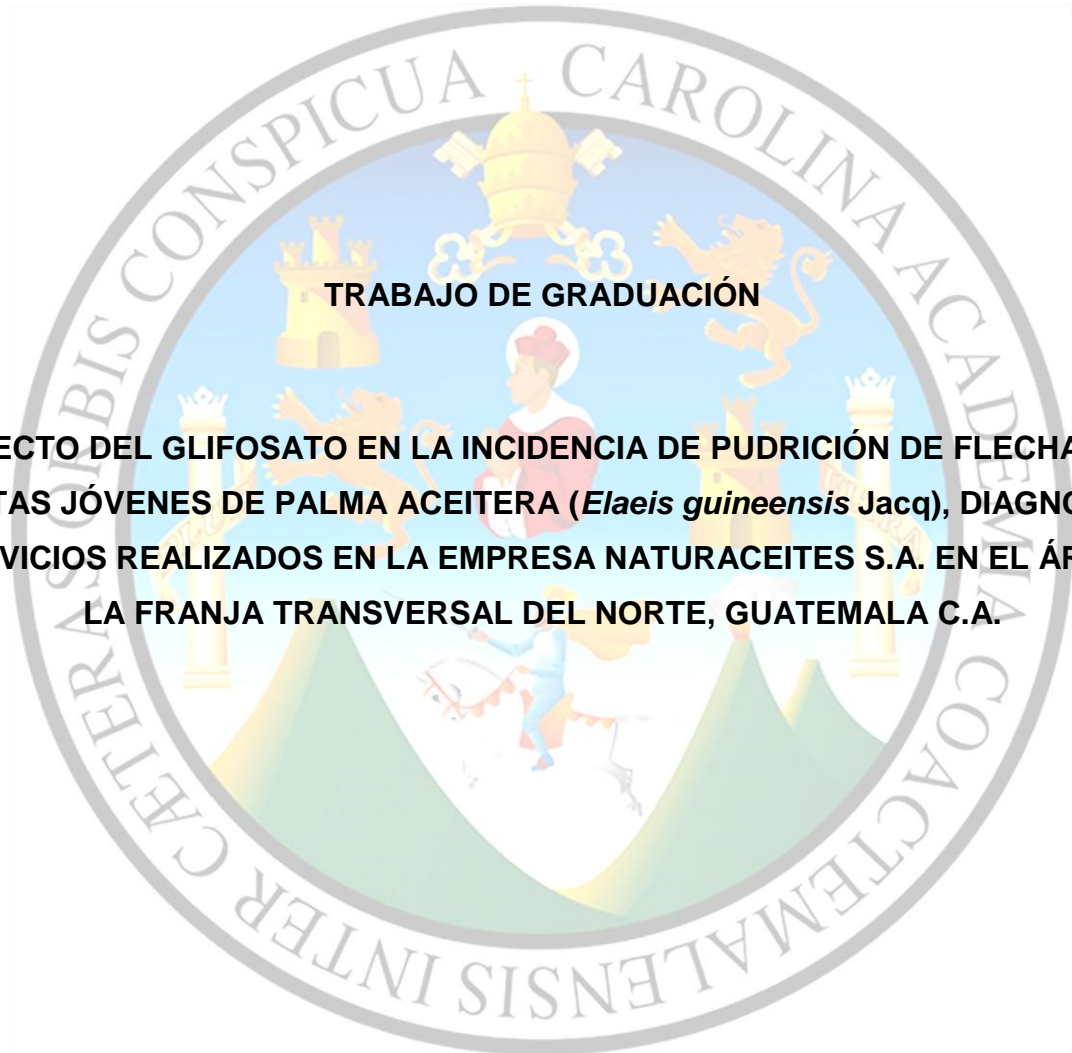


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFEECTO DEL GLIFOSATO EN LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE FLECHA EN PLANTAS JÓVENES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA NATURACEITES S.A. EN EL ÁREA DE LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA C.A.

