 2 la inflorescencia presento mayor número de flores, teniendo 3.9% de flor en antesis en la espiguilla (ver fotografía "a", figura 19). En el día 2 la flor aún permanece cerrada por qué no ha alcanzado su madurez (ver fotografía "b", figura 19).

Día 3. Porcentaje de flor madura con 12%



Figura 20. Fotografía día 3 de antesis: a) Inflorescencia en antesis día 3 b) Apertura de flor en día 3.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Día 3 la inflorescencia presenta mayor cantidad de flores e insectos polinizadores como lo son (*E. kamerunicus*), presentando un 12% de flores en antesis, (ver fotografía “a” figura 20). Día 3 se tiene una leve apertura de la flor, (ver fotografía “b” figura 20).

Día 4. Porcentaje de flor madura de 39.7%.

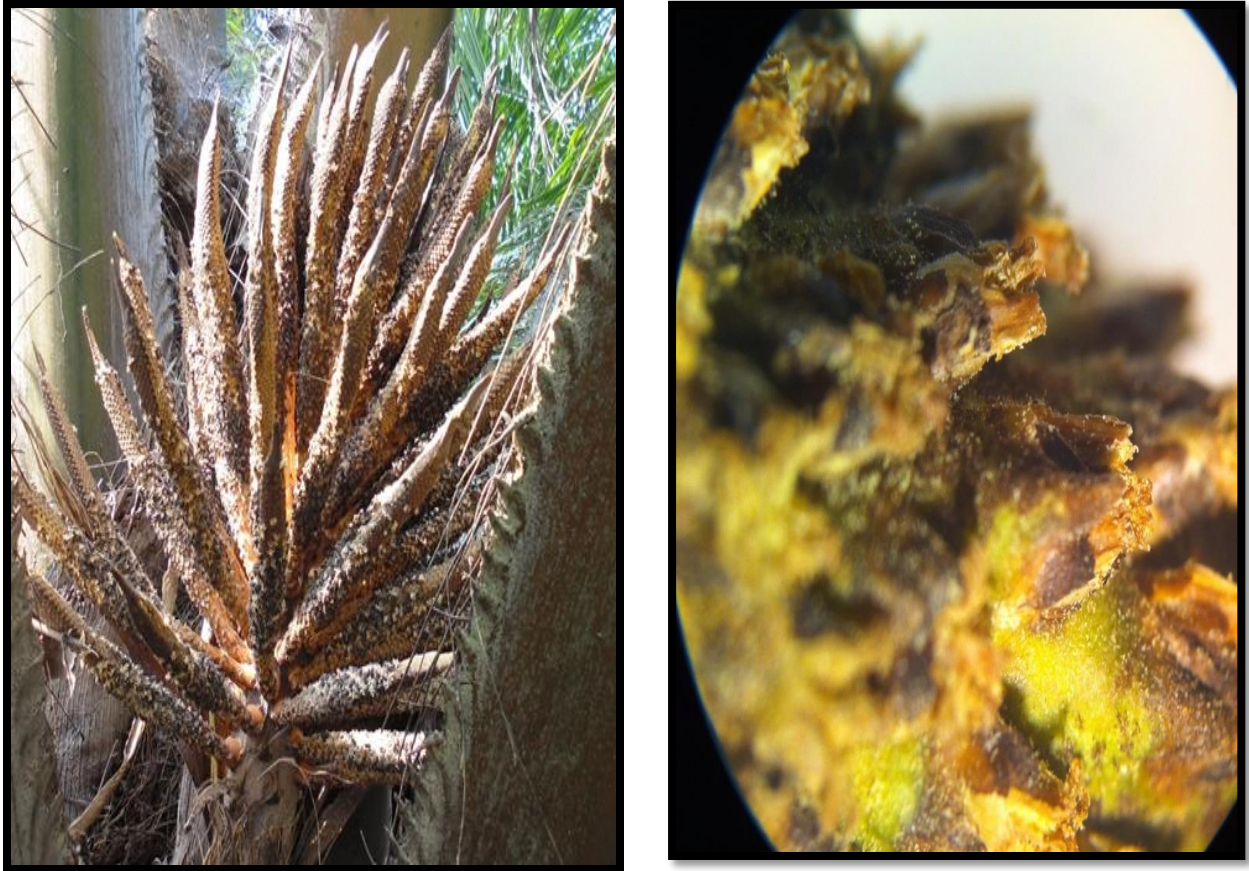


Figura 21. Fotografía día 4 de antesis: a) Inflorescencia en antesis día 4, b) apertura de flor en día 4

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Día 4 la inflorescencia presenta mayor cantidad de flores e insectos polinizadores como lo son (*E. kamerunicus*), presentando un 39.7% de flores en las espiguillas (ver fotografía “a” figura 21). Día 4 la flor presenta una leve apertura (ver fotografía “b” figura 21).

Día 5. Porcentaje de flor madura con 76.2%,



Figura 22. Fotografía día 5 de antesis: a) Inflorescencia en antesis en día 5, b) flor abierta con polen en día 5.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Día 5 la inflorescencia presenta la mayor cantidad de flores e insectos polinizadores como lo son (*E. kamerunicus*), presentando un 76.2% de flores en las espiguillas, así mismo una mayor cantidad de polen viable, (ver fotografía "a", figura 22). Día 5 flor abierta (ver fotografía "b", figura 22).

Día 6. Porcentaje de flor madura con 85.7%.



