

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACION REALIZADO EN LA FINCA VIENA II, MUNICIPIO DE
MORALES IZABAL, GUATEMALA C.A. CON ENFASIS EN LA EVALUACION DE
DIFERENTES DOSIS DE POLEN EN HIBRIDOS DE PALMA AFRICANA.**



JOSE ALEJANDRO ESTRADA MACHORRO
GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACION REALIZADO EN LA FINCA VIENA II, EN EL MUNICIPIO
DE MORALES IZABAL, GUATEMALA, C.A. CON ENFASIS EN LA EVALUACION DE
DIFERENTES DOSIS DE POLEN EN HIBRIDOS DE PALMA AFRICANA.

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

POR

JOSE ALEJANDRO ESTRADA MACHORRO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	Per. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

Guatemala, Noviembre del 2011

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado en la **finca Viena II, Morales Izabal, Guatemala C.A. con énfasis en la evaluación de diferentes dosis de polen en híbridos de Palma Africana**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

José Alejandro Estrada Machorro

ACTO QUE DEDICO

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 un hombre de bien.

A MIS PADRES

Moisés Estrada y Haydee de Estrada, 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

Moisés Eduardo y Luis Fernando 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.

A MIS CUÑADAS

Silvia Marín y Candy Gonzales por su cariño, aprecio y dedicación para que yo pudiera alcanzar una meta muy importante en mi vida.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

En especial a Claudia Gordillo, Juan L. Folgar, Walter Barrera, Larissa Cabrera, Stephanie Soto, Cristopher Ardon, David Pineda, Jame Hernández, Alan Folgar y Georgina George por esos momentos de alegría y compañerismo que me demostraron en todo este tiempo que compartimos. Los aprecio un montón y saben que cuentan con AMIGO más. A mi madrina Marissa Montepeque por su cariño sincero y aprecio hacia mi persona.

A MI AMIGO(A)

Pablo Montepeque y Tracy Vela por ser unos hermanos más, y demostrarme su amistad sincera en todo el tiempo convivido en nuestra formación académica. Espero que esta amistad perdure toda la vida.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA, mi país de gente responsable y trabajadora.

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

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

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) por los valores, ética y responsabilidades que todavía siguen presentes en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. **Fredy Hernández Ola** por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo.

Ing. Agr. **Álvaro Gustavo Hernández Dávila** por su asesoría profesional, apoyo, y valiosa colaboración en la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. **Manuel Bacaro**, por brindarme la oportunidad y el apoyo para realizar mi EPS, en tan prestigiosa empresa.

Ing. Agr. **Carlos Chávez**, por su asesoría profesional en la realización de la presente investigación.

A la Corporación Agroindustrial del Caribe (AGROCARIBE S.A.), por el apoyo técnico en la realización y culminación de este estudio científico.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	1
CAPITULO 1.....	3
DÍAGNOSTICO DE LA FINCA VIENA II EN LAS PLANTACIONES DE HÍBRIDOS, MORALES IZABAL, GUATEMALA, C.A.	3
1.1 PRESENTACION	4
1.2 MARCO REFERENCIAL	6
1.2.1 Ubicación y Extensión del lugar.....	6
1.2.2 Precipitaciones y Humedad	6
1.2.3 Temperaturas	6
1.2.4 Zona de vida.....	6
1.2.5 Suelos	6
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
1.4 METODOLOGÍA.....	9
1.4.1 Gabinete.....	9
1.4.2 Campo.....	9
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Densidad de Siembra	10
1.6 CONCLUSIONES.....	14
1.7 RECOMENDACIONES.....	14
1.8 BIBLOGRAFIA.....	15

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO II.....	16
EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE POLEN EN HÍBRIDOS DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> x <i>Elaeis oleífera</i>) EN LA FINCA VIENA II, IZABAL, GUATEMALA. C.A.....	16
2.1 PRESENTACIÓN	17
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.2.1 Características del híbrido de palma.....	19
2.2.2 El aceite de híbrido de palma o aceite de noli.....	20
2.2.3 Otros tipos de aceite vegetal usados para la industria	21
2.2.4 Polinización Asistida con Aspersión de Polen.....	21
2.2.5 Tipos de Polinización.....	22
2.2.6 Agentes polinizadores	22
2.2.7 Criterios de las inflorescencias para la polinización	23
2.2.8 Propiedades del talco de Venecia o neutro.....	27
2.2.9 Aparato de polinización en palma	27
2.3 OBJETIVOS	28
2.4 METODOLOGIA.....	29
2.4.1 Recolección del polen en el campo (Método Directo)	29
2.4.2 Fase de laboratorio.....	29
2.4.2.A Preparación del polen	29
2.4.2.B Prueba de Viabilidad	30
2.4.3 Polinización asistida con aspersión de polen	31
2.4.3.A Pasos para la polinización:.....	31
2.4.4 Análisis del racimo.....	32
2.4.5 Ubicación del experimento.....	34
2.4.5.A Descripción de los tratamientos	34

CONTENIDO	PÁGINA
2.4.5.B Unidad experimental	34
2.4.5.C Diseño experimental	35
2.4.5.D Distribución de los tratamientos	35
2.4.6 Manejo de Experimento	35
2.4.7 Variables Respuestas.....	36
2.4.7.A Viabilidad del polen en porcentaje.....	36
2.4.7.B Peso del racimo en kilogramos	36
2.4.7.C Conformación del racimo en porcentaje	36
2.4.8 Análisis de la Información	37
2.5 RESULTADOS	38
2.5.1 Análisis estadístico del porcentaje de viabilidad del polen.	38
2.5.2 Análisis estadístico del peso del racimo.....	40
2.5.3 Análisis Estadístico de la conformación de los racimos	45
2.5.3.A Análisis Estadístico para los frutos normales	48
2.5.3.B Análisis Estadístico para los frutos partenocarpicos rojos	49
2.5.3.C Análisis Estadístico para los frutos partenocarpicos verdes	51
2.5.3.D Análisis Estadístico para el peso del raquis.....	52
2.5.4 Resultados y discusión de los pesos de los racimos vrs el porcentaje de extracción de aceite.....	54
2.6 CONCLUSIONES	56
2.7 RECOMENDACIONES.....	56
2.8 BIBLIOGRAFÍAS	57

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO III.....	59
SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TECNICO DE LA EMPRESA AGROCARIBE S.A.	59
3.1 PRESENTACION	60
3.2 MANEJO DE LOS REGISTROS DE LA CAPTURA DEL PICUDO DE LA PALMA (<i>RHYNCHOPHORUS PALMARUM</i>).....	61
3.2.1 Objetivos	61
3.2.2 Metodología.....	61
3.2.3 Resultados.....	61
3.2.4 Evaluación.....	64
3.3 MANEJO DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES DE LAS FINCAS DE AGROCARIBE	65
3.3.1 Objetivos	65
3.3.2 Metodología.....	65
3.3.3 Resultados.....	65
3.3.4 Evaluación.....	68
3.4 MANEJO DE LOS REGISTROS DE LOS FREATIMETROS	68
3.4.1 Objetivos	68
3.4.2 Metodología.....	68
3.4.3 Resultados.....	69
3.4.4 Evaluación.....	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Ubicación Geográfica de la finca Viena II en el Departamento de Izabal.....	7
Figura 2. Alta densidad de siembra.....	10
Figura 3. Densidad ideal de siembra.....	11
Figura 4. Forma de realizar el raleo o la eliminación de palmas.....	11
Figura 5. Racimos sin polinización asistida.....	13
Figura 6. Racimos con polinización asistida.....	13
Figura 7. Diferencias de altura entre la Palma Hibrida vrs Palma Africana.....	19
Figura 8.Comparación del Aceite de Hibrido vrs Palma Africana.	20
Figura 9. Aspersión de polen + talco.....	21
Figura 10.Elaeidobius kamerunicus	22
Figura 11. Elaeidobius subvittatus	23
Figura 12 a) FB (Flor Buena apta para la polinización b) FDP (Flor doblemente polinizada) c) FA (Flores ayudadas, con porcentaje bajo para recibir polinización).....	24
Figura 13. Antesis de la Flor Masculina	24
Figura 14. A) Inflorescencia cubierta por la espata B) Antesis ¼ apta para polinización	25
Figura 15 . a) Inflorescencia Masculina. b) Inflorescencia Femenina	26
Figura 16. Aparato de polinización de palma africana.....	27
Figura 17. Polen germinado.....	39
Figura 18. Grafica de Normalidad de los pesos de los racimos.....	41
Figura 19. Pesos promedios por tratamiento.....	43
Figura 20. Racimos del Tratamiento 1	43
Figura 21 Racimos del Tratamiento 2	44
Figura 22. Racimos del Tratamiento 3	44
Figura 23. Racimos del Tratamiento 4	44

FIGURA	PÁGINA
Figura 24. Separación de los diferentes frutos del racimo.....	45
Figura 25. A) Frutos partenocarpicos verdes B) Frutos partenocarpicos rojos	45
Figura 26. Grafica de normalidad del peso de los frutos normales.....	48
Figura 27. Grafica de normalidad de los pesos de los frutos partenocarpicos rojos	49
Figura 28. Grafica de Normalidad de los frutos partenocarpicos verdes	51
Figura 29. Grafica de Normalidad de los pesos del raquis	52
Figura 30. Comparación de los pesos promedios de los racimos vrs porcentaje de extracción de aceite.....	54
Figura 31. Trampa de Rhynchophorus en el campo.....	61
Figura 32. Rhynchophorus palmarum	62
Figura 33. Capturas de Rhynchophorus vrs la presencia de Anillo Rojo	62
Figura 34. Total de individuos capturados vrs la precipitación mensual para el año 2011	63
Figura 35. Total de Rhynchophorus capturados por sectores para el distrito 1	64
Figura 36. Estación Meteorológica.....	65
Figura 37. Temperaturas de máximas y mínimas para el Distrito 1 (Ene 2006 - May2011).....	66
Figura 38. Temperaturas de máximas y mínimas para el Distrito 2 (Ene 2006 – May 2011)	66
Figura 39. Comportamiento del nivel freático en las diferentes fincas que presentaban mayor problema por saturación de agua.....	69
Figura 40. Forma de medir el nivel freático en campo.....	70

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Categorías de frutos y su porcentaje ideal en el racimo	37
Cuadro 2. Resumen del análisis de los supuestos de normalidad.....	38
Cuadro 3. Viabilidad del Polen en Porcentaje	39
Cuadro 4. Análisis de los supuestos de normalidad del polen Shapiro–Wilks (modificado).....	39
Cuadro 5. Pesos de los racimos en kilogramos	40
Cuadro 6. Medidas resumen de los pesos de los racimos	41
Cuadro 7. Homogeneidad de varianzas de los pesos de los racimos	41
Cuadro 8. Análisis ANDEVA para la variable de peso del racimo	42
Cuadro 9. Prueba de TUKEY para la variable de peso del racimo	42
Cuadro 10. Pesos de los diferentes frutos que conforman el racimo en kilogramos.....	46
Cuadro 11. Pesos promedio en kg de los frutos que conforman el racimo y su porcentaje.....	47
Cuadro 12. Medidas resumen de la conformación del racimo	47
Cuadro 13. Homogeneidad de varianzas de los frutos normales	48
Cuadro 14. Análisis ANDEVA para el peso de los frutos normales	49
Cuadro 15. Homogeneidad de varianzas de los frutos partenocarpicos rojos	50
Cuadro 16. Análisis ANDEVA de los frutos partenocarpicos rojos	50
Cuadro 17. Homogeneidad de varianzas de los frutos partenocarpicos verdes	51
Cuadro 18. Análisis ANDEVA para el peso de los frutos partenocarpicos verdes	52
Cuadro 19. Homogeneidad de varianzas del raquis.....	53
Cuadro 20. Análisis ANDEVA para el peso del raquis.....	53
Cuadro 21. Comparación de los pesos promedios de los tratamientos vrs el porcentaje de extracción de aceite.....	54
Cuadro 22. Costos de la polinización Asistida con ciclo de 2 días para 1000 Ha	55
Cuadro 23. Precios del Aceite.....	55

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 24. Promedio de capturas mensual de rhynchophorus por sectores del Distrito 1.....	63
Cuadro 25. Precipitaciones mensuales en milímetros para el año 2010	67
Cuadro 26. Precipitaciones mensuales en milímetros para el año 2011	67
Cuadro 27. Promedios mensuales del nivel freático en centímetros para las fincas con mayor problema de saturación de agua.....	69

TRABAJO DE GRADUACION REALIZADO EN LA FINCA VIENA II, EN EL MUNICIPIO DE MORALES IZABAL, GUATEMALA C.A., CON ENFASIS EN LA EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE POLEN EN HIBRIDOS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis X Elaeis oleífera*).

RESUMEN

La finca Viena II, ubicada en el municipio de Morales, del departamento de Izabal, cuenta con 118 hectáreas de extensión. Es una de las fincas de las casi 800 hectáreas cultivadas con híbridos de palma africana que la empresa de AGROCARIBE 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.

Con el fin de mejorar la fructificación y de esta manera poder aumentar el peso de los racimos en la finca Viena II, se realizó un diagnóstico de las plantaciones de híbridos, pudiendo observar como principales problemática: una alta densidad de siembra (de 143 palmas / hectárea y lo recomendado es de 128 palmas / hectárea) y problemas con la polinización asistida, debido a que la dosis de polen utilizada (1 polen : 7 talco) no brindaba los rendimientos esperados (15 – 20 kilogramos / racimo). Por tal razón, se realizó una evaluación de diferentes dosis de polen mezcladas con un talco neutral que ayudaran a mejorar el peso de los racimos.

La investigación consistió, en recolectar polen de la variedad CIRAD tres días antes de su aplicación, al cual se le realizó un proceso de secado y depuración, y posteriormente una prueba de viabilidad el cual nos sirvió como un indicador de la calidad de polen utilizado para polinización asistida. Se utilizaron diferentes dosis de polen: 1) Una de polen: dos talco 2) Una de polen: cuatro de talco 3) Una de polen: seis de talco 4) sin aplicación de polen (en este tratamiento solo se la bajo la espata protectora a la inflorescencia en

antesis). Dichos tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en el campo, conforme se fueron encontrando las diferentes inflorescencias en antesis en las horas frescas de la mañana. La aplicación se repitió dos veces más, dejando un día de por medio sin aplicar con el fin de aplicarle a todas las flores en antesis que se presentaron. Posteriormente a los 150 días de su última polinización, se procedió a cosechar los racimos para poder tomar su peso en kilogramos y luego conocer la conformación del racimo, realizando una partición del racimo, y de esta manera conocer los frutos que lo integran.

Los servicios prestados durante el Ejercicio Profesional Supervisado se llevaron a cabo en el Departamento Técnico de la empresa de AGROCARIBE S.A. Se realizaron monitoreo de las capturas de *Rhynchophorus palmarum* L. llevando el control de su base de datos. Se llevó un registro de las temperaturas y precipitaciones diarias de las diferentes fincas de cada sector, y los registros de las mediciones de freatímetros (mediciones del nivel freático) que se realizan en varias fincas. Estas actividades se realizaron en un periodo de 10 meses, los cuales forman parte del ejercicio profesional supervisado el cual se realizó en la temporada de agosto del 2010 a mayo 2011.

CAPITULO 1

DÍAGNOSTICO DE LA FINCA VIENA II EN LAS PLANTACIONES DE HÍBRIDOS, MORALES IZABAL, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACION

Más de 200 familias en los municipios de Morales y Puerto Barrios, localizados en el departamento de Izabal, en el nororiente del país, fueron favorecidas por el gobierno de Guatemala después de una repartición de tierras. El desafío para los beneficiados era crear un sistema de cultivo en el área que, no sólo dependiera de su esfuerzo individual, sino que de la capacidad para trabajar de modo colectivo y de los beneficios que se generan de las interacciones entre comunidades, gobierno y sector privado. (SAVIA, GT 2011).

Corporación Agroindustrial del Caribe S.A. (AGROCARIBE) es una empresa guatemalteca fundada en 1998, dedicada a la producción de aceite vegetal derivado de la palma africana, para satisfacer la creciente demanda de energía “limpia” proveniente de sembradíos amigables al medio ambiente. Actualmente cuenta con un aproximado 9062 ha sembradas de palma africana. Entre los diferentes materiales que la empresa utiliza podemos mencionar: Dami las Flores, Deli x Avros, Deli x Ekona, Deli x Ghana, Irhos como materiales de la especie *guineensis*, y los híbridos que son cruces entre (*E. guineensis* y *E. oleíferas*).