REYNALDO LEONEL GARCÍA MOLINA

Guatemala, noviembre 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFFECTO DEL GLIFOSATO EN LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE FLECHA EN PLANTAS JÓVENES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA NATURACEITES S.A. EN EL ÁREA DE LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA C.A.

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

POR

REYNALDO LEONEL GARCÍA MOLINA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, noviembre 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL V	Br. Sergio Alexsander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Guatemala, noviembre 2014

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

Honorables miembros:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación: **EFFECTO DEL GLIFOSATO EN LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE FLECHA EN PLANTAS JOVENES DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA NATURACEITES S.A. EN EL ÁREA DE LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA C.A.**; Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente.
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Reynaldo Leonel García Molina

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Y A LA VIRGEN MARÍA** Por guiarme en el buen camino y darme sus bendiciones y sabiduría para poder llegar a ser un hombre de bien.
- A MIS PADRES** Julio Lionel García y Carmen Molina por brindarme su confianza, esfuerzo y apoyo incondicional para poder alcanzar esta meta de mi vida.
- A MIS HERMANOS** Paolo y Ronald por ser mis fieles amigos en el transcurso de mi vida.
- A MI ESPOSA E HIJO** Rita Mejicanos e Ignacio García por estar a mi lado y darme fuerzas para seguir adelante y lograr esta meta.
- A TODA MI FAMILIA** Por formar parte de este éxito alcanzado, bendiciones a cada uno de ustedes.
- A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS** Erick Solórzano, Nohemí del Cid, Mildred Oliva, Ruth Juracan, Sergio López y Carlyone Izaguirre por brindarme su amistad.
- A CADA UNO DE USTEDES** Por estar aquí el día de hoy y compartir esta alegría.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A MI AMADA PATRIA, Guatemala.

A MI ASESOR: Ing. Agr. Gustavo Álvarez, quien aportó sus conocimientos y su tiempo en la valiosa colaboración para la elaboración de este documento.

A MI SUPERVISOR: Ing. Agr. Cesar Linneo, por su paciencia y comprensión. Por el valioso tiempo que me dedicó para las correcciones del presente trabajo.

A MI FAMILIA Y AMIGOS, por su amor y comprensión, por el apoyo incondicional, siempre llevaré conmigo todos los momentos que disfrutamos juntos.

A:

- Escuela Nacional Central de Agricultura por brindarme las bases académicas para poder alcanzar esta meta.
- Universidad San Carlos de Guatemala, centro de estudios distinguido que me dio un espacio para hacer posible mi formación académica de alta calidad.
- Facultad de Agronomía Unidad académica que me permitió formarme y experimentar todo lo necesario para el buen desarrollo profesional de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María por brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar este logro en mi vida.

A mis padres por sus esfuerzos infinitos y apoyo incondicional para que pudiera formarme como profesional.

A mis hermanos y demás familia por creer en mí y apoyarme en todo momento.

A mi asesor Ing. Agr. Gustavo Álvarez por su valioso aporte en la elaboración de esta investigación.

A mi supervisor Ing. Agr. Cesar Linneo por su valioso tiempo que dedico para lograr este trabajo de graduación.

A Naturaceites S.A. por brindarme la oportunidad de iniciar mi vida como profesional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO EN LAS PLANTACIONES JÓVENES DE PALMA ACEITERA (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>), DE NATURACEITES S.A. UBICADAS EN LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA, C.A.....	
	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 General:-----	3
1.2.2 Específicos:-----	3
1.3 METODOLOGÍA	4
1.3.1 Fase de Campo (Recopilación de la información)-----	4
1.3.2 Fase de gabinete-----	4
1.3.3 Fase de ordenamiento y análisis de la información-----	4
1.4 RESULTADOS.....	5
1.4.1 Visión de la empresa-----	5
1.4.2 Ubicación geográfica-----	5
1.4.3 Extensión Territorial-----	6
1.4.4 Clima-----	6
1.4.5 Hidrografía-----	6
1.4.6 Suelos-----	7
1.4.7 Departamento de Investigación y Monitoreo Agrícola-----	9
1.5 CONCLUSIONES	10
1.6 RECOMENDACIONES.....	11
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	12