Figura 23. Fotografía día 6 de antesis: a ) Inflorescencia masculina en antesis día 6, b) Flor con polen

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Día 6 la inflorescencia presento mayor número de flores, teniendo 85.7% de flor en antesis en la espiguilla, (ver fotografía "a", figura 23). Flor abierta con presencia de polen (ver fotografía "b", figura 23).



Día 7. Porcentaje de flor madura con 91.9%



Figura 24. Fotografía día 6 de antesis: a) Fin de la antesis en la inflorescencia, b) Flor abierta sin polen

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Día 7 la inflorescencia, teniendo 91.9 % de flor en la espiguilla lo cual se considera que el polen en este momento ya no es viable ya está terminado la etapa de antesis, (ver fotografía "a", figura 24), En día 7 la flor está abierta pero ya no contiene polen debido que a los pasos de los días el polen fue liberado y termina la antesis, (ver fotografía "b", figura 24).

Con respecto a la antesis, se tiene una duración de 7 días, según los resultados obtenidos del muestreo, se observó que el día 5 donde la inflorescencia masculina tiene un 76.2 % de la espiguilla con flor (ver cuadro 13), a diferencia de los otros días anteriores como lo

son 1, 2, 3 y 4 el porcentaje es menor y no se obtiene mayor cantidad de polen, mientras que en el día 5 la espiguilla está a punto de completar toda su antesis.

Por lo que es el mejor momento para su corte ya que sus flores contiene polen viable, observándose en el campo un aroma característico muy parecido al anís, lo que atrae a los insectos polinizadores los cuales se encuentran en la inflorescencia para obtener los granos de polen y que pueda ocurrir una buena polinización, a diferencia del día 6 y 7, debido a que el polen pierde su viabilidad al paso de los días, ya que la antesis está a punto de terminar.

### 5.3 Criterios y momento oportuno de colecta del grano de polen en inflorescencia masculina de palma africana

En el cuadro 13 se observan los porcentajes de viabilidad del polen en los siete días de antesis en 3 muestras, de las cuales se calculó la media, obteniendo en el día de recolecta 1 un porcentaje viabilidad de 42%, el día 2 de 62.67%, el día 3 con 71.67%, el día 4 de 76.67%, el día 5 con 85%, el día 6 de 69.67%, y el día 7 con 54% de viabilidad.

Cuadro 14. Porcentaje de viabilidad en los diferentes días de antesis.

Día de recolecta	Viabilidad (%)			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
1	33	45	48	42.00
2	60	63	65	62.67
3	69	72	74	71.67
4	72	79	79	76.67
5	84	81	90	85.00
6	61	70	78	69.67
7	50	60	52	54.00

Fuente: elaboración propia, año 2015

En la figura 20, se puede observar que en el día 5 se obtuvo el mayor porcentaje de viabilidad del grano de polen, el cual fue de 85%; mientras que el menor porcentaje se observó el día 1 con 42%.

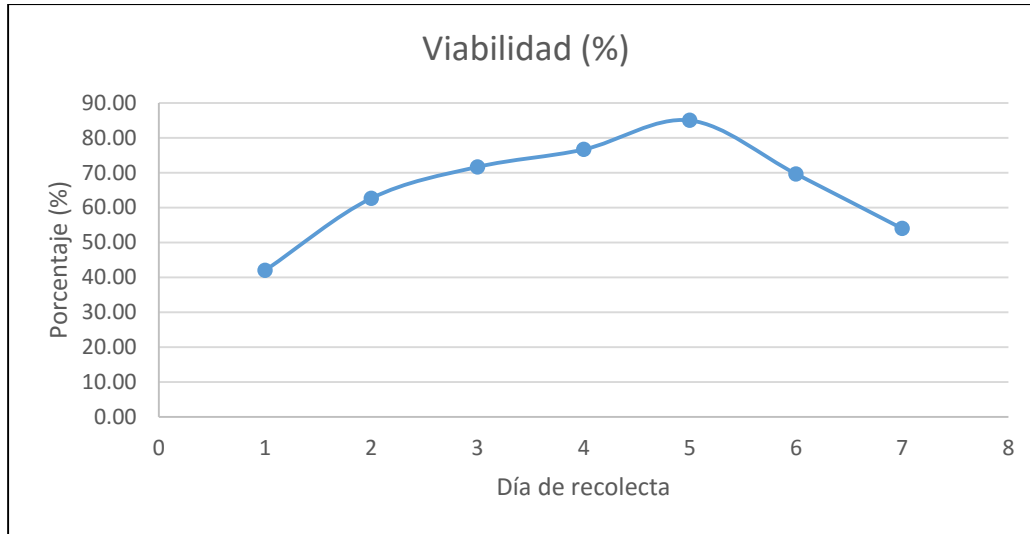


Figura 25. Porcentaje de Viabilidad en los diferentes días de antesis

Fuente: Elaboración Propia, año 2015

Luego se procedió a realizar un análisis de varianza usando un diseño de bloques al azar para la variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor día de recolecta.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen en base al día de recolecta.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
BLOQUE	2	246.95	123.48	8.24	0.0056
DIA <sup>+</sup>	6	3754.29	625.72	41.77	0.0001
ERROR	12	179.71	14.98		
TOTAL	20	4180.95			

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

DIA<sup>+</sup> = Día en que se efectuó la recolecta del polen.