Asimismo, existe una alianza estratégica con La Extractora del Atlántico, una de plantas extractoras más modernas de Guatemala, la cual registra excelentes niveles de extracción de aceites y una capacidad actual de procesamiento de 500 - 600 Ton / día en los meses de Julio – Septiembre, y de 200 – 400 Ton / día en los otros meses. La actividad principal es producir, procesar y comercializar los productos derivados de la palma africana (*Elaeis guineensis*) tales como aceite crudo de palma, aceite crudo de palmiste y harina de palmiste.

En este escenario, la Comisión Presidencial para el Desarrollo Local (CPDL) facilitó la creación de un sistema orientado al desarrollo integral de los campesinos con base en interconexiones con el sector privado y las instituciones de gobierno, en un contexto de armonía con el medio ambiente y la riqueza cultural de Guatemala (SAVIA, GT 2011).

La CPDL sirvió además como eje de comunicación entre los campesinos y AGROCARIBE S.A. de manera que las comunidades utilizaran sus tierras para la siembra de la palma africana, recibiendo por parte de la empresa beneficios de financiamiento y de capacitación tecnológica, orientada hacia un mejor uso de los suelos y de mejores prácticas agrícolas. Asimismo, AGROCARIBE se comprometió con las comunidades a comprar el producto al menos por los próximos 25 años, garantizando así la sustentabilidad y rentabilidad de este sistema de transformación local, a través del cuidado y preservación de la naturaleza (SAVIA, GT 2011).

Las plantaciones de híbridos de palma son un 8.88 % (800 ha) de toda la plantación de palma de AGROCARIBE S.A. (9000 ha). Debido a que los rendimientos obtenidos en los híbridos en el peso del racimo no han sido los esperados, se realizó un diagnóstico de dichas plantaciones con el fin de observar las diferentes problemáticas que se presentan en el campo, y así de esta manera poder identificar y plantear soluciones que nos ayude a mejorar los pesos del racimo de las fincas de híbridos.

Básicamente este diagnóstico se realizó con la finalidad de ver en el campo las actividades que más están influenciadas en el rendimiento del racimo de los híbridos, y como resultado se obtuvieron: a) Que existe una alta densidad de siembra (143 palmas / ha) el cual provoca cierta competencia por espacio y luz, entre las diferentes palmas en la plantación. Debido a que el híbrido, es una palma con hojas un poco más larga que la palma comercial, la densidad ideal de siembra debe estar en 128 palmas / ha. b) La dosis de polen utilizada para la polinización asistida (1 polen: 7 talco) no ha dado los rendimientos esperados de 15 – 20 kilogramos / racimo, debido a esto, se realizó una evaluación de diferentes dosis de polen para aumentar el peso de los racimos.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación y Extensión del lugar

El área propiedad de la empresa AGROCARIBE se encuentra ubicada en la línea divisoria entre los municipios de Morales y Puerto Barrios ambos del departamento de Izabal. Se encuentra a 273 km de la ciudad capital, ruta al Atlántico (CA-9). Cuenta con una extensión de 9062 hectáreas del cultivo de palma africana del cual 800 hectáreas son de híbridos de palma. Algunas de las comunidades que se encuentran cercanas a la plantación se pueden mencionar Dublín, Champona, Entre Ríos, Punta de Rieles, Placa I. Ver (Figura 1).

1.2.2 Precipitaciones y Humedad

- 2500 – 3000 mm anuales.
- 65 – 80 % HR

1.2.3 Temperaturas

- Mínima 24° C y Máxima 37° C

1.2.4 Zona de vida

Izabal posee diferentes zonas de vida, pero la zona donde se encuentra ubicada AGROCARIBE es el bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-Sc) haciéndolo un lugar óptimo para el cultivo de palma africana. (Ojeda M. 2008)

1.2.5 Suelos

Los suelos que posee AGROCARIBE son muy diversos, ya que posee diferentes clases de suelo, siendo así los suelos de estructura granular y textura arcillosa los que predominan, son profundos (0.8 – 1.5 m) con un mal drenaje y con pendientes que van desde los 1 - 3% los que mayor predominan.

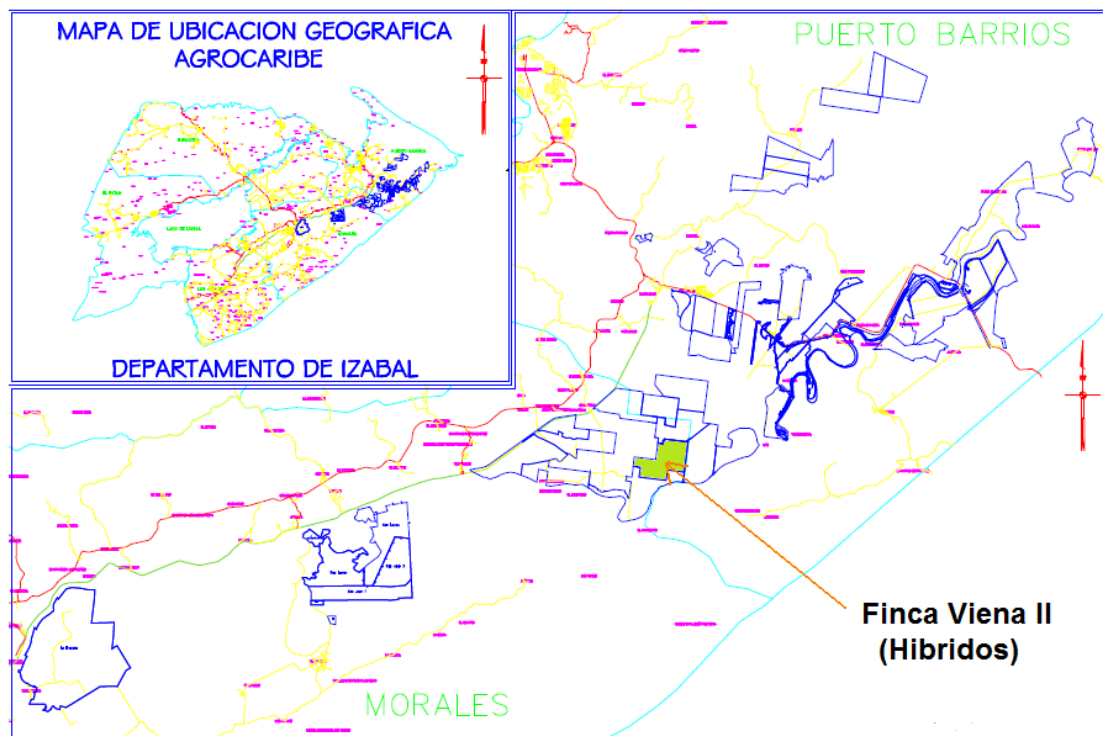


Figura 1 Ubicación Geográfica de la finca Viena II en el Departamento de Izabal

Fuente: Departamento Técnico AGROCARIBE. Sin escala

La finca Viena II, en donde se realizó el diagnóstico de las plantaciones de híbridos se encuentra en la aldea de Champona, del municipio de Morales, en el departamento de Izabal. Posee suelos con estructura granular y texturas arcillosa profunda con pendientes del 1-3%. Sus precipitaciones van desde los 2500-3000 mm al año. Fue sembrada a principios del año 2004.

Esta ubicada en el Sector 3 del Distrito 1 de AGROCARIBE S.A. Cuenta con 2 diferentes materiales, el CIRAD y los Híbridos. Los híbridos están sembrados intercaladamente con el CIRAD (Se sembraron 4 hileras de Híbridos y a la par otras 4 hileras de CIRAD).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Conocer la situación actual del manejo en el campo de los híbridos de palma con el fin de mejorar el peso de los racimos.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar cuáles son las actividades agrícolas que están relacionadas con el rendimiento de los híbridos.
2. Encontrar una solución al problema más importante que presenta la plantación de híbridos.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Gabinete

El departamento Técnico de AGROCARIBE S.A., analiza ciertas actividades relacionadas con la producción (Fertilizaciones, raleos, cosecha, polinización asistida) a través de los registros de producción de cada finca, que ayuda a identificar y a la vez buscarle una solución para resolver los problemas dentro de las plantaciones.

Conociendo la productividad de las fincas que poseen los híbridos de palma, se utilizaron los datos de productividad, en este caso el peso de los racimos obtenidos, para ver de que manera se puede aumentar dicho peso, con el mejoramiento de alguna actividad agrícola en el campo.

1.4.2 Campo

Para poder identificar la problemática en el campo, se realizó un recorrido en las plantaciones de híbridos, procurando observar las diferentes actividades que se le realizan al híbrido: la poda, fertilización, raleos o eliminación de palmas, pero poniéndole más atención a la densidad de siembra y la polinización asistida las cuales son actividades agrícolas que difieren un poco en comparación al resto del cultivo de la palma tradicional.

Luego de identificar el problema que más afecta la productividad del híbrido, en este caso la dosis de polen utilizada, se procedió a realizar una evaluación de diferentes dosis de polen en híbridos de palma que ayuden a mejorar el peso de los racimos.

Se utilizaron 4 diferentes dosis de polen para ser evaluadas, en la polinización asistida de los híbridos: 1) 1 polen: 2 talco 2) 1 polen: 4 talco 3) 1 polen: 6 talco 4) No se le aplicó polen solo se desnudo la inflorescencia. De las 4 dosis utilizadas la que mayor rendimiento nos brindo en el racimo, fue la dosis de 1 polen: 4 talco con un peso promedio en el racimo de 18. 65 kilogramos.

1.5 RESULTADOS

Los híbridos son materiales genéticamente modificados para presentar rendimientos similares a la palma comercial en su producción de aceite pero con una calidad de aceite superior. Dentro de las actividades agrícolas que se realizan para mejorar la productividad de la palma están: El control de malezas, fertilizaciones, podas, los raleos o eliminación de palmas, y la polinización asistida. Al ver las actividades, las que tienen mayor influencia en el rendimiento del racimo fueron la densidad de siembra y la polinización asistida, debido a que el manejo es diferente en las plantaciones de híbridos, comparado con el manejo agronómico de la palma comercial. Dentro de sus principales problemáticas se pudo observar:

1.5.1 Densidad de Siembra

En las plantaciones tradicionales de palma africana, se utiliza una densidad de siembra de 9 metros x 9 metros al tresbolillo, con una densidad de 143 palmas por hectárea, la longitud de sus hojas en esta palma va desde 4 – 5 metros de longitud.

En el caso del híbrido de palma, la hoja tiene una longitud de 5 – 6 metros, el único problema fue que al momento de la siembra se realizó al mismo distanciamiento que la palma tradicional de 9 metros x 9 metros al tresbolillo. Por tal razón, existe cierta competencia por espacio y luz en las plantaciones de híbridos lo cual afecta la productividad de la palma.



Figura 2. Alta densidad de siembra



Figura 3. Densidad ideal de siembra

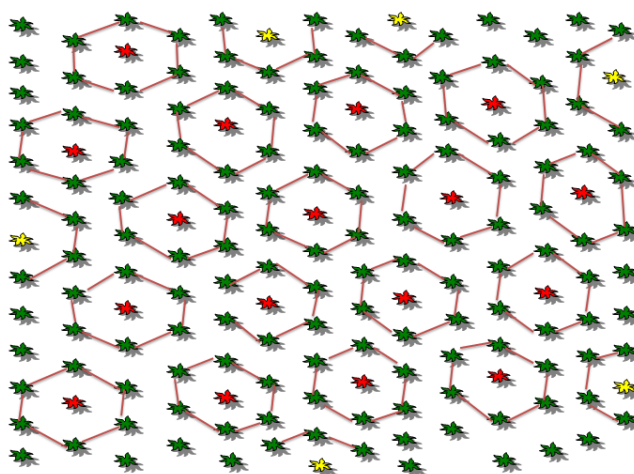


Figura 4. Forma de realizar el raleo o la eliminación de palmas

Para poder mejorar la densidad de siembra, se es necesario realizar un raleo de palmas (Figura 4). Las palmas de color rojo son las eliminadas, y las palmas alrededor de ellas son las beneficiadas. Las palmas de color amarillo son palmas que se encuentran a la orilla del terreno y deberían de ser eliminadas pero se puede considerar el no eliminarlas, por estar en la orilla del terreno los rendimientos de la palma son un poco más altos que el resto de palmas dentro de la plantación.

En el caso de híbrido el distanciamiento adecuado es de 9.5 metros entre filas x 9.5 metros entre palma (128 palmas / hectárea) debido a que es una hoja un poco más larga y ancha que en la palma tradicional (Salas, R. 2005).

Es muy importante tomar en cuenta la eliminación de palmas para el mejoramiento productivo de la plantación (Figura 4), con esta eliminación se logra mejorar la entrada de luz en la plantación y la competencia por espacio. El mejoramiento se da en el peso del racimo, en vez de obtener una mayor cantidad de racimos de menor peso, se obtiene menos racimos pero de mayor peso.

a) Polinización Asistida

Luego de observar cómo se realizan las diferentes actividades agrícolas en el campo, la de mayor importancia que se pudo observar es que en los híbridos existen racimos pequeños y de poco peso (11 kg/racimo). Los híbridos poseen su principal problemática al momento de la polinización, su polen no es viable y su olor (anís) característico no es atraído por los insectos polinizadores (Familia Curculionidae).

Debido a que son materiales no capaces de producir su propio polen viable, estos deben de ser combinados con otros materiales cuyo polen sea fértil, y que a la vez exista una polinización cruzada que ayude a la fecundación de sus flores.

En las diferentes áreas de siembra de los híbridos el problema más grande es que se combinó la siembra con un material CIRAD, una variedad altamente productora de flores femeninas, la cual hace que su producción de polen sea bastante baja, y no sea suficiente para poder polinizar otras plantas.

Debido a esta problemática se hace necesario de poder evaluar diferentes dosis de polen con polinización asistida que nos ayude a mejorar el rendimiento del racimo (17- 21 kilogramos/racimo), comparado con los 11 kilogramos que se han estado obteniendo en la finca Viena II con una dosis de 1 polen: 7 talco, y de esta manera poder obtener los rendimientos esperados (20 - 25 ton / ha / año) para el híbrido de palma.



Figura 5. Racimos sin polinización asistida



Figura 6. Racimos con polinización asistida

1.6 CONCLUSIONES

- Existen diferentes actividades agrícolas que están influenciadas en el rendimiento del racimo de los híbridos, entre ellas están: el control de malezas, las fertilizaciones, las podas, los raleos y la polinización asistida.
- De todas las actividades de las cuales se lograron observar en campo, la de mayor importancia fue la de polinización en híbridos, debido a que presenta un bajo porcentaje de flores fecundadas, obteniendo así racimos de menor peso y frutos de mala calidad. El área que abarca los híbridos es alrededor de 800 ha (8.82 % de la plantación), es por tal razón que es necesario poder mejorar su productividad a través de una dosis de polen que nos ayude a aumentar el peso del racimo.

1.7 RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal de polinización del campo para la correcta manipulación de la mezcla del polen en el campo, y así de esta manera asegurar la calidad del mismo hasta el momento de ser aplicado.
- Utilizar densidades de siembra más amplias en los híbridos de palma para que no se dificulte la entrada de luz y no exista competencia por espacio entre ellas mismas (128 palmas / hectárea).

1.8 BIBLOGRAFIA

1. Ojeda, M. 2008. Zonas de vida, flora y fauna de Izabal (correo electrónico: mauricio_ojeda@hotmail.com).
2. Salas, R. 2005. La palma aceitera africana (*Elaeis guineensis*) (en línea). Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Consultado 25 set 2010. Disponible en: <http://www.siam.info.ve/publicaciones/rsalas.htm>
3. SAVIA, Escuela de Pensamiento Ecologista, GT. 2011. Realidad ecológica de Guatemala: una visión local de un problema global (en línea). Guatemala. 40 p. Consultado 12 oct 2010. Disponible en: http://www.guatemala.at/navegation_links/archiv/01-2011%20SAVIA%20la%20realidad%20ecologica%202011.pdf

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE POLEN EN HÍBRIDOS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera*) EN LA FINCA VIENA II, IZABAL, GUATEMALA. C.A.

Evaluation of different doses of pollen in hybrid oil palm (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) on the farm Viena II, Izabal, Guatemala. C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*), originaria de África, se empezó el incremento del cultivo en Guatemala en 1988, para la producción de aceite vegetal, que también es utilizado como agrocombustible. Hay plantaciones en Izabal, el Petén, las Verapaces, Quiché, en la Costa Sur y San Marcos (Quinto 2007).