CAPÍTULO II EFECTO DEL GLIFOSATO EN LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN DE FLECHA EN PLANTAS JOVENES DE PALMA ACEITERA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) EMPRESA NATURACEITES S.A. EN EL ÁREA DE LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA C.A.....		13
2.1	PRESENTACIÓN.....	14
2.2	MARCO CONCEPTUAL	16
2.2.1	La Palma de Aceite	16
2.2.2	Clasificación Botánica.....	16
2.2.3	La Planta.....	16
2.2.4	Requerimientos Climáticos	17
2.2.5	Requerimientos Nutricionales	18
2.2.6	Control de Malezas	18
2.2.7	Enfermedades.....	19
A.	Pudrición común de la flecha	19
B.	Pudrición del cogollo	19
2.2.8	Los Organismos Asociados.....	20
2.2.9	Factores de Predisposición	22
2.2.10	Interacciones de los nutrientes.....	25
2.2.11	El Glifosato.	26
2.2.12	Fusarium.....	28
2.2.13	Phytophthora	29
A.	Caracteres morfológicos generales de las especies de Phytophthora.	29
B.	Estructuras Reproductivas Del Microorganismo	29
C.	Reproducción	30
D.	Phytophthora palmivora	30
2.3	HIPÓTESIS.....	32

2.4	OBJETIVOS.....	32
2.4.1	General-----	32
2.4.2	Específicos-----	32
2.5	METODOLOGÍA	33
2.5.1	En campo definitivo-----	33
A.	Personal-----	33
B.	Procedimiento:-----	33
C.	Observaciones de campo:-----	33
D.	Fase de gabinete:-----	34
2.5.2	Parcela Experimental Aplicación de Glifosato-----	35
A.	Diseño Experimental-----	35
B.	Descripción de Tratamientos-----	35
C.	Selección del Diseño Experimental-----	36
D.	Repeticiones-----	36
E.	Unidad Experimental-----	36
F.	Área Experimental-----	37
G.	Aleatorización de Tratamientos-----	38
H.	Variables Respuesta-----	39
I.	Recolección de Datos-----	40
J.	Análisis Estadístico-----	43
K.	Análisis de Varianza-----	44
L.	Coeficiente de Variación (CV)-----	44
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
2.6.1	Lotes en Campo-----	45
A.	El Canaleño-----	46

B.	La Bacadilla -----	47
C.	La Peñita -----	47
D.	Sacol -----	48
E.	Yalcobé -----	48
F.	El Rosario -----	49
2.6.2	Parcela Experimental-----	50
2.6.3	Microorganismos asociados a la PF -----	51
2.7	CONCLUSIONES	55
2.8	RECOMENDACIONES.....	56
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	57
2.10	ANEXOS	59
CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA		
NATURACEITES S.A. REGIÓN FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE		65
3.1	PRESENTACIÓN.....	66
3.2	ELABORACIÓN DE CEBOS PARA EL CONTROL DE ROEDORES PLAGA EN PLANTACIONES JOVENES DE PALMA ACEITERA.	67
3.2.1	Introducción -----	67
3.2.2	Objetivos-----	68
3.2.3	Metodología-----	68
3.2.4	Recursos utilizados -----	69
3.2.5	Resultados -----	71
3.3	MONITOREO Y CONTROL DEL PICUDO DE LA PALMA ACEITERA (<i>Rhynchophorus palmarum</i>)	72
3.3.1	Introducción -----	72
3.3.2	Objetivos-----	73
3.3.3	Metodología-----	73