C.V. = 5.87 %

Según el cuadro 15, el análisis de varianza anterior, el coeficiente de variación es de 5.87 %. Además como se encontraron diferencias significativas entre los días de recolecta de polen, se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey.

Cuadro 16. Prueba de Tukey para el porcentaje de viabilidad del polen en base al día de recolecta.

DIA <sup>+</sup>	MEDIA DEL % DE VIABILIDAD DEL POLEN	GRUPO DE TUKEY
5	85.00	A
4	76.67	A B
3	71.67	B C
6	69.67	B C
2	62.67	C D
7	54.00	D
1	42.00	E

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

DIA<sup>+</sup> = Día en que se efectuó la recolecta del polen

Mínima Diferencia Significativa = 11.06 %

De acuerdo a la prueba de Tukey en el cuadro 16 presentada en el cuadro anterior, el día de recolecta de polen que mostró mejores resultados fue el día 5 en relación a los otros 6 periodos expresados en días, con una media de la viabilidad de 85%. Además en este día se obtiene 76.2% de flor madura en antesis lo que es mayor al día 4 en el cual se obtiene el 39.7%.

En el cuadro 17 se observa la cantidad de polen en los 7 días de antesis en la inflorescencia masculina en 3 muestras obtenidas,

Cuadro 17. Cantidad de polen en los diferentes días de antesis.

Día de recolecta	Cantidad de polen (g)			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
1	1	0.58	0.98	0.85
2	1.75	1.93	2	1.89
3	5.9	6.3	5.4	5.87
4	16.9	17.86	18.4	17.72
5	37	35	41	37.67
6	38.2	38.9	42	39.70
7	42.3	42	43.8	42.70

Fuente: Elaboración Propia, 2015

De las cuales se determinó la media, obteniendo en el día 1 con 0.85 gramos, el día 2 con 1.89, el día 3 con 5.87, el día 4 con 17.72, el día 5 con 37.67, el día 6 con 39.70 y el día 7 con 42.70 gramos

En figura 21 se observa que al inicio de los días de anthesis la cantidad es menor, mientras que va incrementando con forme llega a su madurez.

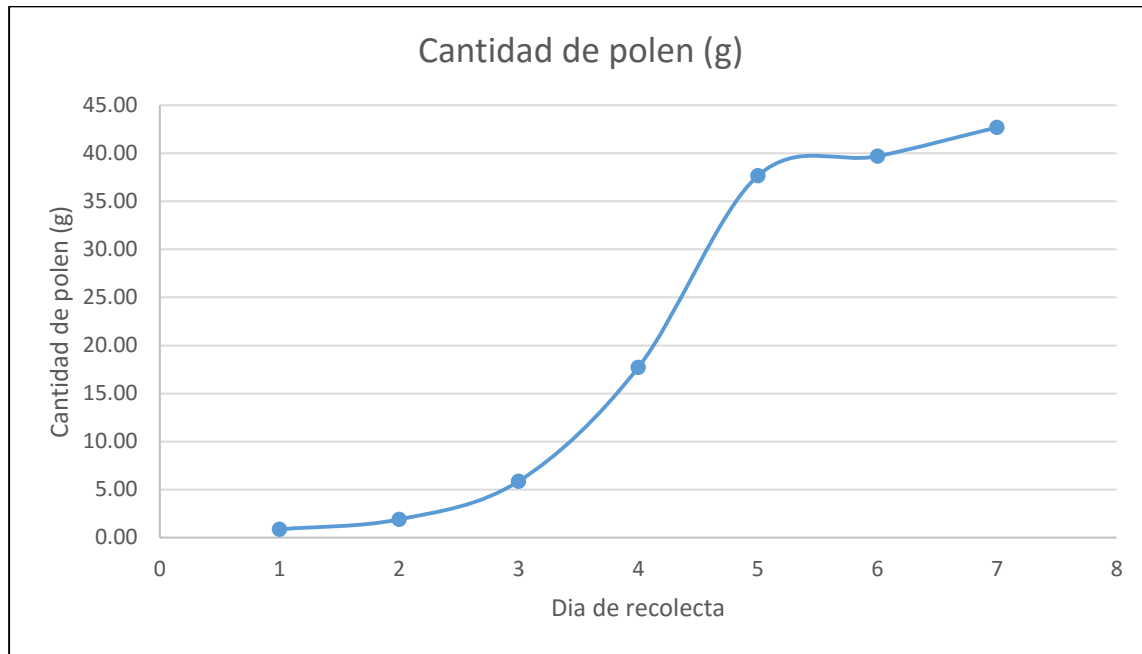


Figura 26. Cantidad de polen en gramos

Fuente: Elaboración Propia, 2015

En el cuadro 18 se observa la viabilidad del polen según el método de transporte, los cuales fueron: hielo seco, hielo natural y hielo gel, evaluados en un período de 5 días.

Cuadro 18. Porcentaje de viabilidad en los tres métodos de transporte de polen.

DIA	HIELO SECO	HIELO NATURAL	HIELO GEL
lunes	80	71	60
martes	85	72	62
miércoles	78	68	65
jueves	79	68	59
viernes	83	70	60

Fuente: Elaboración propia

También se procedió a realizar un análisis de varianza usando un diseño en completo azar, para la variable porcentaje de viabilidad del polen y el factor tipo de hielo utilizado en el transporte del mismo en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen en base al tipo de hielo utilizado en el transporte.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG
TIPO DE HIELO	2	985.73	492.87	84.98	0.0001
ERROR	12	69.60	5.80		
TOTAL	14	1055.33			

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

C.V. = 3.41 %

Según el análisis de varianza anterior, el coeficiente de variación es de 3.41%. Como se encontraron diferencias significativas en cuanto al factor tipo de hielo, se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey cuyos resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 20. Prueba de Tukey para el porcentaje de viabilidad del polen en base al tipo de hielo utilizado en el transporte.