Guatemala es uno de los países que genera el mayor rédito de aceite de palma, por hectárea cultivada, el promedio mundial es de 3.2 toneladas métricas por hectárea, mientras que en el país es de cinco, según informe del director Ejecutivo del Gremial de Palmicultores. Además de ser fuente de trabajo local, las empresas poseen programas sociales, tales como: facilitar el mantenimiento de la carretera que comunica a las diferentes aldeas de la localidad, la reparación de escuelas, el mantenimiento de bordas de los diferentes ríos, y el apoyo de las jornadas de vacunación (Salvatierra 2009).

La palma aceitera es el cultivo que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie. Con un contenido del 50% en el fruto, puede rendir de 3.000 a 5.000 Kg de aceite de pulpa por hectárea, más 600 a 1.000 Kg de aceite de palmiste. Además de su alto rendimiento por unidad de superficie, la palma de aceite es importante por la gran variedad de productos que genera, los cuales se utilizan en la alimentación y la industria. Tanto el aceite de pulpa como el de almendra se emplean para producir margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina, y jabones. El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta, velas (Estrada 2008).

Con una producción permanente de racimos, la cual a su vez depende de una adecuada polinización que en su mayoría es entomófila. En un racimo "normal", se espera que al menos alrededor del 60% de los frutos sean normales (proviene de flores que fueron polinizadas). El resto son frutos partenocárpicos y blancos (frutos atrofiados sin

desarrollo). La falla de racimos en desarrollo se presenta en palma aceitera, cuando el número de frutos normales (polinizados por insectos) en el racimo, es muy bajo menor del 10 % (Hacienda La Cabaña 2008).

Como producto del Diagnostico, se estableció que la polinización asistida en los híbridos de la palma aceitera es una labor agronómica de gran importancia, si no existe una polinización adecuada, la conformación del racimo es muy pobre y de bajo peso. Su objetivo es mantener una conformación de racimos superior al 60 % en peso de frutos normales y frutos partenocarpicos rojos que producen aceite sobre el total del racimo, para alcanzar su potencial de aceite.

Luego de observar que los racimos de los híbridos en la finca Viena II, de la empresa de AGROCARIBE que se encuentra ubicado en la aldea de Champona, del municipio de Morales, departamento de Izabal, son de muy bajo peso (11 kilogramos promedio) y con una alta cantidad de frutos partenocarpicos rojos y verdes, se realizo una evaluación de diferentes dosis de polen. Con un 67.4 % de viabilidad del polen utilizado en la evaluación se obtuvo que con una dosificación de 1 polen por 4 de talco, nos brinda un 41 % más en el peso del racimo con 18.65 kg promedio, del cual ese peso se distribuye así: un 39 % de frutos normales, 23 % de frutos partenocarpicos rojos, 7% de frutos partenocarpicos verdes y un 31 % de raquis.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Características del híbrido de palma

El Híbrido de Palma se caracteriza por un bajo crecimiento de estipe; en promedio crece 22 centímetros por año, en comparación a los 45 y 55 centímetros del crecimiento de la Palma Africana del CIRAD y a los 70 y 110 centímetros de otros materiales comerciales. Este factor puede alargar la vida útil de una plantación de 30 a 50 años (Hacienda La Cabaña 2008).

El Híbrido de Palma posee una tolerancia natural a las enfermedades y las plagas propias de América Tropical. Esto reduce el gasto en productos químicos y en costos de sanidad general. Con relación a la Pudrición del Cogollo (PC) y a la Pudrición de la Flecha (PF), la palma híbrida ha mostrado tolerancia a estas enfermedades (Hacienda La Cabaña 2008).

El Híbrido de Palma es fácil de cosechar dado que los ciclos de cosecha son cada 3 semanas. Así mismo, la acidez del fruto es inferior al 2% y posee mejor estabilidad del fruto después de cosechado. Así mismo, tiene la característica de ser altamente productivo, puesto que produce entre 28 y 35 toneladas de fruto por hectárea al año. Esto junto con una extracción entre 19 y 20%, le asegura una gran rentabilidad al palmicultor (Hacienda La Cabaña 2008).

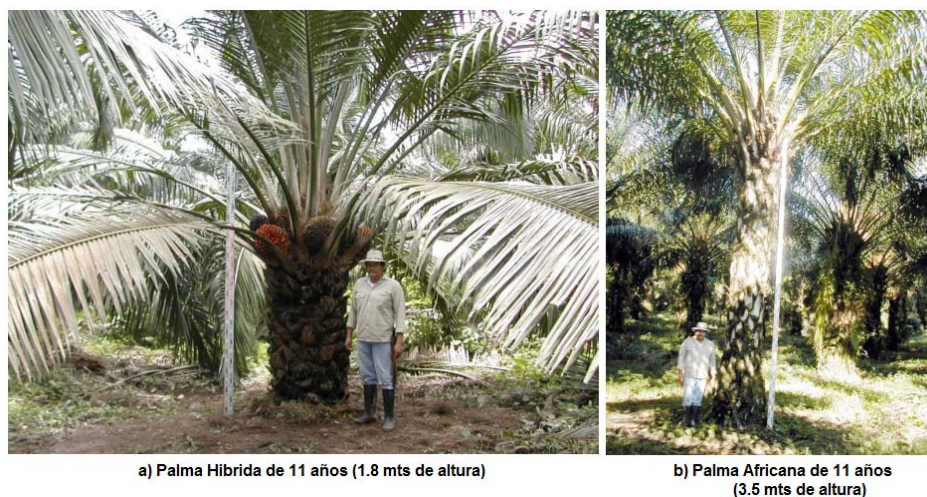


Figura 7. Diferencias de altura entre la Palma Híbrida vrs Palma Africana.

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

2.2.2 El aceite de híbrido de palma o aceite de noli

El Aceite de Híbrido de Palma posee una excelente calidad nutricional, ya que posee unos altos niveles de ácidos grasos insaturados, más del 60%, que ayudan a disminuir los niveles de lipoproteínas de baja densidad o colesterol malo y equilibran los niveles de lipoproteínas de alta densidad o colesterol bueno (Hacienda La Cabaña 2008).

Además posee un alto índice de yodo Wijs (68-70) similar al de una oleína de palma de buena estabilidad. El Aceite de Híbrido de Palma es rico en antioxidantes naturales como la Vitamina E (Hacienda La Cabaña 2008).

Previene la arterioesclerosis y es el aceite vegetal más rico en carotenos (1.100-1.400 ppm). El Aceite de Híbrido de Palma tiene un gran potencial de utilización para consumo humano y usos industriales, farmacéuticos y cuidado de la salud. Ha sido Catalogado por algunos expertos como el “equivalente tropical del aceite de oliva” (Hacienda La Cabaña 2008).



Figura 8. Comparación del Aceite de Híbrido vrs Palma Africana.

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

El aceite de híbrido posee una mayor cantidad de ácidos grasos insaturados que disminuyen los niveles de colesterol malo.

2.2.3 Otros tipos de aceite vegetal usados para la industria

Aceite de coco (Obtenido de la pulpa del fruto del cocotero por extracción mecánica y solvente). Utilizado para coberturas cremosas, dulces galletas, postres fríos y congelados (Estrada 2008).

Aceite de Girasol (El aceite crudo contiene un alto porcentaje de ceras que deben eliminarse si es para consumo) Utilizado para ensaladas, mayonesas, margarinas y reposterías. (Estrada 2008).

Aceite de Oliva (Contienen un alto nivel de ácido oleico (mono insaturado) que le confieren excelentes propiedades nutricionales) Utilizado para condimentos, para cocinar, embutidos y enlatados de pescado (Estrada 2008).

2.2.4 Polinización Asistida con Aspersión de Polen

Labor agronómica que consiste en la liberación controlada de polen sobre las flores femeninas en antesis por medio de un equipo polinizador que almacena, transporta y expulsa polen (Hacienda La Cabaña 2008).



Figura 9. Aspersión de polen + talco

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

2.2.5 Tipos de Polinización

El transporte del polen lo pueden realizar agentes físicos como el viento (plantas **anemófilas**), o un polinizador animal (plantas **zoófilas**). Las características físicas y fenológicas de las flores anemófilas y zoófilas, así como las de su polen, suelen ser marcadamente diferentes.

Las plantas zoófilas deben llamar la atención de sus vectores con colores y olores atractivos, así como recompensarlos con alimento o refugio. En el caso de la palma aceitera, el olor anís es característico en sus flores masculinas y femeninas en su periodo de antesis. Este tipo de polinización funciona en 85-95 %.

La polinización en plantas anemófilas suele suceder cuando las flores de la planta son pocas vistosas y producen una gran cantidad de polen. En el caso de la palma aceitera este tipo de polinización funciona en un 5-10%.

2.2.6 Agentes polinizadores

La polinización de la palma aceitera es realizada principalmente por varios insectos curculiónidos del género *Elaeidobius*. El *Elaeidobius kamerunicus* (Figura 10), fue identificado como el insecto polinizador más eficaz de la palma aceitera. Las especies de *Elaeidobius* son altamente específicas en cuanto al huésped en que pueden completar su ciclo de vida. *E. kamerunicus* depende en forma total de las inflorescencias masculinas de *E. guineensis* para su sobrevivencia como especie.



Figura 10.*Elaeidobius kamerunicus*

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

E. subvittatus (Figura 11), es también muy específico pero puede sobrevivir asociado a *E. oleífera* y el adulto puede alimentarse por algún tiempo aún en flores de cocotero (*Cocus nucifera*) aunque aquí no puede completar su ciclo de vida. Según algunas investigaciones la especie *E. oleífera* permite la alimentación, oviposición y desarrollo de *E. kamerunicus* pero los insectos son más pequeños y la tasa de reproducción es muy reducida.



Figura 11. Elaeidobius subvittatus

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

2.2.7 Criterios de las inflorescencias para la polinización

1. Flores Normales en pleno Antesis, con más del 80 % de flores por racimo en este estado se consideran buenas para polinizar (FB) (Figura 12) (Hacienda La Cabaña 2008).
2. Flores doblemente polinizadas, cuando la flor femenina presenta flores en antesis por debajo del 30 %; o que las espigas están totalmente abiertas y que permite polinizar en el siguiente ciclo (FDP) (Figura 12) (Hacienda La Cabaña 2008).
3. Flores ayudadas, cuando el ciclo de antesis está pasando, y que pueden en un porcentaje bajo recibir polinización (FA) (Figura 12) (Hacienda La Cabaña 2008).

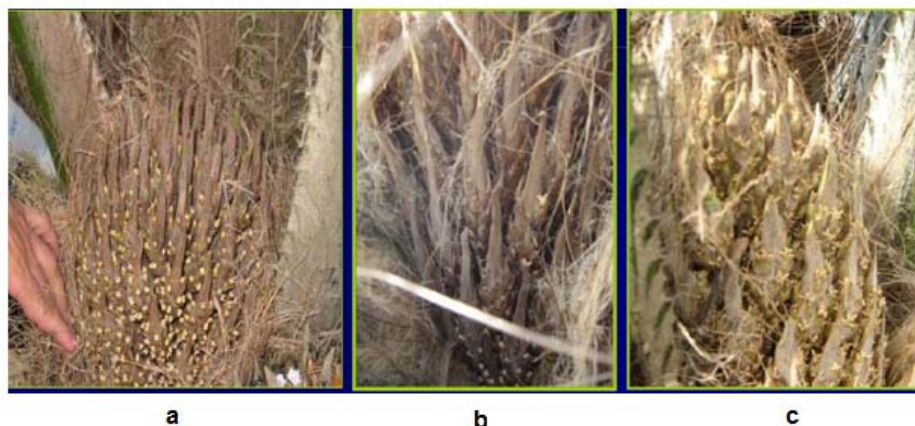


Figura 12 a) FB (Flor Buena apta para la polinización b) FDP (Flor doblemente polinizada) c) FA (Flores ayudadas, con porcentaje bajo para recibir polinización)

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

La inflorescencia masculina es más larga que la femenina y tiene unas 100 espigas, cada una con 700 a 1.200 flores. Cada flor tiene un periantio de seis segmentos, androceo tubular con seis anteras y un gineceo rudimentario. El fruto es una drupa ovoide, de 3 a 5 cm de largo. Los estigmas persisten en su extremo, en forma de tres pequeños apéndices arqueados. La antesis masculina dura de 1 a 4 días, iniciando de la parte basal de la flor hacia la parte superior de la misma, y de adentro hacia afuera (Hacienda La Cabaña 2008).

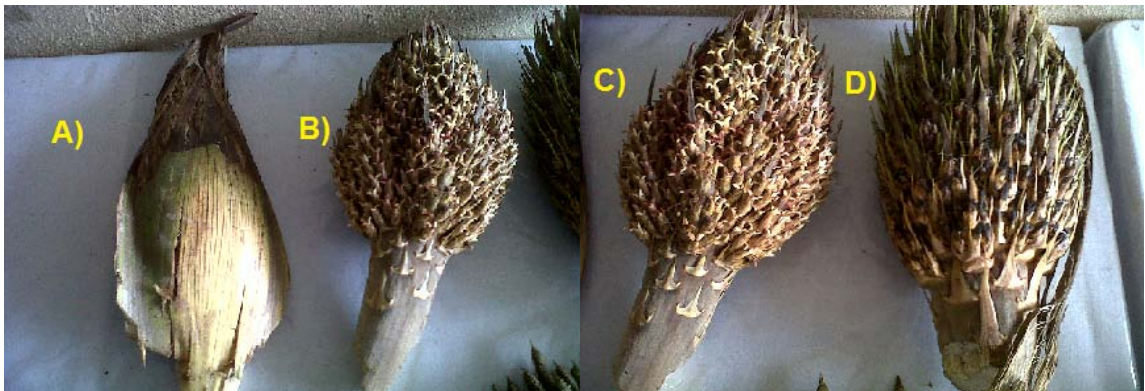


Figura 13. Antesis de la Flor Masculina

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

La palma de aceite es monoica. Produce flores de ambos sexos. La inflorescencia es una espádice formada por un pedúnculo y un raquis central ramificado. Antes de la abertura, la flor está cubierta por dos espatas (Hacienda La Cabaña 2008).

En la inflorescencia femenina, las flores se arreglan en espirales alrededor del raquis de las espigas. Cada flor está encerrada en una bráctea, que termina en una espiga y en una espina de longitud variable. Cada inflorescencia puede tener miles de flores femeninas. El ovario tiene tres carpelos. El estigma es sésil, con tres lóbulos. La antesis en la flor femenina dura de 3 a 5 días, iniciando de la parte superior de la flor hacia abajo (Hacienda La Cabaña 2008).



**Figura 14. A) Inflorescencia cubierta por la espata B) Antesis $\frac{1}{4}$ apta para polinización
C) Antesis $\frac{3}{4}$ ideal para polinización D) Post-anthesis no receptiva al polen**

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

La palma aceitera produce flores femeninas y masculinas en inflorescencias distintas y en forma separada en una misma planta, de tal manera que se necesita trasladar el polen de una flor a otra, es por esa razón que se necesita de agentes polinizadores para asegurar una buena fructificación. La acción del viento y las abejas es muy pobre, esta situación se ve más comprometida con los materiales genéticos (híbridos) de alta producción de racimos, que durante los 2 a 3 primeros años de producción de racimos, emiten muy pocas inflorescencias masculinas y son casi exclusivamente femeninas. La polinización

asistida se debe de iniciar entre los 26 -28 meses de sembradas las palmas (Hacienda La Cabaña 2008).

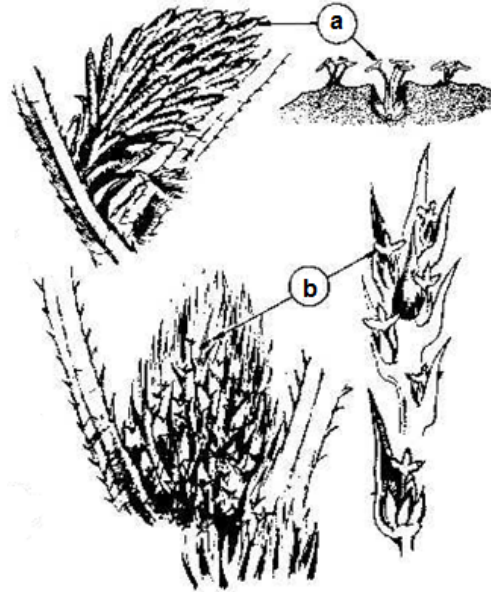


Figura 15 . a) Inflorescencia Masculina. b) Inflorescencia Femenina

Fuente: Raygada 2005.