3.3.4	Recursos Utilizados-----	74
3.3.5	Resultados -----	74
3.4	BIBLIOGRAFIA	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación Fincas NaturAceites región Fray Bartolomé de Las Casas	8
Figura 2.	Frutos de la palma	
Figura 3.	Palmas de aceite	17
Figura 4.	Estructuras microscópicas de <i>Phytophthora palmivora</i>	31
Figura 5.	Distribución de los tratamientos en los diferentes bloques.....	38
Figura 6.	Fotografía de Parcela Experimental	39
Figura 7.	Fotografía de la Detección de PF y DC.....	40
Figura 8.	Determinación de longitud de flecha	41
Figura 9.	Fotografía de Selección de muestras para análisis Fitopatológico	42
Figura 10.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca El Canaleño.	46
Figura 11.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca La Bacadilla.	47
Figura 12.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca La Peñita.	47
Figura 13.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca Sacol.....	48
Figura 14.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca Yalcobé.....	48
Figura 15.	Incidencia acumulada Pudrición de Flecha finca El Rosario.	49
Figura 16.	Fotografía de Medio de cultivo con <i>Phytophthora</i>	53
Figura 17.	Fotografía del Medio de Cultivo con <i>Phytophthora</i>	54
Figura 18.	Algunos insumos para la fabricación de los cebos.....	69
Figura 19.	Homogenización de la mezcla, sellado con prensa eléctrica y estibado de cebos.....	69
Figura 20.	Llenado del plástico envolvente con la mezcla.	70
Figura 21.	Sellado y estibado del cebo	70
Figura 22.	Almacenaje de los cebos	71

Figura 23. Comportamiento de capturas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> vrs precipitación en Finca el Canaleño	75
Figura 24. Comportamiento de capturas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> vrs precipitación en Finca La Bacadilla	75
Figura 25. Comportamiento de capturas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> vrs precipitación en Finca La Peñita	76
Figura 26. Comportamiento de capturas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> vrs precipitación en Finca Sacol.....	76
Figura 27. Comportamiento de capturas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> vrs precipitación en Finca Yalcobé.....	77
Figura 28. Revisión de trampas y colecta de picudos	77
Figura 29. Ubicación y colocación de trampas en el campo	78
Figura 30. Feromona utilizada (1.25 cc de Rhynchophorol).....	78
Figura 31. Formato para capturas de picudos.....	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fincas comerciales de la empresa NaturAceites S. A.	7
Cuadro 2. Clasificación Botánica.....	16
Cuadro 3. Algunos patógenos de plantas estimulados por el glifosato.	27
Cuadro 4. Clasificación Taxonómica de <i>Phytophthora sp.</i>	29
Cuadro 5. Resumen de Resultados Parcela Experimental con ANDEVA y Test de Tukey.	50
Cuadro 6. Resultados de los Análisis Fitopatológicos Laboratorios Soluciones Analíticas S.A.	51
Cuadro 7. Resultado de los análisis de Laboratorio del Centro de Diagnóstico de la USAC	52

RESUMEN

Como parte final del protocolo para la formación profesional a optar el título de Ingeniero Agrónomo es la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del cual se genera un documento en el que se integran 3 fases o informes.

La primera fase consistió en la elaboración de un diagnóstico general de las plantaciones jóvenes (de 1 a 3 años) de la empresa Naturaceites S.A. ubicadas en la Franja Transversal del Norte; dicho diagnóstico se realizó por medio de entrevistas directas, observaciones en campo, revisión de archivos y revisiones bibliográficas. A partir de esto se logró identificar que el manejo de las plagas y enfermedades son parte fundamental para el buen desarrollo de las plantaciones jóvenes. Por lo cual se determinó el tema a investigar como también los servicios a prestar a la empresa.

La segunda fase consistió en la investigación “Efecto del glifosato en la incidencia de pudrición de flecha en plantas jóvenes de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), en el área de la Franja Transversal del Norte, Guatemala C.A.” de la cual se logró confirmar dicho efecto, como también se observó el efecto desarrollado por el modo de acción de éste al ser aplicado en áreas con palmas jóvenes y por último se logró identificar los principales microorganismos patógenos que están presentes en los tejidos afectados por la pudrición de flecha. Según los resultados obtenidos confirman que el glifosato si ejerce un efecto sobre las palmas jóvenes, causando la entrada a microorganismos oportunistas como el *Fusarium* sp. lo cual se convierte en las pudriciones de flecha, las cuales si no se les da el pronto manejo pueden agravarse a pudrición de cogollo en donde el microorganismo encontrado fue *Phytophthora* sp., incluso pueden causar la muerte de la planta.