TIPO DE HIELO	MEDIA DEL % DE VIABILIDAD DEL POLEN	GRUPO DE TUKEY
SECO	81.00	A
NATURAL	69.80	B
GEL	61.20	C

Fuente: Elaboración propia, año 2015.

Mínima Diferencia Significativa = 4.06 %

De acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro 20, el método de transporte con hielo seco fue el que mejor porcentaje de viabilidad de polen mostró en relación a los otros 2 tratamientos, con una media de la viabilidad de 81%, siguiéndole el método de transporte de hielo natural que obtuvo 69.8% de viabilidad y por último el método de hielo gel con 61.2%.

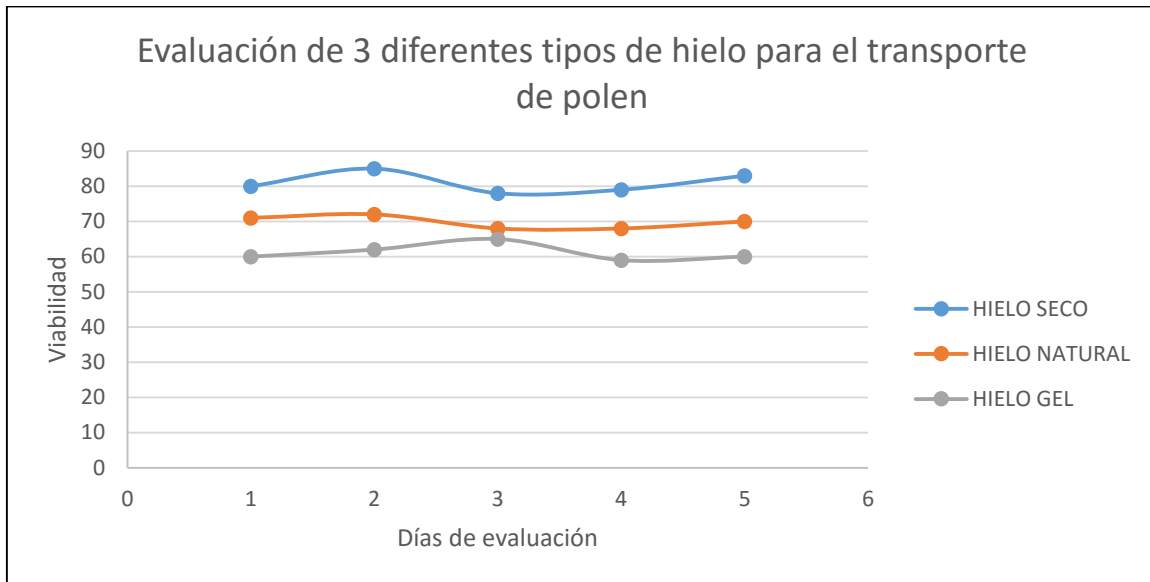


Figura 27. Evaluación de 3 diferentes tipos de hielo para el transporte de polen

Fuente: Elaboración propia, año 2015

## 5.4 Requerimientos de insumos y procedimientos para la recolecta, almacenamiento y transporte del grano de polen.

### 5.4.1 Recolecta

Para poder realizar la recolecta de polen en el campo se deben de tomar tres labores de suma importancia, las cuales son ver figura 28.



Figura 28. Serie de fotografías que muestran las actividades realizadas para recolectar polen.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

#### 5.4.1.1. Monitoreo

El monitoreo consistió en tomar una muestra del 10% del área total para poder obtener una muestra piloto, como se debe de realizar el monitoreo, se cuantificó palmas con inflorescencias masculinas y femeninas en estado de pre – antesis y antesis (ver figura 29 y 30), para poder determinar el porcentaje o índice de inflorescencias masculinas en estado de Pre –Antesis/Hectárea.