Flores Masculinas (Raygada 2005).

- Tienen estambres
- Producen polen
- Polen: Nombre colectivo que se le da al conjunto de granos de polen, que se encuentran en los estambres de las flores masculinas.

Flores Femeninas (Raygada 2005).

- Flor que no tiene estambres.
- Tiene ovario y estigma.
- No produce polen.
- Antesis: Periodo de la floración, en estado de fertilidad y receptividad de las flores.
- Una flor femenina dura hasta 5 días en antesis disminuyendo a la vez su grado de receptibilidad con el tiempo.

2.2.8 Propiedades del talco de Venecia o neutro

Aspecto: Polvo blanco

Olor: Inodoro

Punto de fusión: 800°C

Densidad (20/4): 2,75 gr/l

Solubilidad: insoluble en agua

Debido a que es un materiales de partículas muy finas e inerte, es un medio para poder combinarlo con polen, ya que se facilita al momento de realizar la mezcla ayudándole en cierta forma a no absorber la humedad y poderle dar una muy buena movilidad si es necesario a través del viento (SAEQSA 2005).

2.2.9 Aparato de polinización en palma



Figura 16. Aparato de polinización de palma africana

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008, Bogotá Colombia.

Descripción: Aparato de polinización para palma africana no mayor de 2 metros de altura, el cual posee un recipiente con capacidad de 8 onzas de mezcla (polen + talco), su efectividad en la aplicación es del 95 % siempre y cuando la mezcla este sin humedad. (Hacienda La Cabaña 2008).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 GENERAL

Obtener una dosis adecuada de polen que nos brinde un mejor peso (kg) en el racimo.

2.3.2 ESPECIFICOS

- Determinar la viabilidad del polen utilizado para la polinización asistida.
- Determinar el peso del racimo con polinización asistida en sus diferentes dosis de polen.
- Cuantificar los diferentes tipos de frutos y medir la capacidad de extracción de aceite que posee el racimo.
- Polinizar el mayor número de flores femeninas en antesis.

2.4 METODOLOGIA

2.4.1 Recolección del polen en el campo (Método Directo)

- Se recolecto el polen de las flores masculinas que se encuentran en $\frac{3}{4}$ de antesis, es decir flores de color amarillo claro (Celis 2007).
- Se cortaron y se bajaron las flores masculinas en antesis con el mayor cuidado posible con el fin de mantener todo el polen de las flores hasta cuando estas estén en el suelo (Celis 2007).
- Después se procedió a colar el polen recién recolectado para separar los insectos y la basura que vienen con el polen (Celis 2007).
- Luego se mantuvo aislado y protegido el polen recolectado del sol y la humedad, en una hielera, con el fin de mantener sus cualidades de viabilidad (Celis 2007).

La cantidad de polen a recolectado fue de 40 gramos (Para el ensayo y la prueba de viabilidad). El polen recolectado y utilizado en el programa de polinización asistida con aspersión de polen corresponde al material *Elaeis Guineensis* de la variedad CIRAD.

2.4.2 Fase de laboratorio

Luego de haber colectado el polen en el campo se procede a realizar:

2.4.2.A Preparación del polen

- El polen recolectado en el campo, paso luego paso a ser secado en el horno, en donde debe permanecer a 39 °C durante 2 horas continuas, y luego se le toma lecturas de su porcentaje de humedad $(\text{Peso húmedo} - \text{Peso Seco} / \text{Peso Húmedo}) * 100$ (Celis 2009 b).
- Después del secado, el polen preparado para su aplicación final, debe permanecer siempre en el refrigerador (-7°C y - 2°C) con la menor manipulación posible, utilizando solamente las dosis y cantidades necesarias para la polinización industrial o ensayos experimentales de este tipo (Celis 2009 b).

- El polen para la aplicación industrial debe estar libre de partes florales, insectos polinizadores u otros, así como de los excrementos de estos, y para esto se paso a través de varios tamices el polen (Celis 2009 b).
- Se preparo solamente la dosis indicada de acuerdo a las áreas designadas en las cuales se va a aplicar la polinización. El polen puede ser utilizado de 3-5 meses luego de haber sido colectado, siempre y cuando se almacene a las temperaturas mencionadas anteriormente, ya que su viabilidad baja de 3 – 6% durante esos 5 meses. Luego de los 5 meses el polen no se recomienda utilizarlo (Celis 2009 b).

2.4.2.B Prueba de Viabilidad

METODO TURNER Y GILBANGKS

Procedimiento:

1. Se calienta 120 ml de agua destilada en un beacker hasta hervir, y luego se le agrego los 11 gramos de azúcar para disolverla (Hacienda La Cabaña 2008).
2. Luego de tener bien disuelta el azúcar, se le agrego los 1.2 gramos de agar agar y se disolvió bien (Hacienda La Cabaña 2008).
3. Después de haber disuelto el azúcar y el agar agar, se vierte en las cajas petri con un espesor no mayor de 3 mm (Hacienda La Cabaña 2008).
4. Se dejo reposar hasta que tenga más o menos una temperatura ambiente.
5. Una vez listo el medio de cultivo, se procedió a la aplicación del polen (Hacienda La Cabaña 2008).
6. Con un pincel numero 3 o 4 lo impregna del polen, le da un golpecito para eliminar el exceso y luego lo sacude dentro de la caja de petri (Hacienda La Cabaña 2008).
7. Se observo en el estereoscopio la uniformidad, si se hallan espacios sin cubrir se dará una aplicación mas (Hacienda La Cabaña 2008).
8. Se coloco por dos horas máximo a incubar (37° - 40°C.) (Hacienda La Cabaña 2008).

9. Se llevo la muestra al microscopio y se contabilizo cada campo. Cada caja petri consto de 10 campos (Cada campo consta de 100 granos de polen). (Hacienda La Cabaña 2008).

$$\% \text{ de viabilidad} = \text{No. Granos germinados} / \text{total de granos de polen} * 100$$

10. Se expresaron los resultados en %. (Viabilidad mayor o igual al 60 % es bueno.) (Hacienda La Cabaña 2008).

2.4.3 Polinización asistida con aspersión de polen

- La mezcla de polen y talco de Venecia se transportó y almacenó hasta su uso final en una hielera de con hielo seco para mantener sus cualidades de fertilidad (Celis 2009 a).
- Antes de realizar la aplicación de la polinización asistida con aspersión de polen se debe agito la mezcla para que esta salga en una cantidad adecuada y se mantenga uniforme el estado físico de la mezcla utilizada (no forme grumos) (Celis 2009 a).
- El trabajador debe mantener la mezcla de polen y talco de Venecia en un frasco de vidrio de aproximadamente 150 gr. protegida del sol mediante una lamina de caucho o plástico que la recubra mientras realiza su labor (Celis 2009 a).
- Se polinizo solamente las flores femeninas que se encuentran en estado de antesis (flores de color blanco crema) (Celis 2009 a).
- Finalmente se marco las flores femeninas polinizadas en la hoja inferior que sostiene a la inflorescencia con la fecha de su ultima polinización (Celis 2009 a).

2.4.3.A Pasos para la polinización:

a) Preparación de mezcla polen: talco

El trabajador encargado de realizar la polinización asistida con aspersión de polen recibió del laboratorio agronómico las cantidades determinadas de la mezcla de polen más talco, en las diferentes dosis a utilizar en recipientes separados (Celis 2009 a).

b) Preparación de la inflorescencia en antesis

Una vez encontradas las inflorescencias femeninas en antesis en el área experimental, el trabajador, con el garabato (barra metálica, cuya punta se encuentra doblada en forma de gancho) se procedió a desprender las espatas u hojas que rodean la flor para facilitar la aplicación del polen en toda la superficie de la flor (Celis 2009 a).

c) Aspersión de la mezcla de polen

Se presiono 5 veces la bomba de aspersión del polen (encima, adelante, detrás y a los costados de la flor femenina) del aparato polinizador que se encuentra adherida al frasco que contiene la mezcla de polen, aplicando una cantidad de 0.1 gramos de mezcla. Esta aplicación de polen se realizo por 2 veces, dejando un día de por medio, a la misma flor, haciendo un total de 3 aplicaciones en su periodo de antesis (Celis 2009 a).

d) Identificación de los tratamientos

Se marco con una X luego de cada polinización la hoja donde reposa la inflorescencia polinizada y luego se continúo con la siguiente inflorescencia y se le coloca la fecha de la ultima polinización (Celis 2009 a).

e) Presentación de informe

Al finalizar la polinización, el trabajador entrego al epesista un reporte donde se registro la correspondiente ubicación de cada una de las inflorescencias polinizadas (número de la línea, número de palma, la fecha y la dosis aplicada) (Celis 2009 a).

2.4.4 Análisis del racimo

El análisis en laboratorio, consistió en evaluar el número de frutos normales, partenocarpicos y abortados presentes en cada racimo, en promedio.

El procedimiento empleado para el análisis de frutos es el siguiente:

1. Cada racimo se peso en una báscula manual o electrónica (de 25 kilogramos) y se anota su peso en la planilla (Chavez 2010).

2. Luego el operario se puso guantes de cuero y con la ayuda de un hacha, se desprenderán todas las espigas que contiene el racimo (Chávez 2010).
3. Si el peso del racimo es superior a 5 kilogramos, se deben hacer dos cuarteos, es decir, se extienden todas las espigas en el piso y se divide en cuatro partes iguales, dos extremos son eliminados y los otros dos (en forma de cruz), se mezclan de nuevo para realizar el segundo cuarteo. Se parte de nuevo esta muestra en cuatro partes iguales y dos de ellas (en cruz) son eliminadas y las otras dos, serán nuestra muestra de trabajo a evaluar. Si el peso del racimo es inferior a 5 kilogramos, se debe evaluar todo el racimo (Chávez 2010).
4. El pedúnculo se peso, luego de desprender todas las espigas y se anoto su peso (Chávez 2010).
5. El peso de la submuestra evaluada no fue mayor a 3000 gramos (Chávez 2010).
6. Luego de seleccionar la muestra a evaluar, se conto y se peso las espigas seleccionadas y se registro este dato en la planilla (Chávez 2010).
7. Con la ayuda de un cuchillo de cocina, se desprendió una a una todas las frutos que están adheridas a las espigas (Chávez 2010).
8. Después de que las espigas han quedado sin frutos, estas se pesaron y se registro su peso (Chávez 2010).
9. Luego se empiezo a separar los frutos encontrados en varias categorías: normales, partenocarpicos y abortados. Cada uno de estos frutos tiene las siguientes características: **Los frutos normales** son aquellos que tienen forma un poco redonda, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y además tienen nuez en su interior. **Los frutos partenocarpicos** son aquellos que tienen forma ovalada, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y no tienen nuez en su interior. **Los frutos abortados** son aquellos que tienen forma ovalada, color blanco (solo contienen agua en su pulpa) y no tienen nuez en su interior (Chávez 2010).
10. Los frutos encontrados en cada una de estas categorías, se contaron y se pesaron, se registro estos datos y se saca el porcentaje de cada uno de ellos (Chávez 2010).

2.4.5 Ubicación del experimento

La ubicación del experimento de la evaluación de dosis de polen en híbridos de palma se realizó en la Sección E4 de la finca Viena II, en la aldea de Champona, Morales Izabal, la cual es propiedad de la empresa de AGROCARIBE S.A.

2.4.5.A Descripción de los tratamientos

El número de tratamientos utilizados fueron:

Tratamiento 1 = Relación de polen / Talco (1: 2) **(50 g polen / 100 gr talco)**

Tratamiento 2 = Relación de polen / Talco (1: 4) **(25 g polen / 100 g talco)**

Tratamiento 3 = Relación de polen / Talco (1: 6) **(16.67 g polen / 100 g talco)**

Tratamiento 4 = Testigo (No se le realizó ninguna aplicación de polen, solo se le bajó las espatas protectoras de la inflorescencia)

2.4.5.B Unidad experimental

La unidad experimental lo constituye una inflorescencia femenina / palma. El número de unidades experimentales utilizadas para la investigación es de 40 inflorescencias femeninas de las cuales se buscó dentro de la finca de Viena II. Debido a la época lluviosa en la que se realizó la investigación, la cantidad de inflorescencias en antesis que se encuentran por día es demasiado baja, y el periodo de floración (Antesis) no se tiene un tiempo estipulado o fecha determinada para conocer que flor se encuentra en antesis.

2.4.5.C Diseño experimental

El diseño experimental que se empleo fue el de una distribución completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones lo cual hace un total de 40 unidades experimentales.

A continuación se presenta el modelo estadístico que valida la distribución planteada:

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

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i-esima dosis de polen

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental

2.4.5.D Distribución de los tratamientos

Las diferentes dosificaciones de polen y talco a nivel de campo se distribuyeron al azar, conforme se encontraron las diferentes inflorescencias femeninas en antesis. Para cada tratamiento se le asignaran 10 inflorescencias femeninas, con un total de 40 inflorescencias.

2.4.6 Manejo de Experimento

El área del experimento utilizado fue un área sin problemas de drenaje. Luego de ubicar las palmas q poseían una inflorescencia femenina en antesis (flores femeninas en color amarillo crema), los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente.

La aplicación del polen se realizo en las horas frescas de la mañana, entre las 7am y las 10 am a las 40 inflorescencias a evaluar. Se utilizaron 4 diferentes tubos polinizadores, uno por cada tratamiento. La aplicación de polen consistió, en desnudar o remover las espata protectores de las inflorescencias y luego con el aparato de polinización se presiona por 5 veces (en la parte superior, atrás, adelante, y a los costados de la flor femenina) a una distancia de 30 cm de la inflorescencia, para aplicarle la mezcla de polen

y talco, creando así una nube blanca que baja lentamente sobre la flor. Dicha aplicación se repitió 2 veces más, dejando un día de por medio sin aplicar, con el fin de procurar q todas las flores femeninas del nuevo racimo hayan recibido el polen.

Posteriormente a los 150 días luego de la última polinización, se procedió a cosechar los racimos para medir su peso y posteriormente realizar la conformación del racimo para conocer los tipos de frutos del racimo.

2.4.7 Variables Respuestas

2.4.7.A Viabilidad del polen en porcentaje

Para medir la viabilidad del polen utilizado en la investigación, se elaboro un medio de cultivo en el cual se realizo un conteo del número de granos de polen germinados, y se presento su valor en porcentaje.

2.4.7.B Peso del racimo en kilogramos

Para poder medir los efectos de las dosis de polen aplicadas en los diferentes tratamientos evaluados, se midió el peso del racimo (kg) a los 150 días después de haber realizado su última polinización.

2.4.7.C Conformación del racimo en porcentaje

Luego de haber tomado el peso del racimo, se procedió a realizar una partición del racimo para realizar el conteo de cuantos frutos normales (Frutos con aceite y nuez), frutos partenocarpicos (Frutos con aceite, y sin nuez) y frutos atrofiados (Frutos sin aceite y sin nuez).Dicha variable se midió en porcentaje, y posteriormente se saco el peso del mismo.

Cuadro 1. Categorías de frutos y su porcentaje ideal en el racimo

Categoría	Descripción	Porcentaje
I	Frutos Normales	50-60%
II	Frutos partenocarpicos rojos	20-30 %
III	Frutos partenocarpicos verdes	5-10%
IV	Frutos atrofiados	0-5%

Fuente: Hacienda La Cabaña 2008. Bogotá, Colombia.

2.4.8 Análisis de la Información

Conociendo la viabilidad del polen, este dato sirvió para tener la referencia de la calidad del polen utilizado en la investigación ya que el polen posee el mismo origen, y su única variación son las dosis utilizadas. Luego de haber realizado la polinización asistida en los híbridos a los 5 meses (150 días), se procedió a cosechar dichos racimos y posteriormente se les tomo su peso correspondiente.

Se realizo una prueba de normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilks, siguiendo ciertos **supuestos fundamentales del análisis de varianza** como:

1. Los errores (eij) son independientes.
2. Los errores (eij) tienen la misma varianza (homogeneidad de varianzas).
3. Los errores (eij) tienen una distribución normal.