Figura 29. Inflorescencia femenina en Pre – antesis

Fuente: Elaboración propia, año 2014

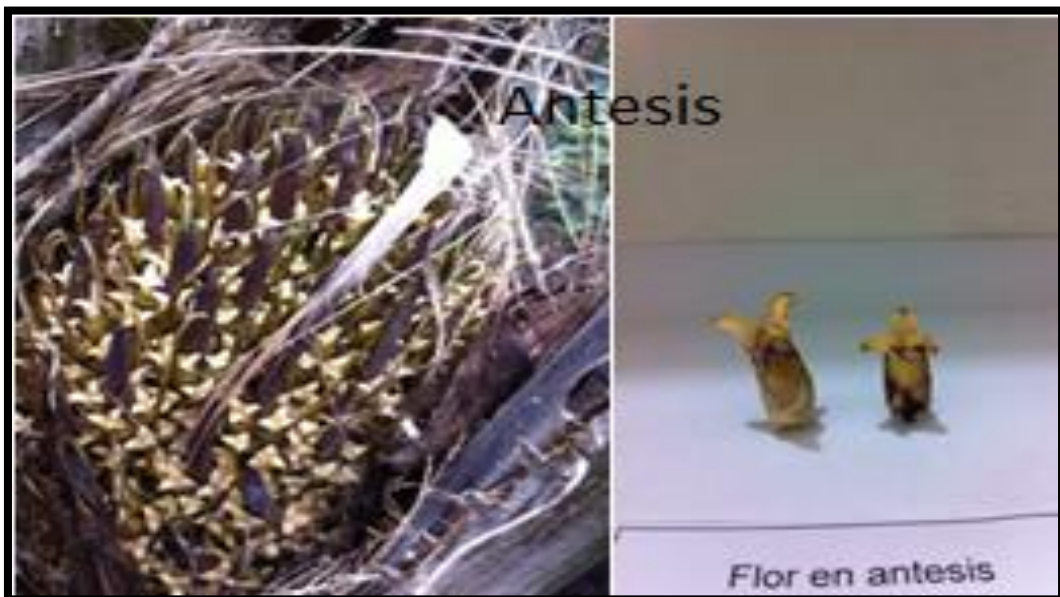


Figura 30. Inflorescencia Femenina en Antesis

Fuente: Elaboración propia, año 2014

En el caso de las inflorescencias masculinas contiene dos tipos de colores en su etapa de pre- antesis las cuales son: a) verde b) café (ver figura 31). Y la etapa de antesis (ver figura 32).



Figura 31. Inflorescencia Masculina en Pre – Antesis: a) café, b) verde

Fuente: Elaboración propia, año 2014



Figura 32. Inflorescencia Masculina en antesis

Fuente: Elaboración propia, año 2015

a) Eficiencia Del Jornal.

El encargado de realizar el monitoreo debe tener la capacidad de recorrer 35 Ha / día.

b) Material y Equipo necesarios en el monitoreo.

- Inflorescencias Masculinas y Femeninas.
- Libreta de campo
- Formato de Registro de inflorescencias masculinas y femeninas

#### **5.4.1.2. Aislamiento**

Para realizar el aislamiento de inflorescencia se utilizó bolsas que están elaboradas de manta 100% de algodón, la bolsa consta de una ventana de plástico para facilitar la inspección de la inflorescencia, esta bolsa permite el intercambio de gases entre la inflorescencia y el ambiente, impidiendo la entrada de insectos.

El aislador debe identificar la etapa de pre – anthesis de la inflorescencia masculina. Conocer los dos tipos de colores que presenta la inflorescencia las cuales son a) verde y b) café

El color verde le indica al aislador que la inflorescencia estará lista en 15 días, para presentar su etapa de anthesis (ver figura 33).



Figura 33. Etapa de Pre-antesis color verde.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

El color café le indica al aislador que la inflorescencia estará lista en 5 días, para presentar su etapa de antesis (ver figura 34).



Figura 34. Etapa de Pre-antesis de color café.

Fuente: Elaboración propia, 2014

Debe de efectuarse una limpieza en el área donde se encuentra la inflorescencia. Posteriormente, con un machete se quitan las espinas de las hojas (ver figura 35).



Figura 35. Limpieza de hojas e Inflorescencias.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Luego con el cuchillo se elimina la bráctea pedúncular que es una estructura fibrosa, para después proceder a colocar la bolsa y se le coloca una banda de hule al final para sujetarla en la base del pedúnculo (ver figura 36).



Figura 36. Embolse de Inflorescencias

Fuente: Elaboración propia, 2014

#### a) **Eficiencia de jornal**

La eficiencia del jornal en el aislamiento dependerá mucho de la altura de palma, Las Palmas de 10 años de edad que tiene una altura de 3.5 a 4 metros, el jornal está en la capacidad de aislar 15 Inflorescencias al día.

En palmas de 5 años que tienen una altura de 1.5 a 2 metros, el jornal esta con la capacidad de aislar 50 inflorescencias por día.

#### b) **Material y Equipo para el aislamiento**

Cada persona debe de tener un kit de herramientas para realizar el aislamiento, el cual debe contener lo siguiente:

- cuchillo
- tijera de poda
- 1 machete
- 1 escalera
- Bolsas
- Hule
- Formato de registro de aislamiento.

#### **5.4.1.3. Recolecta**

Para la revisión y recolecta de polen (ver figura 37), el recolector debe de revisar las inflorescencias ya aisladas, lo cual le indica al recolector si la inflorescencia masculina, que está en etapa de pre- antesis ya cambio a su etapa de antesis.



Figura 37. Revisión de Inflorescencia.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Se deben de cortar solo las inflorescencias que estén en etapa de Antesis, pero que sus espiguillas estén totalmente llenas de polen y tengan un color amarillo claro (ver figura 38).



Figura 38. Corte de Inflorescencias en Antesis.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Una vez cortada la inflorescencia se retira la bolsa y se sacude sobre un baño o balde, frotando suavemente con una brocha las epiquillas de la inflorescencia (ver figura 39).



Figura 39 Recolecta de polen

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Generalmente la recolecta se realiza durante la mañana y en la tarde el operario debe transportar el polen al área de laboratorio (ver figura 40), donde será procesado (tamizado y secado).



Figura 40. Fotografía que muestra el polen recolectado, con impurezas.

Fuente: Elaboración propia, año 2014



#### a) **Eficiencia del jornal**

Un recolector está en la capacidad de poder cortar 30 inflorescencias masculinas y poder extraer el polen a las mismas, en palmas jóvenes de una altura de 1.5 a 2 metros y en palma adulta el recolector tiene la capacidad de recolectar 20 inflorescencias debido a la altura de la palma 3.5 a 4 metros.

#### b) **Materiales y equipo para la recolecta**

Cada persona debe de utilizar la siguiente herramienta para el corte de inflorescencias

- Malayo
- 1 machete
- 1 saco

### **5.4.2 Almacenamiento**

#### **5.4.2.1 Laboratorio**

En el área de laboratorio el polen recolectado del campo lleva varios procesos para un buen almacenamiento.

#### **5.4.2.2 Tamizado**

Para esta labor es necesario tamizar el polen más de una vez, pasando por 3 tamices los cuales son: 20, 100 y 150 mesh, ver figura 41) con el fin de eliminar impurezas y obtener al final polen puro (ver figura 42).



Figura 41. Tamizador de polen

Fuente: Elaboración propia, año 2014

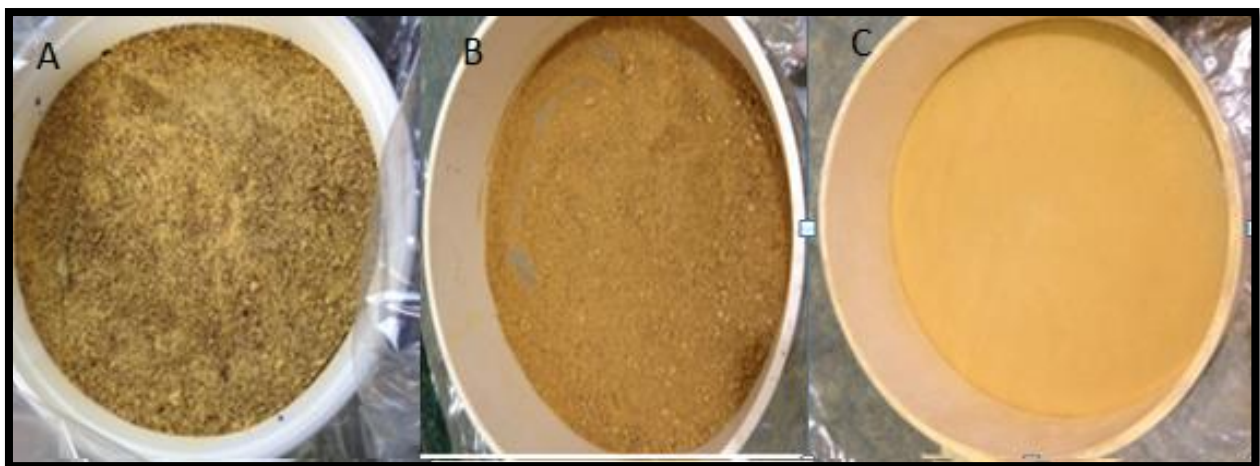


Figura 42. Proceso de tamizado a) polen con impureza, b) Impurezas, c) polen tamizado

Fuente: Elaboración propia, año 2014

El polen fresco se debe de pesar antes de introducirlo al horno, con el fin de determinar la humedad del polen (ver figura 43).



Figura 43. Polen Fresco: a) polen fresco, b) tara de polen fresco.

Fuente: Elaboración propia, año 2014.

#### 5.4.2.3 Secado

El secado es un proceso de suma importancia, debido a que se debe proporcionar una humedad adecuada de almacenamiento a temperaturas bajas (ver figura 44).

El polen se debe de secar a una temperatura entre 38 – 40 °C por 24 horas.



Figura 44. Secador de Polen

Fuente: Elaboración propia, año 2014

El polen se secó en un horno con capacidad de 1.5 kg (1 m de largo por 0.6 m de ancho).

Realizado el secado, se procede a pesar el polen seco para saber el porcentaje de humedad (ver figura 45), que el polen perdió



Figura 45. Peso de polen Seco.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

La cantidad de agua eliminada se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Dónde:

P<sub>i</sub> = peso inicial (muestra húmeda)

P<sub>f</sub> = peso final (muestra seca, después de 24 horas en el horno).

**a) Viabilidad del grano del polen**

La viabilidad del polen se expresa en porcentaje, y en las (ver figura 46) siguientes se presentan granos de polen sin germinar y en proceso de germinación.