Dependiendo de los resultados de las variables en estudio, ya sea que necesiten o no transformación en sus datos, se buscara la transformación adecuada que más se ajuste a los datos. Si no necesita transformación de sus datos se procedió a realizar el análisis ANDEVA correspondiente.

Posteriormente se le realizo un análisis ANDEVA a través del programa de STATISTIX para la variable de peso del racimo, para el peso de los frutos normales o polinizados, los frutos partenocarpicos rojos, frutos partenocarpicos verdes y el peso del raquis. Si los resultados obtenidos presentan diferencia significativa, se procede a realizar un Prueba de TUKEY para ver que tratamiento nos presento un mejor rendimiento.

2.5 RESULTADOS

Cuadro 2. Resumen del análisis de los supuestos de normalidad

Variable	Tipo de variable	Transformación de Datos	Valor
1	Viabilidad del polen	No	0.9507
2	Peso del racimo	No	0.4897
3	Peso frutos normales	No	0.3252
4	Peso Frutos partenocarpicos rojos	Si	0.007
5	Peso frutos partenocarpicos Verdes	No	0.0494
6	Peso del raquis	No	0.0475

Si una de las variables evaluadas no cumple con los supuestos, se procederá a realizar una transformación de sus datos para poder realizar su análisis. El peso de los frutos partenocarpicos si nos presento una diferencia, por lo cual se le realizo una transformación de datos utilizando el LOG (peso partenocarpicos rojos) para poder posteriormente realizar su análisis.

En el caso de los frutos partenocarpicos verdes y el raquis, el valor es bastante cercano al límite de 0.05, por lo tanto se tomo en cuenta que poseen una normalidad en sus datos.

2.5.1 Análisis estadístico del porcentaje de viabilidad del polen.

Luego de haber recolectado el polen en el campo, y posteriormente darle el manejo para almacenarlo, se le realizo una prueba de viabilidad el día que fue utilizado en el experimento. La viabilidad del polen se mide por el conteo de granos que germinan en un medio de cultivo, porque poseen un pequeño tubo polínico que sale de uno de los extremos del grano. A través de la ayuda de un microscopio, se logro ver la forma triangular del polen y el tubo polínico que sale en uno de sus extremos, y de esta manera se realizo el conteo de los granos germinados.



Figura 17. Polen germinado

Cuadro 3. Viabilidad del Polen en Porcentaje

Campo	Granos de polen germinados	Granos de polen no germinados	% de Germinación
1	75	25	75
2	61	39	61
3	68	32	68
4	81	19	81
5	52	48	52
Promedios	67.4	32.6	67.40%

El cuadro 3 presenta el resultado de los diferentes campos de lectura de los granos de polen germinados y no germinados. Se hizo una lectura de 100 granos por cada campo y de estos se contaron los germinados y los no germinados y se obtuvo un porcentaje de germinación. Posteriormente se hizo un promedio del porcentaje de germinación de los 5 campos.

Cuadro 4. Análisis de los supuestos de normalidad del polen Shapiro–Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
Granos de polen germinados	6	67.4	10.21	0.98	0.9507 ns
Granos de polen no germinados	6	32.6	10.21	0.98	0.9507 ns
% germinación	6	56.28	29.09	0.82	0.1183 ns

2

Con una p de 0.9507 y 0.1183 > 0.05 si existe una normalidad en los datos de los granos de polen germinados y no germinados, y en el porcentaje de germinación del polen.

La viabilidad del polen utilizado en el experimento fue de **67.4 %**. Para considerar si un polen es bueno para ser utilizado en polinización asistida es necesario que su viabilidad sea mayor del 60 %, con esto se asegura que la calidad del polen es la adecuada. Viabilidades del polen menores del 60 %, se recomienda utilizar dosis más altas de polen + talco, con el fin de mejorar la aplicación al momento de realizar la polinización asistida (Alvarado y Moya 2000).

2.5.2 Análisis estadístico del peso del racimo

Luego de los 150 días de haber realizado la polinización asistida, se procedió a cosechar los racimos y sus pesos obtenidos son los siguientes:

Cuadro 5. Pesos de los racimos en kilogramos

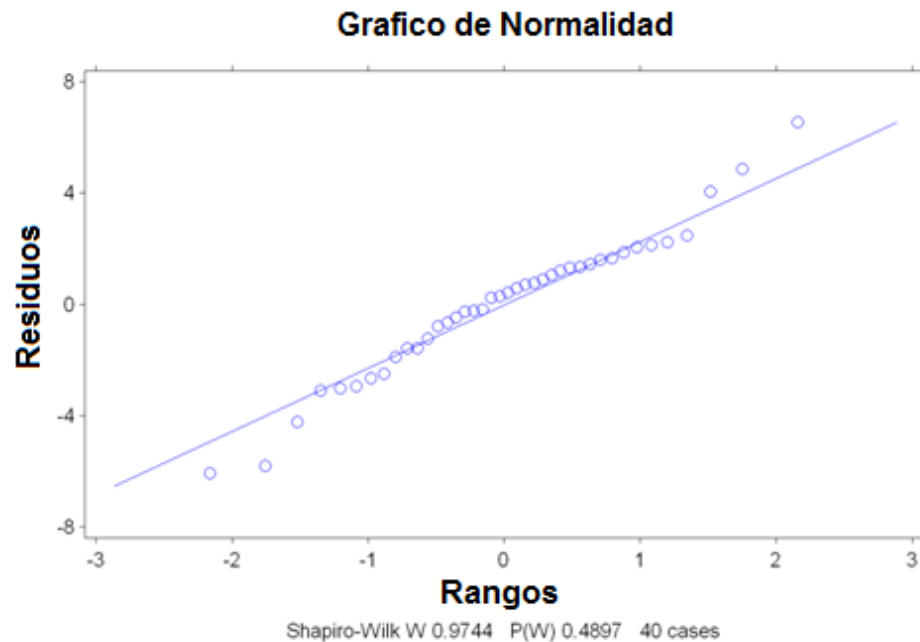
Numero de Palma	1 polen: 2 talco	1polen:4 talco	1polen: 6 talco	0 aplicación
1	21.145	17.987	14.531	16.340
2	17.987	19.210	19.131	14.973
3	15.866	14.414	14.451	15.505
4	17.371	19.672	18.913	13.170
5	18.423	20.683	15.568	14.471
6	16.901	17.847	24.002	16.614
7	14.601	20.877	11.657	8.668
8	13.984	19.837	17.003	17.213
9	19.228	15.983	22.339	15.170
10	15.509	19.950	17.242	15.462
Peso Promedio	17.1015	18.646	17.4837	14.7586

El cuadro 5 presenta los pesos de los racimos en kilogramos para cada dosis de polen evaluada, obtenidos a los 150 días de haberse realizado la última polinización. Para cada tratamiento se le realizaron 10 repeticiones (1 palma / repetición).

La dosis de 1 polen: 4 talco presento el peso promedio del racimo (kilogramos) más alto que las otras dosis con 18.646 kg.

Cuadro 6. Medidas resumen de los pesos de los racimos

Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Max
T1	10	17.1	2.2	12.86	13.98	21.15
T2	10	18.65	2.1	11.26	14.41	20.88
T3	10	17.48	3.75	21.46	11.66	24
T4	10	14.76	2.43	16.43	8.67	17.21

**Figura 18.** Grafica de Normalidad de los pesos de los racimos

Con una $P(W) 0.4897 > 0.05$ Si existe normalidad en los pesos del racimo en sus diferentes tratamientos.

Cuadro 7. Homogeneidad de varianzas de los pesos de los racimos

Homogeneidad de Varianzas	F	P
Levene's Test	1.61	0.2040 ns
O'Brien's Test	1.43	0.2510 ns
Brown and Forsythe Test	1.25	0.3061 ns

Si existe homogeneidad de varianzas ya que el valor de P calculado > 0.05 . Por lo tanto se cumple los supuestos de varianza.

Cuadro 8. Análisis ANDEVA para la variable de peso del racimo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend Peso	40	0.23	0.17	15.9

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	79.77	3	26.59	3.64	0.0216
Trat	79.77	3	26.59	3.64	0.0216 ** s
Error	262.82	36	7.3		
Total	342.59	39			

Con un nivel de significancia del 5 % y un coeficiente de variación del 15.9 %, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ya que el **p-valor** del Trat es de $0.0216 < 0.05$ lo cual significa que alguna dosis de polen utilizada produce rendimientos diferentes a los demás. Posteriormente debido a que existe una diferencia se realizó una prueba de media de TUKEY, para ver que tratamiento nos brinda el mejor resultado en el peso del racimo, y los resultados obtenidos son:

Cuadro 9. Prueba de TUKEY para la variable de peso del racimo

Tratamiento	Media	Grupo
2	18.646	A
3	17.484	A B
1	17.102	A B
4	14.759	B

Con un nivel de significancia del 5 %, la relación de 1 polen: 4 talco resulto con un mejor rendimiento en el peso del racimo con 18.65 kg, aunque la relación (1 polen: 6 talco) y la relación (1 polen: 2 talco) posee rendimientos estadísticamente iguales. Los rendimientos que se han obtenido en la finca Viena II en las plantaciones de híbridos para el año 2011 de Enero- Abril, los peso promedios de los racimos han sido de 11 kg utilizando una relación de 1 de polen: 7 de talco. Manejando una dosis diferente de (1 polen: 4 talco) se logra aumentar el peso del racimo en un 41 % lo cual hace que nuestros niveles de aceite al momento de la extracción sean mayores. Hay que tomar en cuenta que para poder llegar a obtener estos rendimientos es muy importante que al momento de

la polinización las espatas protectoras de la inflorescencias están descubiertas en su totalidad, si se puede observar al no aplicar nada de polen y solamente bajar la espata de la inflorescencia se obtienen rendimientos en el peso del racimo de 14.76 kg, sin embargo con aumentar un 1 kilogramo en el peso del racimo, se logra pagar el costo de mano de obra de la polinización (Cuadro 22 Y Cuadro 23).

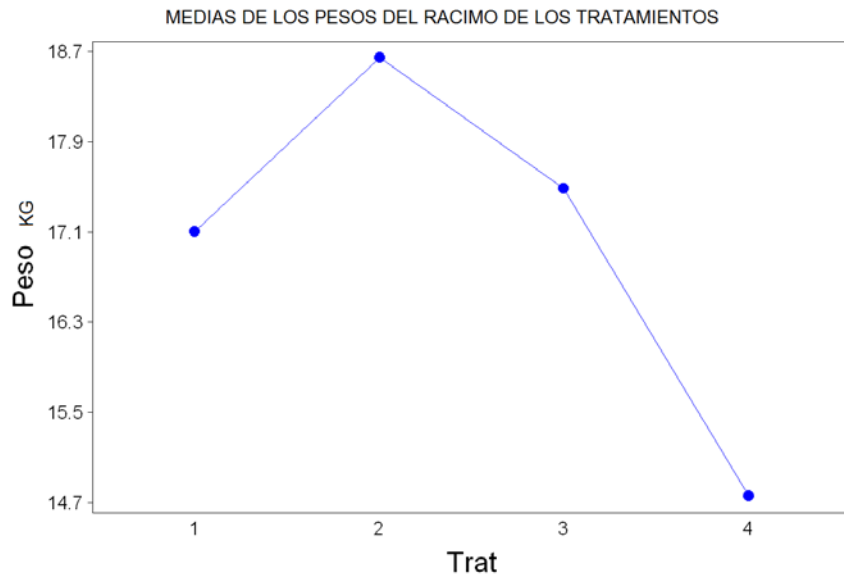


Figura 19. Pesos promedios por tratamiento



Figura 20. Racimos del Tratamiento 1



Figura 21 Racimos del Tratamiento 2



Figura 22. Racimos del Tratamiento 3



Figura 23. Racimos del Tratamiento 4

2.5.3 Análisis Estadístico de la conformación de los racimos

Luego de tomar los pesos correspondientes de cada racimo se procedió a realizar un desprendimiento de las espigas para poder realizar el conteo de los frutos y conocer la conformación del racimo, de tal manera que se tomo el peso de los frutos normales, frutos partenocarpicos rojos y verdes y del raquis (pedúnculo y espigas).



Figura 24. Separación de los diferentes frutos del racimo



Figura 25. A) Frutos partenocarpicos verdes B) Frutos partenocarpicos rojos
C) Frutos Normales

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 10. Pesos de los diferentes frutos que conforman el racimo en kilogramos

Trat.	No. Palma	Peso Racimo	Frutos Normales	Frutos Partenocarpicos		Pedúnculo + Espiga
				Rojos	Verdes	Raquis
1	1	21.145	7.618	4.000	3.214	6.31
1	2	17.987	8.784	3.306	0.441	5.46
1	3	15.866	7.042	2.476	1.200	5.15
1	4	17.371	5.643	4.651	1.412	5.67
1	5	18.423	3.502	3.966	4.146	6.81
1	6	16.901	9.832	1.817	1.026	4.23
1	7	14.601	6.491	2.055	1.158	4.90
1	8	13.984	5.730	2.064	1.347	4.84
1	9	19.228	8.088	1.554	0.934	8.65
1	10	15.509	4.155	6.314	0.449	4.59
2	1	17.987	3.993	5.106	3.164	5.72
2	2	19.210	8.103	3.990	1.403	5.71
2	3	14.414	6.801	1.952	1.008	4.65
2	4	19.672	6.690	5.175	0.937	6.87
2	5	20.683	5.828	7.291	1.050	6.51
2	6	17.847	10.187	2.251	0.590	4.82
2	7	20.877	10.105	3.438	1.036	6.30
2	8	19.837	5.242	6.440	1.984	6.17
2	9	15.983	7.689	2.670	1.062	4.56
2	10	19.950	6.564	5.235	1.141	7.01
3	1	14.531	6.092	2.517	1.868	4.05
3	2	19.131	3.476	5.871	3.671	6.11
3	3	14.451	7.014	2.159	1.247	4.03
3	4	18.913	7.210	3.637	1.743	6.32
3	5	15.568	7.730	2.354	1.078	4.41
3	6	24.002	7.788	4.033	2.896	9.29
3	7	11.657	4.652	1.994	1.366	3.65
3	8	17.003	8.635	2.232	0.623	5.51
3	9	22.339	10.083	4.427	1.017	6.81
3	10	17.242	7.983	2.457	1.792	5.01
4	1	16.340	3.781	2.051	2.673	7.83
4	2	14.973	3.351	3.613	2.791	5.22
4	3	15.505	8.300	1.909	1.062	4.23
4	4	13.170	5.941	2.097	0.567	4.56
4	5	14.471	6.095	1.857	1.458	5.06
4	6	16.614	9.503	1.782	1.755	3.57
4	7	8.668	3.045	1.992	1.082	2.55
4	8	17.213	5.926	4.549	1.222	5.52
4	9	15.170	8.238	2.143	0.758	4.03
4	10	15.462	4.533	5.613	0.608	4.71

El cuadro 10 muestra el peso en kilogramos de los diferentes frutos que conforman el racimo de cada tratamiento. A estos datos se les hizo un análisis ANDEVA para ver si están influenciando en los pesos totales de los racimos.

Frutos Normales = Frutos polinizados con semilla y aceite

Frutos Partenocarpicos Rojos = Frutos polinizados sin semilla pero con aceite

Frutos Partenocarpicos Verdes = Frutos polinizados sin semilla pero sin aceite

Raquis = Es el pedúnculo mas las espigas que conforman al racimo

Cuadro 11. Pesos promedio en kg de los frutos que conforman el racimo y su porcentaje.

Trat	Racimo	Frutos Partenocarpicos							
		Frutos Normales	%	Rojos	%	Verdes	%	Raquis	%
1	17.102	6.69	39	3.22	19	1.53	9	5.66	33
2	18.646	7.12	39	4.35	23	1.33	7	5.84	31
3	17.484	7.06	40	3.17	18	1.74	10	5.51	32
4	14.759	5.87	40	2.76	19	1.39	9	4.73	32

En cuanto a sus frutos normales los tratamientos presentaron bastante homogeneidad. La cantidad de frutos partenocarpicos rojos en el tratamiento 2 nos resulto mayor que en los demás con un 23 %. La cantidad de frutos partenocarpicos verdes en el tratamiento 3 nos resulto mayor que en los demás con un 10 %. El peso del raquis nos resulto bastante homogéneo con un 32 %.