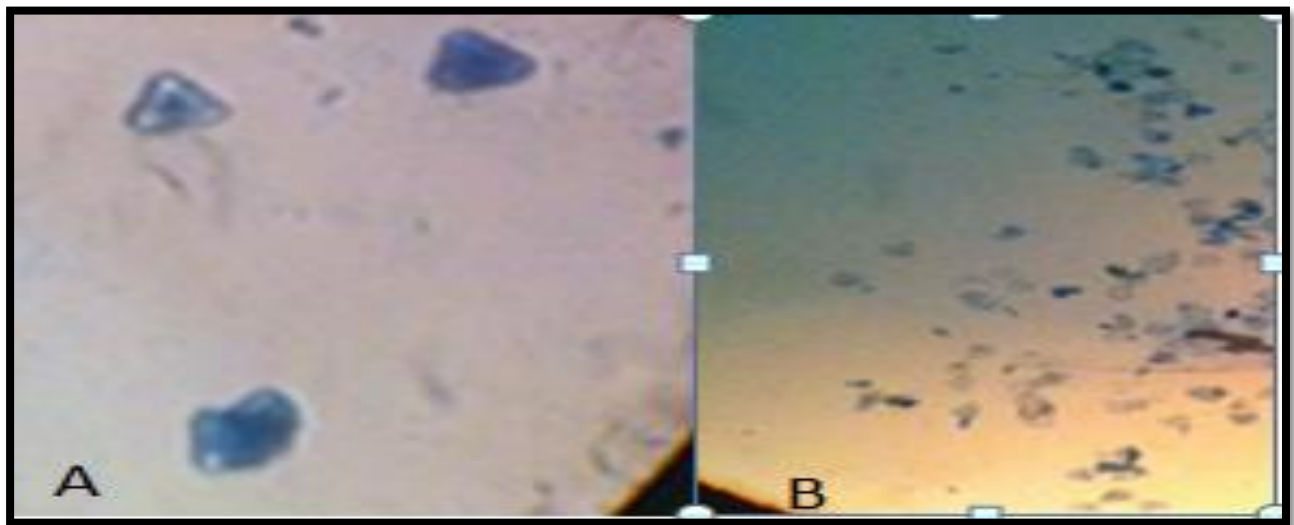


Figura 46. Granos de polen *Elaeis guineensis* Jacq, visto en un aumento de 10X.

Fuente: Elaboración propia, año 2014

Se consideran viables aquellos granos con un tubo polínico de longitud mayor o igual al diámetro de polen (ver figura 47), para determinar el porcentaje se utilizaron como mínimo 100 granos de polen.

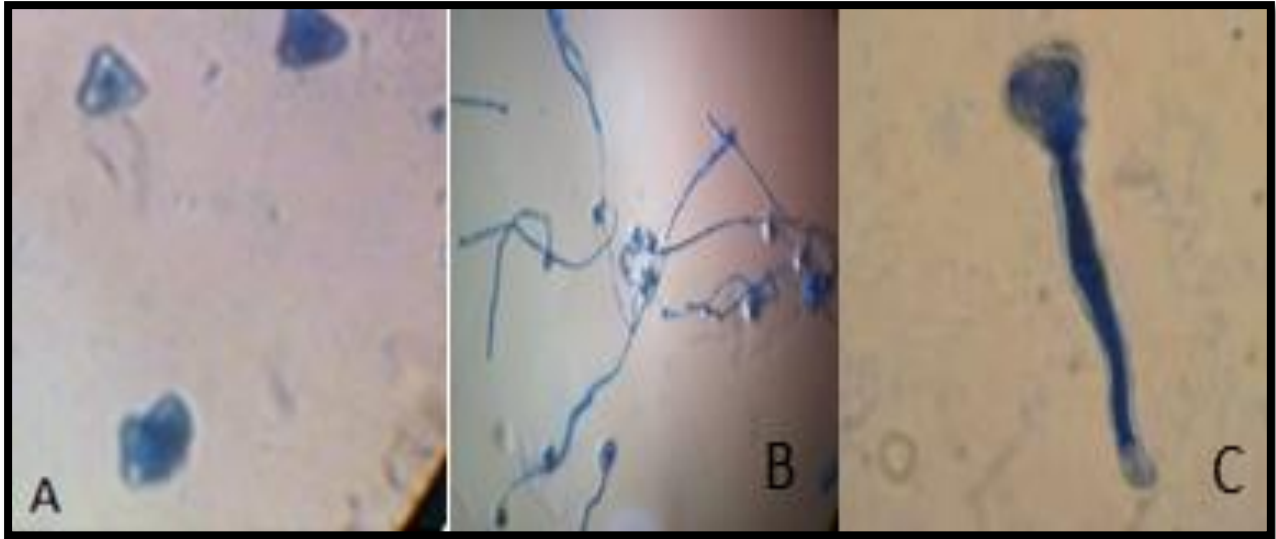


Figura 47 . Estados de Germinación. a) Grano de polen sin germinar, b) Grano de polen germinado, c) Tubo polínico.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

$$\% \text{ Viabilidad} = \frac{\text{No. granos de polen germinados}}{\text{No. granos de polen total}} * 100$$

#### 5.4.2.4 Almacenamiento

Un polen en condiciones óptimas de almacenamiento es aquel que presente una viabilidad mayor de 70%. Se debe almacenar el polen en frascos de vidrio (ver figura 48), en refrigeración a un rango de temperatura de - 2 a - 10°C.



Figura 48. Almacenamiento de polen

Fuente: Elaboración propia, año 2014

### 5.4.3 Transporte

#### 5.4.3.1 Embalaje

El embalaje que se utilizó para el envío de polen, fueron bolsas plástica hechas de polímero (ver figura 49), las bolsas de polen deben de estar identificadas y contener la siguiente información: a) fecha de cosecha, b) Masa de polen seco (gr), c) Viabilidad (%).



Figura 49. Embalaje de polen

Fuente: elaboración propia, año 2014

#### 5.4.3.2 Transporte

Para el transporte del polen se utilizan hieleras de duroport que tiene la capacidad de transportar 7 kilogramos de polen y dos bloques de hielo seco que tiene una dimensión de 25centímetros de radio y 15centímetros de ancho, como se observa en la (ver figura 50).