Cuadro 12. Medidas resumen de la conformación del racimo

Variable	N	Media	D.E.	CV	Min	Max
Peso Racimo	40	17	2.96	17.44	8.67	24
Normales	40	6.84	1.71	25.03	3.05	10.11
Part rojos	40	3.23	1.19	37.03	1.82	6.29
Part Verdes	40	1.57	0.72	45.52	0.57	3.67
Espigas	40	5.36	1.27	23.73	2.55	9.29

2.5.3.A Análisis Estadístico para los frutos normales

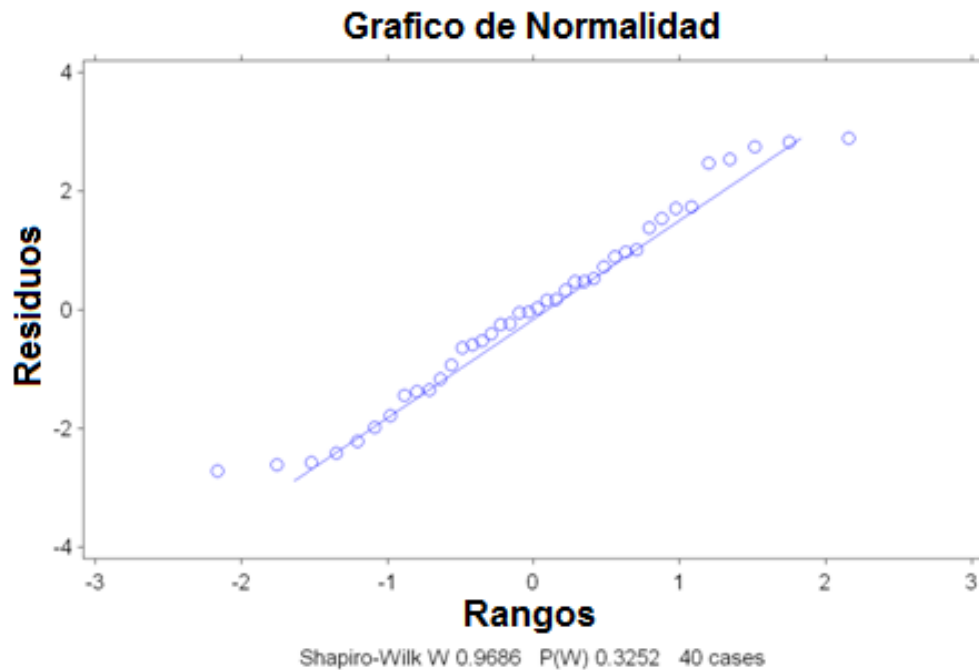


Figura 26. Grafica de normalidad del peso de los frutos normales

Con una P (W) del 0.3252 > 0.05 existe normalidad en los pesos de los frutos normales.

Cuadro 13. Homogeneidad de varianzas de los frutos normales

Homogeneidad de Varianzas	F	P
Levene's Test	0.5	0.6853 ns
O'Brien's Test	0.44	0.7244 ns
Brown and Forsythe Test	0.34	0.7969 ns

Si existe homogeneidad de varianzas entre el peso de los frutos normales de los tratamientos $P > 0.05$, cumpliendo así con los supuestos de varianza.

Cuadro 14. Análisis ANDEVA para el peso de los frutos normales

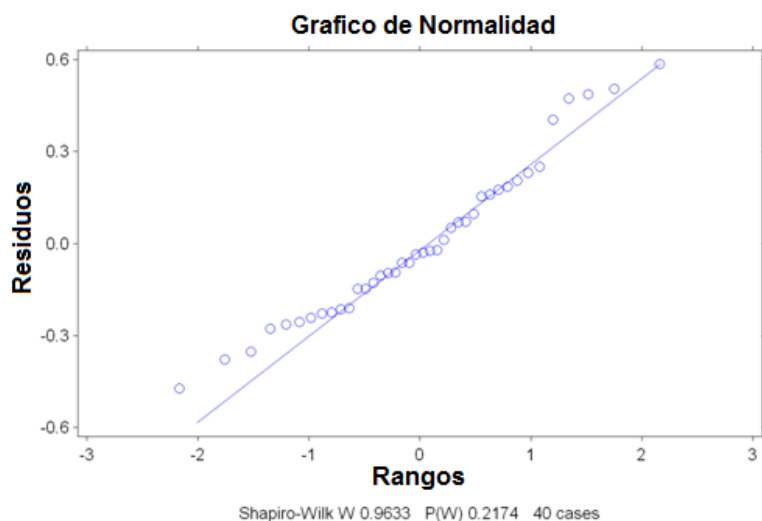
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frutos Normales	40	0.06	0	24.24

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	15.331	3	5.10036	1.86	0.1544 * ns
Error	98.875	36	2.74654		
Total	114.176	39			

El cuadro 12 indica que con coeficiente de variación del 24.24 %, las 4 dosis de polen utilizadas no poseen diferencias significativas en la cantidad de frutos normales que cada racimo posee, el p-valor $0.1544 > 0.05$, por lo tanto el peso de los frutos normales no influye en el peso total del racimo.

2.5.3.B Análisis Estadístico para los frutos partenocarpicos rojos

En el caso del peso de los frutos partenocarpicos rojos si se les realizo una transformación a los datos, ya que no presentaban una distribución normal. Para su análisis se utilizo Logaritmo Natural (Ln) del peso de los frutos.

**Figura 27.** Grafica de normalidad de los pesos de los frutos partenocarpicos rojos

Utilizando Logaritmo natural para el peso de los frutos partenocarpicos rojos se obtiene una distribución normal de los datos $P(W) 0.2174 > 0.05$, cumpliendo así con los supuestos de varianza.

Cuadro 15. Homogeneidad de varianzas de los frutos partenocarpicos rojos

Homogeneidad de varianzas	F	P
Levene's Test	1.42	0.2526 ns
O'Brien's Test	1.26	0.3031 ns
Brown and Forsythe Test	1.31	0.2870 ns

Si existe homogeneidad de las varianzas de los tratamientos $P > 0.05$, por lo tanto se cumple uno de los supuestos de varianza.

Cuadro 16. Análisis ANDEVA de los frutos partenocarpicos rojos

Source	DF	SS	MS	F	P
Trat	3	0.09808	0.03269	0.46	0.7134 * ns
Error	36	2.57034	0.0714		
Total	39	2.66842			

CV 29.33 %

Con un coeficiente de variación del 29.33 %, el peso de los frutos partenocarpicos rojos no presentan diferencia significativa entre los tratamientos $P 0.7134 > 0.05$, por lo tanto el peso de los frutos partenocarpicos rojos no influyen en el peso del racimo.

2.5.3.C Análisis Estadístico para los frutos partenocarpicos verdes

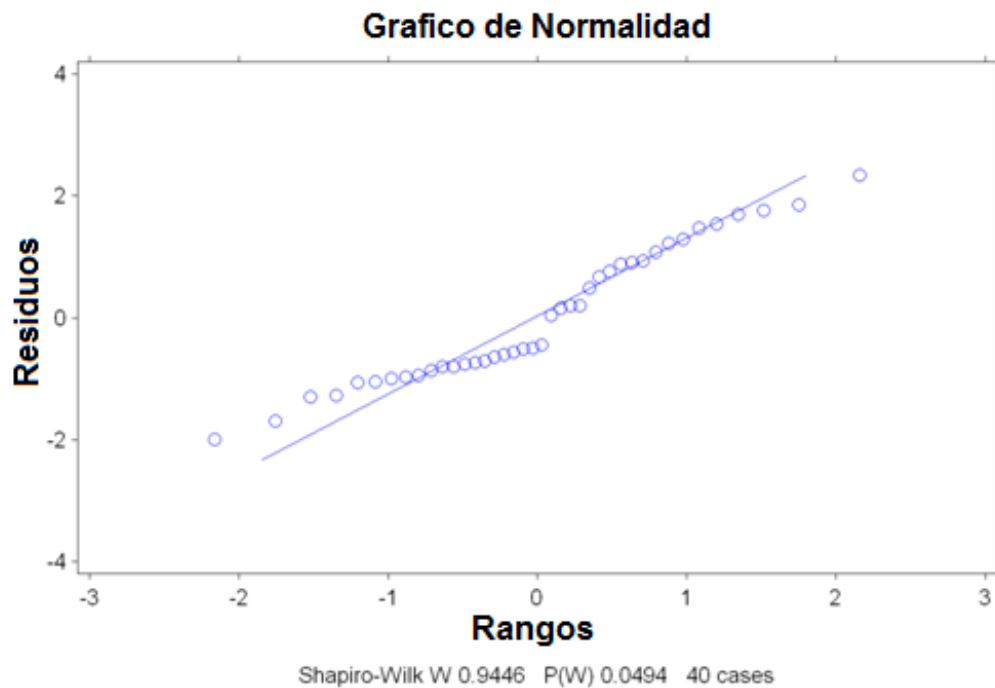


Figura 28. Grafica de Normalidad de los frutos partenocarpicos verdes

En el caso de los frutos partenocarpicos verdes el $P(W) 0.0494 < 0.05$ ya que se encuentra en el límite, por lo tanto se decidió que si existe normalidad en sus datos.

Cuadro 17. Homogeneidad de varianzas de los frutos partenocarpicos verdes

Homogeneidad de Varianzas	F	P
Levene's Test	1.21	0.3209 ns
O'Brien's Test	1.07	0.3741 ns
Brown and Forsythe Test	0.36	0.7840 ns

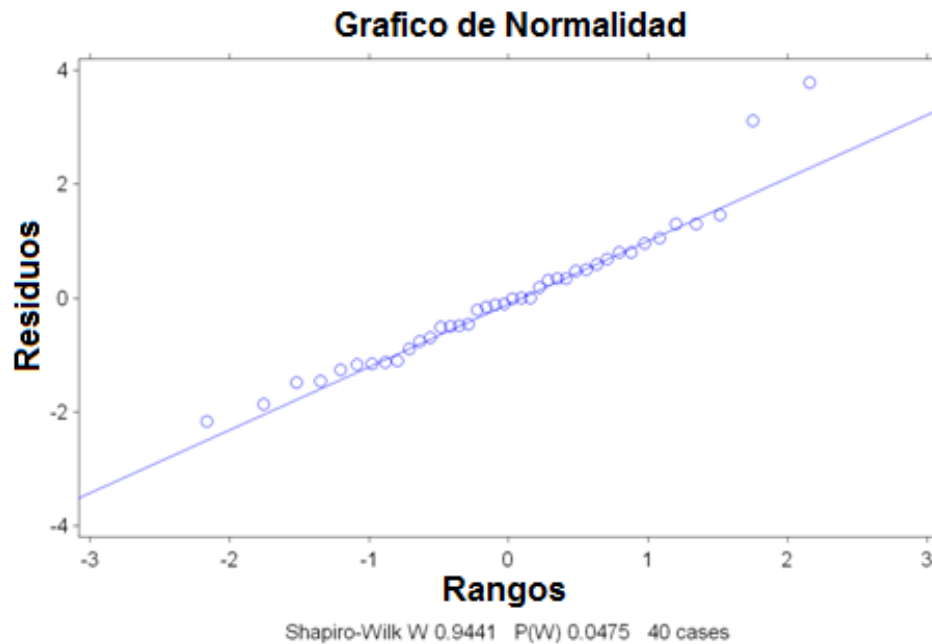
Los frutos partenocarpicos verdes presentan homogeneidad en la varianza de sus datos, $P > 0.05$, por lo tanto si cumple con uno de los supuestos de varianza.

Cuadro 18. Análisis ANDEVA para el peso de los frutos partenocarpicos verdes

Source	DF	SS	MS	F	P
Trat	3	7.4235	2.4745	1.85	0.1561 * ns
Error	36	48.2273	1.33965		
Total	39	55.6508			

Coefficiente de Variación = 35.88 %

Con un 35.88 % de coeficiente de variación el peso de los frutos partenocarpicos verdes no posee una diferencia significativa, el p-valor $0.1561 > 0.05$, por lo tanto el peso de los frutos partenocarpicos no influye en el peso del racimo.

2.5.3.D Análisis Estadístico para el peso del raquis**Figura 29.** Grafica de Normalidad de los pesos del raquis

Con un $P(W) 0.0475 \approx 0.05$ los raquis los pesos del raquis se consideran que tienen una distribución normal, ya que se encuentran bastante cerca del límite.

Cuadro 19. Homogeneidad de varianzas del raquis

Homogeneidad de varianzas	F	P
Levene's Test	1.32	0.2843 ns
O'Brien's Test	1.17	0.3363 ns
Brown and Forsythe Test	1.48	0.2364 ns

Si existe una homogeneidad de varianzas entre los pesos del raquis, $P > 0.05$, cumpliendo así los supuestos de varianza.

Cuadro 20. Análisis ANDEVA para el peso del raquis

Source	Df	SS	MS	F	P
Trat	3	6.4749	2.1583	1.37	0.2667 * ns
Error	36	56.6015	1.57226		
Total	39	63.0764			

CV = 23.39 %

Con un coeficiente de variación del 23.39 %, el peso del raquis (Pedúnculo + Espigas) no poseen una diferencia significativa, el p-valor $0.2667 > 0.05$, por lo tanto el peso del raquis no influye significativamente en el peso total del racimo.

2.5.4 Resultados y discusión de los pesos de los racimos vrs el porcentaje de extracción de aceite

Cuadro 21. Comparación de los pesos promedios de los tratamientos vrs el porcentaje de extracción de aceite.

Tratamiento	Peso Promedio del Racimo (Kg)	% de Aceite (Extracción)
1 polen : 2 talco	17.102	11.65
1 polen : 4 talco	18.646	12.54
1 polen : 6 talco	17.484	9.32
0 aplicación	14.758	11.85

Para poder obtener un potencial de extracción de aceite de los racimos evaluados se tomo un racimo al azar de cada tratamiento el cual fue enviado al laboratorio para su análisis. Los resultados obtenidos para la extracción fueron los siguientes (Figura 30):

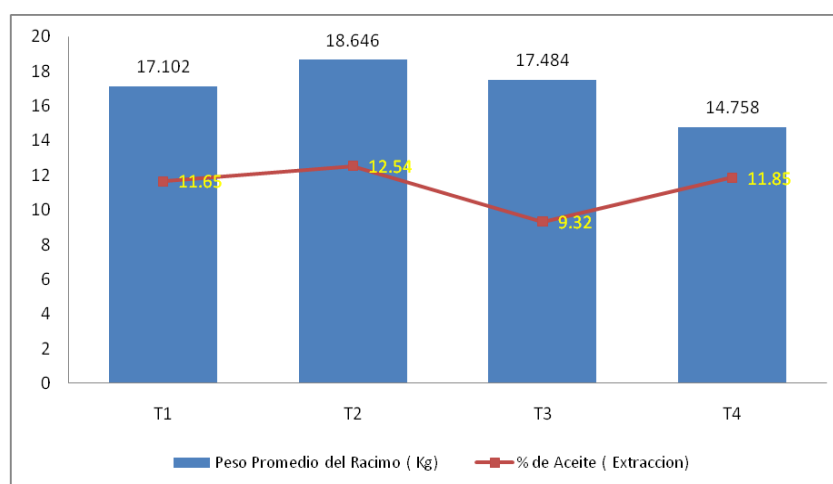


Figura 30. Comparación de los pesos promedios de los racimos vrs porcentaje de extracción de aceite

Debido a que solo 1 muestra del racimo se envió al laboratorio para poder realizar la extracción de aceite, los porcentajes de aceite de la extracción son un promedio de cada tratamiento dándonos como el mejor resultado la dosis de 1 polen: 4 talco con un 12.54 % de aceite del peso total del racimo.

Uno de los factores que esta influenciando en dicha extracción es que la cantidad de frutos partenocarpicos rojos que se poseen en los racimos del tratamiento 2 es mucho mayor

que los otros tratamientos (Cuadro 11). Para el tratamiento 3, que posee el menor porcentaje de extracción de aceite de 9.32 %, la cantidad de frutos partenocarpicos verdes es mucho mayor que en los otros tratamientos, aunque estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 % la cantidad de frutos partenocarpicos que poseen todos los racimos son iguales.

Cuadro 22. Costos de la polinización Asistida con ciclo de 2 días para 1000 Ha

	Unidad	Valor Q Unidad	Costo Anual	Costo Mensual
Supervisor	1	4000	48000	4000
Auxiliar	4	2000	24000	2000
Jornaleros	25	65	292500	24375
Digitador	1	2000	24000	2000
			Necesidades de personal	Q32,375.00
Polen 0.1 g / flor	36000	0.05	93600	7800
Talco 0.4 g / flor	36000	0.03	56160	4680
			Total Costos 1000 Ha	Q44,855.00

Fuente: Hacienda la Cabaña 2008

Datos Importantes:

1 supervisor / 1000 Ha
 4 auxiliares / 250 Ha
 1 jornalero / 20 ha
 36 flores se polinizan / semana / Ha

Se obtiene un costo de Q 44.855 / Ha / mensualmente para poder realizar el labor de la polinización asistida tomando en cuenta el polen y talco aplicado.