Figura 50. Transporte de polen

Fuente: elaboración Propia, 2014



## 5. CONCLUSIONES

1. Para mejorar la eficiencia antes de la colecta de polen se debe considerar la cantidad de inflorescencias masculinas por hectárea.
2. Al inicio de la investigación en el monitoreo se tenía una eficiencia de 22.4 hectáreas recorridas por jornal, pero al final de la misma, en el monitoreo final se tuvo una eficiencia de 34.52 hectáreas recorridas por jornal. Este aumento de eficiencia se debió a la capacitación constante que tuvo la persona encargada de realizar dichos monitoreos.
3. El criterio oportuno para colecta del grano de polen es: El ciclo fenológico de la inflorescencia Masculina y el momento más adecuado es en el día 5 de la antesis de la inflorescencia que es cuando presenta la mayor cantidad de polen
4. El día 5 de antesis es cuando se presenta el mejor porcentaje de viabilidad y también de cantidad de polen por inflorescencia logrando obtener 40 gramos de polen por inflorescencias.
5. El almacenamiento más efectivo del polen es utilizando frascos de vidrio y en refrigeración a una temperatura de -2 a -10°C, lográndose mantener su viabilidad hasta 6 meses.
6. El mejor método de transporte del grano de polen, fue por medio de la utilización de hielo seco ya que mantiene la viabilidad y la temperatura dando las condiciones óptimas para su transporte.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Para poder realizar la cosecha de polen se debe tener en cuenta que solo se recolectará el polen en tiempo de verano ya que muchas inflorescencias en tiempo de invierno tiende a descomponerse por la humedad.
2. Se debe dejar 5 inflorescencias masculinas en etapa de antesis por hectárea ya que permite la polinización natural de inflorescencias femeninas por hectárea.
3. Se recomienda realizar el recorrido de aislamiento en campo, en palma adultas, el recorrido debe ser en forma de "U" dejando de por medio dos líneas y en palmas jóvenes el recorrido es una línea si y un línea no.
4. Para dar las condiciones óptimas para el secado del grano de polen se recomienda que a la hora de colocar en el horno sea a temperatura de 40°C y así mismo colocar el polen en bandejas en una capa muy delgada para un mejor secado.
5. Para poder estar seguros que el grano de polen es viable, este debe tener un porcentaje mayor de 70 de germinación del grano de polen con formación del tubo polínico

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Corley, R.V.H. y Tinker, P.B. 2009. La palma de aceite. Cuarta edición (versión en español). Colombia: Fedepalma. 604 p.
2. García, L. 2006. Manual técnico de la palma aceitera.
3. García, L. 2006. Generalidades de la palma. Presentación digital. Pag. 3
4. Grepalma: [http://www.grepalma.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8&Itemid=11&lang=es](http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=11&lang=es) el 27 de julio del 2014.
5. Hartley, C.W.S. 1988. The oil palm. Longman Scientific and Technical. New York. 761 p.
6. Hormaza, P.A.; Forero, D.C.; Ruiz, R.; Romero, H.M. 2011. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* [Kunt] Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). Bogotá.
7. Infoagro.com. Palma africana (en línea). España. Consultado 27 julio de 2014  
Disponible en:  
[http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma\\_africana\\_aceitera\\_coroto\\_d\\_e\\_guinea\\_aabora.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/oleoginosas/palma_africana_aceitera_coroto_d_e_guinea_aabora.htm)
8. Ojeda, M. 2008. Zona de Vida, flora y fauna de La Gomera, Escuintla (correo electrónico: mauricio\_ojeda@hotmail.com).
9. Ortiz Vega, R.A. 1994. El cultivo de la palma aceitera. San José, Costa Rica. Edt. Universidad Estatal a Distancia. 192 p.

10. SAG. 2006. Antecedentes de la palma africana en Honduras. Presentación digital. Pág. 3.
11. Sánchez, G.; Lopes, R.; Vieira da Cunha, R.; Carvalho, R. 2009. Germinação in vitro de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. *Ciencia Rural*, Santa María 39 (5): 1569-1571
12. Tandon, R.; Chaudhury, R.; Shivanna, K. R. 2006. Cryopreservation of oil palm pollen. *Current Science* 92 (2): 182-183.
13. Tandon, R.; Manohara, T. N.; Nijalingappa, B.H.M.; Shivanna, R. 2001. Pollination and pollen-pistil interaction in Oil palm, *Elaeis guineensis*. *Annals of Botany* 87: 831-838.
14. Turner, P.D.; Gilbanks, R.A. 1974. Oil Palm cultivation and management. The International Society of Planters. Kuala Lumpur

## 9. ANEXO

Cuadro 21A. Tamaño de Bolsas Aisladoras.

Manta Cruda 72 "	Manta Cruda Delgada 60"
Ancho de transparente 13 cm	Ancho de transparente 15 cm
Largo de transparente 16 cm	Largo de transparente 19cm
Largo de bolsa 66 cm	Largo de bolsa 66 cm
Ancho de bolsa 50 cm	Ancho de bolsa 50 cm

Fuente: elaboración Propia, año 2014.

Cuadro 22A. Formato para la identificación de aislamiento en campo.

	<b>IDENTIFICACIÓN DE AISLAMIENTO</b>
<b>MATERIAL</b>	
<b>NUMERO DE AISLAMIENTO</b>	
<b>FECHA DE AISLAMIENTO</b>	
<b>ENCARGADO</b>	
<b>LOTE</b>	

Fuente: elaboración Propia, año 2014.





Figura 53A. Recolecta de polen en bolsas aisladoras.

Fuente: elaboración Propia, año 2014.



Figura 54 A. Tamizado de polen

Fuente: elaboración Propia, año 2014.