Cuadro 23. Precios del Aceite

Precio del Aceite			
1 kilogramo de aceite	\$ 0.80	Q6.20	
Rendimiento	% 12 de aceite	Precio del Aceite (kg)	Ingresos
128 kg / ha / mes	15.36 kg aceite	Q6.20	Q95.23

Con aumentar 1 kg de peso en cada racimo se logra pagar el costo de la polinización, ya que se obtienen ingresos de Q 95.23 / ha / mensual y el costo de polinización es de Q 44.85 / ha / mensual.

2.6 CONCLUSIONES

- El polen utilizado para la polinización asistida en este experimento fue recolectado de un material CIRAD, 3 días antes de su aplicación. Luego de su preparación para ser utilizado, se le realizó una prueba de viabilidad, dándonos un 67.4 % de viabilidad.
- La mejor dosis de polen en brindar un peso diferente a las demás fue el de la relación (1polen: 4talco) dándonos un peso promedio de 18. 65 kg por racimo, con 39 % de frutos normales, 23 % de frutos partenocarpicos rojos, 7 % de frutos partenocarpicos verdes, y un 31 % de raquis.
- El mejor porcentaje de extracción de aceite lo presentó la relación de (1 de polen: 4 de talco) con un total del 12.54 % de su peso.
- Es muy importante tomar en cuenta que con solo remover las espatas protectoras de una inflorescencia en antesis desde el primer día, se logró aumentar el peso del racimo en 3 kilogramos más que el promedio que la finca de Viena II estaba obteniendo de 11 kilogramos por racimo, con solo aumentar 1 kilogramo en cada racimo, el costo de mano de obra para polinización se paga (Cuadro 22 y 23).

2.7 RECOMENDACIONES

- La polinización asistida en híbridos de palma es una actividad que ayuda a mejorar la polinización de las flores en antesis que una inflorescencia posea, media vez se baje correctamente las espatas protectoras de la inflorescencia desde el primer día que se encuentre en antesis, y así de esta manera dejar la mayor cantidad de flores expuestas para poder recibir polen.
- Para todas las plantaciones de híbridos de palma aceitera de AGROCARIBE, se recomienda utilizar una dosis de (1 polen: 4 talco) para la polinización asistida, con el fin de aumentar de 6 – 8 kilogramos en el peso de los racimos.

2.8 BIBLIOGRAFÍAS

1. Alvarado, A; Bulgarelli, J; Moya, B. 2000. Germinación del polen en poblaciones derivadas de un híbrido entre *Elaeis guineensis* Jacq. y *E. oleífera* HBK. Colombia, ASD Oil Palm Papers no. 20:35-36. Consultado 10 oct 2010. Disponible en: <http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol20-4sp.html>
2. Alvarado, A; Sterling, F. 2005. Variedades de palma aceitera tolerantes al estrés. Colombia, Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA). 28 p. (ASD Oil Palm Papers).
3. Celis L, A. 2007. Instructivo para la recolección del polen industrial. Izabal, Guatemala, AGROCARIBE. 4 p.
4. _____. 2009a. Instructivo para la polinización industrial en campo. Izabal, Guatemala, AGROCARIBE. 4 p.
5. _____. 2009b. Instructivo para la preparación del polen industrial. Izabal, Guatemala, AGROCARIBE. 4 p.
6. Chávez, C. 2010. Instructivo para la realización de un Fruit Set en frutos de palma. Guatemala, Palmas de Ixcán. 7 p.
7. Chinchilla, C; Alvarado, A; Albertazzi, H; Torres, R. 2006. Tolerancia y resistencia a las pudriciones del cogollo en fuentes de diferente origen de *Elaeis guineensis*. In Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite (2006, CO). Cartagena, Colombia, Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA). 23 p.
8. Estrada, JF. 2008. Se triplica el área cultivada con palma africana (en línea). Montevideo, Uruguay, Regional Latinoamericana de la Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines (Rel-UITA). Consultado 10 oct 2010. Disponible en: http://www.rel-uita.org/agricultura/se_triplica_palma_africana.htm
9. Hacienda La Cabaña.com.co. 2008. Manejo agronómico del híbrido (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera*): una alternativa para renovación (en línea). Colombia. Consultado 12 oct 2010. Disponible en: <http://www.lacabana.com.co/cabana/admin/UserFiles/File/Manejo%20Agronomico%20del%20Hibrido.pdf>
10. _____. 2008. Polinización asistida en *Eo* x *Eg* (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 1 oct 2010. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/6423904/Polinizacion-Asistida-en-hibrido-Modo-de-ad>

11. Quinto, R. 2007. Prevén crecimiento del cultivo de la palma africana en el país (en línea). El Periódico, Guatemala junio 23. Consultado 10 oct 2010. Disponible en: www.elperiodico.com.gt/es/20070623/actualidad/40976/
12. Raygada Z, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera (en línea). Lima, Perú, Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas – DEVIDA. Consultado 12 oct 2010. Disponible en: <http://www.devida.gob.pe/Documentacion/documentosdisponibles/Manual%20Palma%20Aceitera.pdf>
13. SAEQSA (Sociedad Aragonesa Especialidades Químicas SA, ES). 2005. Ficha de datos de seguridad: talco de Venecia, SACO 25K; SAEQ081506 (en línea). España. Consultado 10 oct 2010. Disponible en: <http://www.saeqsa.com/detalle.asp?id=SAEQ081506>
14. Salvatierra, C. 2009. Impacto ecológico y sociales de las plantaciones de palma africana (en línea). Montevideo, Uruguay, Word Rainforest Movement, Boletín no. 142 del WRM. Consultado 23 oct 2010. Disponible en: <http://www.wrm.org.uy/boletin/142/Guatemala.html>

CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TECNICO DE LA EMPRESA
AGROCARIBE S.A.**

3.1 PRESENTACION

Como producto del diagnostico, los servicios que se describen a continuación tienen como objetivo contribuir al registro de información agronómica, que el departamento técnico de la empresa de AGROCARIBE S.A. lleva de todas sus fincas.

Como primer servicio, se llevó en una base de datos los registros de capturas del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum* L.), el cual es un vector del nematodo (*Bursaphelenchus cocophilus*) que causa el Anillo Rojo en la palma. Para poder conocer la cantidad de picudos capturados, se ubicó 1 trampa cada 10 hectáreas, el cual poseía una feromona y melaza (alimento) que funcionaba como un atrayente del insecto, y se realizaba un conteo de los individuos que se capturaban semanalmente. Según la incidencia del insecto, se aumentaban o no, la cantidad de trampas para controlarlo de una forma cultural.

El segundo servicio consistió, en llevar un registro diario de la temperatura y la precipitación de los diferentes sectores, por medio de estaciones meteorológicas que se ubicaron por cada 4 fincas. Los datos de temperaturas y precipitaciones nos servían para realizar diferentes comparaciones: a) Precipitaciones vrs las poblaciones de *rhynchophorus* b) Precipitaciones vrs la producción obtenida.

El tercer servicio, fue llevar el monitoreo de los freatímetros ubicados en las diferentes fincas con problemas de inundación, el cual consistía en medir los diferentes freatímetros cada 3 días para conocer la altura del nivel freático. Las fincas que presentaran niveles freáticos menores de 80 cm de altura (desde la superficie del suelo hacia abajo), le ocasionaban problemas a la palma debido a que sus raíces se encontraban con problemas de saturación de agua.

3.2 MANEJO DE LOS REGISTROS DE LA CAPTURA DEL PICUDO DE LA PALMA (*RHYNCHOPHORUS PALMARUM*).

3.2.1 Objetivos

- Llevar un control de la cantidad de picudos capturados en las diferentes trampas ubicadas en las fincas de AGROCARIBE.
- Conocer el comportamiento de la plaga dentro de la plantación.
- Reducir el daño de Anillo Rojo causado por *Rhynchophorus*.
- Determinar si existe relación entre los factores climáticos y la captura de *Rhynchophorus*.

3.2.2 Metodología

Se ubicaron trampas en todas las fincas en producción (1 trampa / 10 ha) a una distancia de 305 m (ubicadas al cuadro) entre cada una las cuales poseen melaza, y un tipo de feromona que indica que hay alimento en el recipiente el cual se utiliza como trampa. Se realizó una lectura semanal del número de individuos capturados por trampa.

3.2.3 Resultados



Figura 31. Trampa de *Rhynchophorus* en el campo



Figura 32. Rhynchophorus palmarum

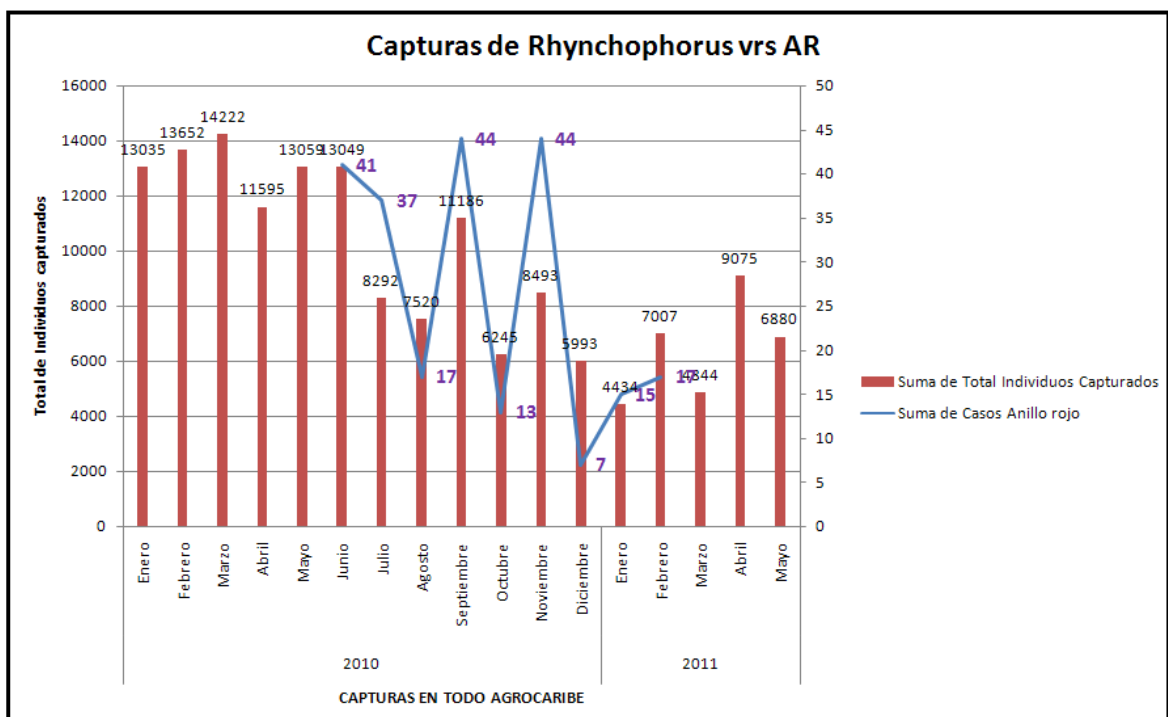


Figura 33. Capturas de Rhynchophorus vrs la presencia de Anillo Rojo

Conociendo la población total de los individuos capturados y comparándolo con los casos de anillo rojo que se presentaron en todo AGROCARIBE a través de una grafica, podíamos ver en qué meses se presentan la mayor incidencia de anillo rojo debido a la población existente de picudos. Para los meses de septiembre y noviembre, en el cual se presentaron 44 casos de anillo rojo, la población de picudos también aumento. En el mes de diciembre cuando la cantidad de individuos capturados fue menor, los casos de anillo de rojo también disminuyeron. Controlando la población de picudos, se controla a la vez los casos de anillo presentes en la plantación.

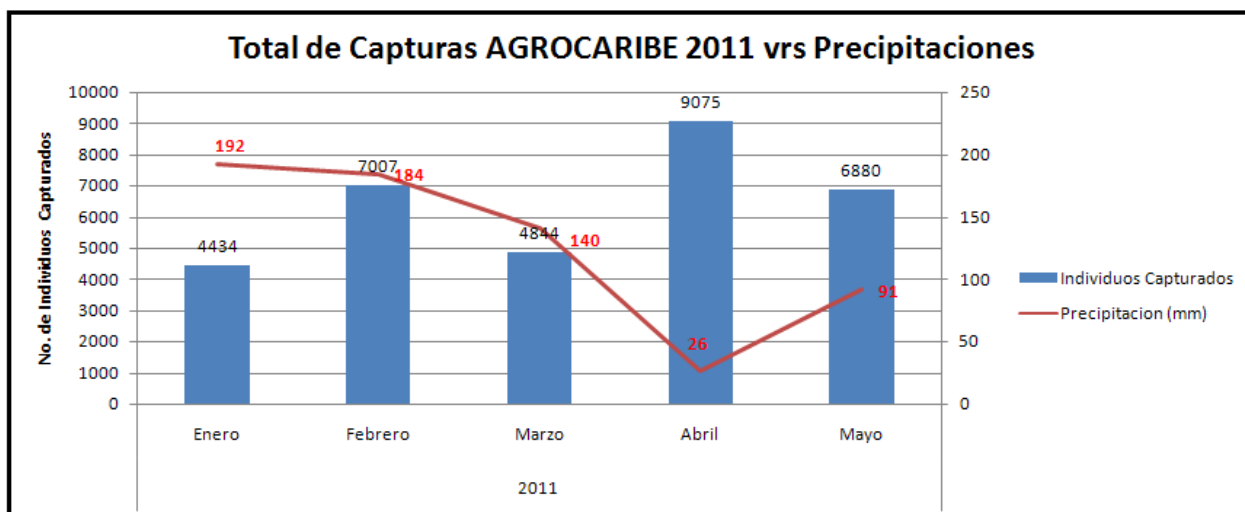


Figura 34. Total de individuos capturados vrs la precipitación mensual para el año 2011

Conociendo la totalidad de individuos capturados mensualmente y la precipitación mensual, se pudo observar que cuando la cantidad de lluvia es menor la cantidad de individuos capturados es mucho mayor y esto se da porque, debido a las altas temperaturas de los días soleados el insecto tiende a volar mas bajo la sombra de la palma adulta, lo cual facilita su captura, debido a que las trampas se encuentran a 1.5 metros del suelo sobre la base la palma. En los días con mayores precipitaciones, debido a que existe una mayor cantidad de alimento en las vegetaciones de alrededor del cultivo de la palma, el insecto tiende a emigrar.

Cuadro 24. Promedio de capturas mensual de rhynchophorus por sectores del Distrito 1.

Distrito	Sector	Ene-11			Feb-11			Mar-11			Abr-11			May-11			Total Individuos Capturados
		Capturados	trampas	Promedio captura/semana	Capturados	trampas	Promedio captura/semana	Capturados	trampas	Promedio captura	Capturados	trampas	Promedio captura	Capturados	trampas	Promedio captura	
1	1	800	108	2	292	108	1	675	97	2	849	97	2	471	97	1	3087
	2	851	99	2	180	99	1	793	90	2	1626	90	5	953	90	3	4403
	3	874	130	2	603	130	1	1498	129	3	2174	129	4	1637	129	3	6786
Total Distrito 1		2525	337	2	1075	337	1	2966	316	2	4649	316	4	3061	316	2	14276

Si las poblaciones de *Rhynchophorus* no pasaban de 4 individuos capturados / trampa / semanalmente el daño no era significativo. Si la población era mayor de 4 individuos, entonces se incrementaba el número de trampas para el sector para disminuir su población.

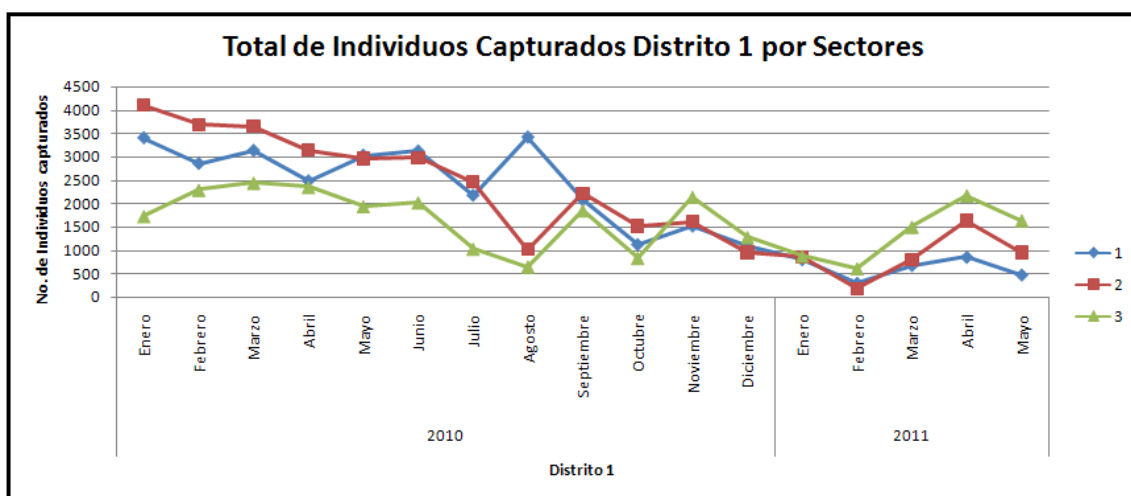


Figura 35. Total de *Rhynchophorus* capturados por sectores para el distrito 1

Conociendo la totalidad de individuos capturados en cada sector, podíamos ver el comportamiento mensual de la población en todo el año, el cual servirá para identificar los meses que poseen una mayor población de *Rhynchophorus* y así de esta manera tomar las medidas respectivas para disminuir su población aumentando la cantidad de trampas en los sectores con mayor problemática.

3.2.4 Evaluación

El mantener un nivel de captura máximo de 4 individuos/trampa, nos indica que la población de picudos no está causando ningún tipo de daño económico. En las plantaciones que presentó un mayor número de individuos por trampa, se aumentó el número de trampas con el fin de reducir la población del picudo dentro de la plantación, y mantener capturas menores a 4 individuos / trampa. De esta manera la presencia de anillo rojo en la plantación causada por *Rhynchophorus*, se eliminaba.

3.3 MANEJO DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES DE LAS FINCAS DE AGROCARIBE

3.3.1 Objetivos

- Llevar un registro diario de las precipitaciones y temperaturas de cada finca.
- Conocer el comportamiento climático del lugar a través del análisis de sus registros.

3.3.2 Metodología

Para poder tomar los datos de temperatura y precipitación se instalaron estaciones meteorológicas en todos los sectores de los 2 Distritos de AGROCARIBE. Las lecturas se tomaban diariamente para la precipitación y la temperatura. En el caso de la temperatura se tomaba la máxima y la mínima del día.

3.3.3 Resultados



Figura 36. Estación Meteorológica

Estación WatchDog Serie 2000, utilizada en los diferentes sectores para tomar datos de Temperatura, Precipitación, Humedad Relativa, Radiación Solar, Velocidad y dirección del viento.

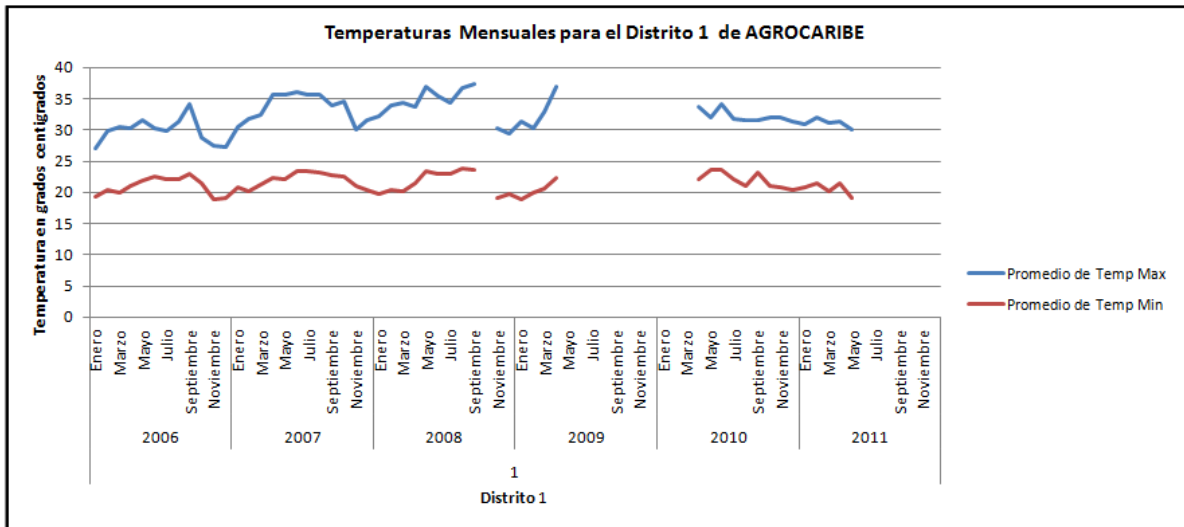


Figura 37. Temperaturas de máximas y mínimas para el Distrito 1 (Ene 2006 - May 2011)

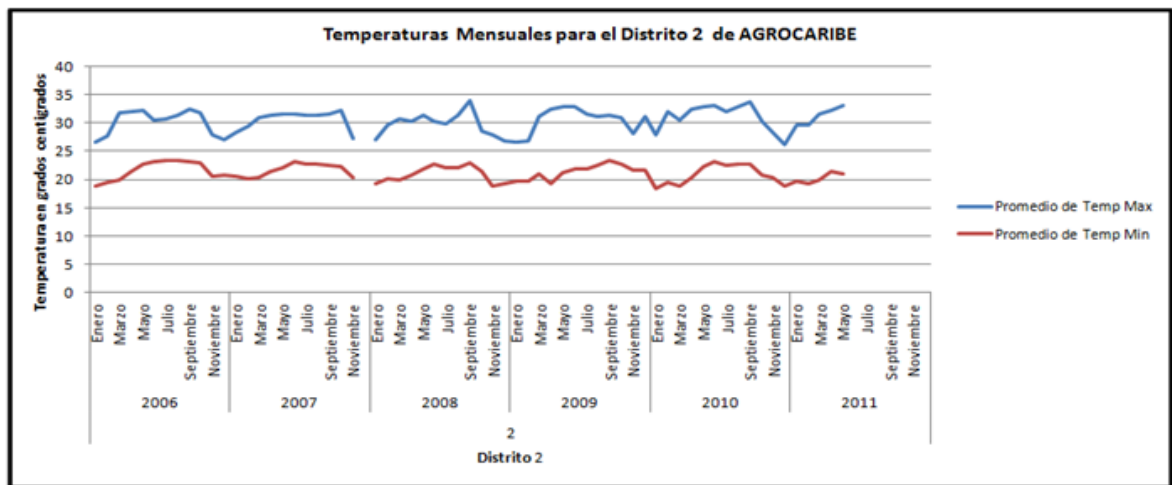


Figura 38. Temperaturas de máximas y mínimas para el Distrito 2 (Ene 2006 – May 2011)

Las temperaturas se tomaban a diario a través de una estación meteorológica (Figura 36) o termómetros que estaban ubicados en cada sector del distrito 1 y distrito 2. La información obtenida se graficaba con sus temperaturas máximas y mínimas, dependiendo de cómo se necesitara al información ya sea diaria, semanal o mensual.

Cuadro 25. Precipitaciones mensuales en milímetros para el año 2010

DISTRITO	SECTOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1	317	169	18	119	277	59	185	178	167	38	129	64	1,720
1	2	417	160	39	97	295	65	282	409	324	23	321	141	2,572
1	3	431	138	12	159	355	172	388	439	304	32	198	89	2,717
1	4	383	148	12	147	317	74	471	486	433	57	179	57	2,764
2	1	305	168	15	43	311	32	144	152	179	28	206	94	1,676
2	2	476	136	83	31	247	29	383	279	315	24	360	169	2,532
2	3	371	174	73	68	234	81	222	194	226	35	134	116	1,926
2	4	504	167	137	68	332	120	318	259	457	55	410	221	3,046
2	5	554	188	69	141	217	135	241	224	366	90	343	141	2,710
2	6	612	269	130	98	724	245	1,050	438	500	91	461	546	5,165
Promedio		437	172	59	97	331	101	368	306	327	47	274	164	2,683
maxima		612	269	137	159	724	245	1050	486	500	91	461	546	5165
minima		305	136	12	31	217	29	144	152	167	23	129	57	1,676

Cuadro 26. Precipitaciones mensuales en milímetros para el año 2011

DISTRITO	SECTOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1	141	158	147	9	3	0	0	0	0	0	0	0	458
1	2	176	153	98	0	1	0	0	0	0	0	0	0	428
1	3	145	122	108	17	0	0	0	0	0	0	0	0	393
1	4	237	108	220	73	1	0	0	0	0	0	0	0	639
2	1	127	167	122	8	4	0	0	0	0	0	0	0	428
2	2	164	159	129	3	0	0	0	0	0	0	0	0	455
2	3	173	250	91	27	10	0	0	0	0	0	0	0	551
2	4	188	198	109	36	33	0	0	0	0	0	0	0	565
2	5	149	129	180	8	25	0	0	0	0	0	0	0	491
2	6	418	396	201	75	10	0	0	0	0	0	0	0	1,100
Promedio		192	184	140	26	9	0	0	0	0	0	0	0	551
Máxima		418	396	220	75	33	0	0	0	0	0	0	0	1100
Mínima		127	108	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393

Las precipitaciones que fueron tomadas diariamente, se sumaban para poder obtener un total de precipitación mensual, y así de esta manera poder realizar diferentes comparaciones como por ejemplo: La producción obtenida en una finca vrs la precipitación mensual, o la cantidad de *Rhynchophorus* capturados mensual vrs la precipitación mensual (Figura 34).

3.3.4 Evaluación

Los datos obtenidos de las precipitaciones y las temperaturas fueron lecturas tomadas a diario en los diferentes sectores de AGROCARIBE S.A., y posteriormente se le asignaba el dato obtenido a las fincas correspondientes a ese sector. Con esto se logro, que todas las fincas obtuvieran un registro climático diario de su temperatura y precipitación.

3.4 MANEJO DE LOS REGISTROS DE LOS FREATIMETROS

3.4.1 Objetivos

- Llevar un control del nivel freático de las diferentes fincas en AGROCARIBE.
- Determinar que fincas se encuentran con el manto freático más elevado, y de esta manera ver si necesitan o no una mayor cantidad de drenajes.

3.4.2 Metodología

Los freatrimetros son perforaciones de 115 mm de diámetro y de una profundidad variable creadas para el control y análisis del nivel freático (Figura 40).

Las lecturas que se tomaron en campo, se registraba en una base de datos y luego se grafican para poder conocer su comportamiento, y así poder tomar las medidas respectivas para poder trazar los drenajes en la áreas que presentan mayor problema con las inundaciones.

Niveles en el cual el agua se encuentra a una distancia menor de 80 cm, existen problemas de inundaciones en el terreno o de mal drenaje, y nos indica que el sistema radicular de las plantas se encuentra con problemas de saturación de agua.

3.4.3 Resultados

Cuadro 27. Promedios mensuales del nivel freático en centímetros para las fincas con mayor problema de saturación de agua.

Distrito	Finca	AÑO 2010						Promedio 2010	Año 2011		Promedio 2011
		Mes							Mes		
		7	8	9	10	11	12		1	2	
1	Barcelona	129	128	136	141	142	136	137	147	141	145
	Berlin	107	100	108	120	122	106	112	132	123	129
	Grano de Oro	115	106	120	131	133	124	123	139	129	135
	Lisboa	110	108	118	126	135	125	122	139	120	134
	Madrid	125	119	131	142	141	115	131	142	131	139
	Paris	70	89	94	117	125	117	107	140	128	137
Promedio Distrito 1		112	109	119	130	133	120	122	140	129	136
2	Arizona	106	91	97	121	123	114	111	140	126	138
	Moran	67	78	56	101	83	77	79	110	91	104
	Nogales	65	61	43	56	48	47	52	63	46	60
	Placa II	30	47	44	128	116	104	87	138	106	129
	Santa Teresita	56	67	60	108	92	86	82	128	101	121
	Yolanda	93	81	98	82	72	104	88	86	68	81
Promedio Distrito 2		75	74	74	105	92	92	86	114	93	109
Promedio AGROCAIBE		93	92	98	119	113	106	105	126	114	123

Se realizaron 2 lecturas semanales por cada finca. La cantidad de pozos o freatímetros ubicados en cada finca dependían del tamaño de la misma, y del problema que presentara para poder drenar el exceso de agua. Si mayor era el problema de drenaje, mayor era la cantidad de freatímetros en la finca.

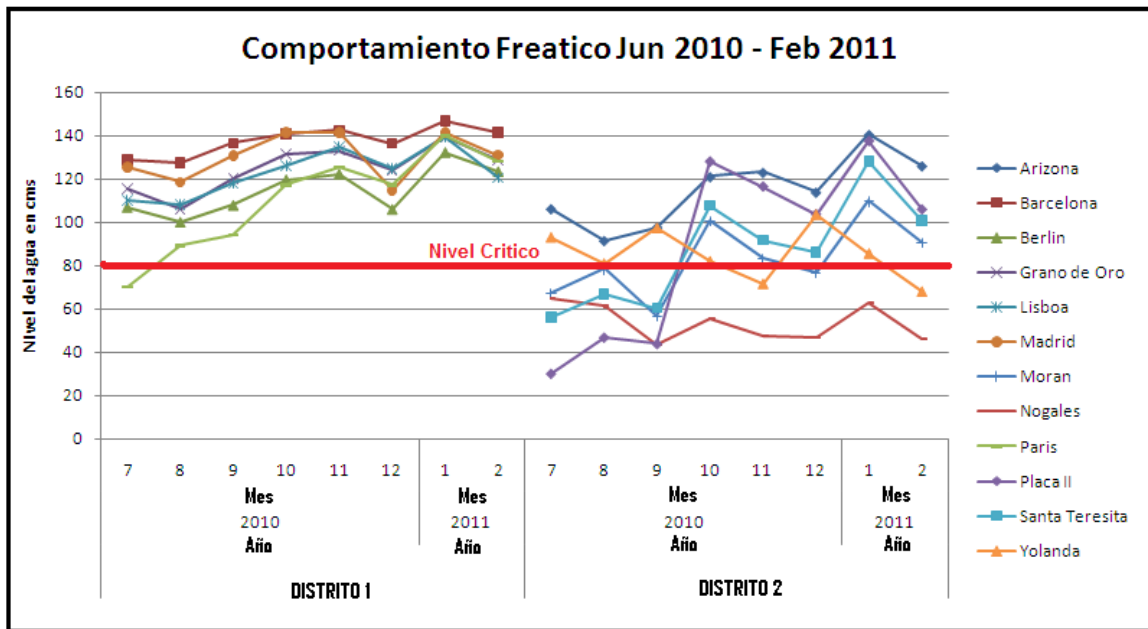


Figura 39. Comportamiento del nivel freático en las diferentes fincas que presentaban mayor problema por saturación de agua.

La grafica nos mostraba de una forma más general el promedio mensual del nivel freático de cada finca, y así de esta manera se identificaban más rápido las fincas con mayor problema de saturación de agua. Las fincas que presentaban niveles de agua debajo de los 80 cm, son fincas con mantos freáticos muy elevados, como por ejemplo: La finca de Nogales la cual tiene mayores problemas de saturación de agua, Yolanda para los meses de Agosto y Noviembre 2010 y Febrero 2011 y la finca Santa Teresita para los meses de Julio, Agosto, y Septiembre del 2010. Lo cual causa problemas para la raíz de la palma, ya que si permanece mucho tiempo inundado, las producciones disminuyen significativamente y posteriormente la palma puede morir.



Figura 40. Forma de medir el nivel freático en campo
Fuente Propia: José Alejandro Estrada 2011.

3.4.4 Evaluación

Las lecturas del nivel freático se realizaron 2 veces por semana en los diferentes pozos ubicados en las fincas que poseían problema de mal drenaje debido a que poseen un nivel freático muy alto. En la mayoría de fincas se obtuvieron registros completos en el mes, mientras que otras fincas debido a que presentaron ciertos meses con problemas de inundación debido a las altas precipitaciones y el desbordamiento del río Motagua, no se pudo hacer las lecturas respectivas.