En la última fase se describen los servicios prestados a la Empresa Naturaceites S.A. los cuales fueron: 1) Elaboración de cebos para el control de roedores plaga en plantaciones jóvenes de palma aceitera y 2) Monitoreo y control del Picudo de la palma aceitera (*Rhynchophorus palmarum*), los cuales fueron de gran aporte para la empresa.

**CAPITULO I DIAGNÓSTICO EN LAS PLANTACIONES JOVENES DE PALMA
ACEITERA (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.), DE NATURACEITES S.A. UBICADAS
EN LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA, C.A.**

1.1 PRESENTACIÓN

NaturAceites S.A. es fruto de la fusión de dos empresas: Grasas y Aceites e Indesa, la primera se fundó en 1,985 la cual dio nacimiento a la primera planta de refinería de aceite vegetal en Escuintla, donde se procesaba aceite de girasol y la segunda empresa que en 1,998 decide incursionar en la producción de aceites de palma y palmiste, con la primera siembra de cultivo de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región del Polochic.

El 2,002 representó el primer año de producción para NaturAceites, una empresa dedicada al cultivo, producción, extracción, refinamiento y comercialización de aceite de palma, que actualmente opera en 3 áreas agrícolas ubicadas en El Estor en Izabal, Fray Bartolomé de las Casas en Alta Verapaz y San Luis en Petén (éstas dos últimas ubicadas en la región de la Franja Transversal del Norte).

En agosto de 2,006 empezó el estudio de factibilidad en el área de la Franja Transversal del Norte, estableciéndose así en febrero de 2,007 en dicho lugar. Por lo cual en esta región las plantaciones aún son jóvenes y debido a la importancia potencial que tienen éstas para la empresa, se planteó la realización de un diagnóstico el cual tuvo como principal finalidad la identificación de los principales problemas o riesgos en las plantaciones, los cuales fueron resueltos a lo largo del periodo de ejecución del E.P.S. mediante los servicios que se realizaron dentro del departamento de Investigación y Monitoreo en la empresa.

La elaboración del presente diagnóstico fue realizado por medio de visitas de campo y entrevistas a trabajadores de la empresa; todo esto con el objetivo de mejorar las operaciones agronómicas dentro de ellas.

Como resultado, se identificó que las plagas y enfermedades juegan un papel muy importante en el desarrollo y producción futura de las nuevas plantaciones, por consiguiente se realizaron propuestas para mejorar los procesos en las actividades correspondientes a Sanidad Vegetal (Departamento de investigación y monitoreo), principalmente en el manejo y control del Picudo de la palma aceitera (*Rhynchophorus palmarum*), Roedores plaga y La Pudrición de Flecha.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General:

- Conocer la situación actual de la empresa NaturAceites S.A. en la región de la Franja Transversal del Norte.

1.2.2 Específicos:

- Identificar los principales problemas presentes y los factores que afectan en las plantaciones jóvenes de la empresa.
- Jerarquizar los problemas identificados para poder trabajar en los principales y de mayor impacto.

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Fase de Campo (Recopilación de la información)

- Presentación con el personal de la Empresa NaturAceites.
- Reconocimiento del área de trabajo.
- Realización de entrevistas al Jefe y al personal del Depto. de Investigación y Monitoreo.
- Entrevistas con el jefe de área de Sanidad Vegetal.
- Observaciones en campo.

1.3.2 Fase de gabinete

- Revisión de archivos y base de datos de la información generada y almacenada el departamento de Investigación y Monitoreo.
- Revisiones bibliográficas y ubicación geográfica de las plantaciones.
- Se determinaron y priorizaron los problemas y riesgos encontrados en la empresa.

1.3.3 Fase de ordenamiento y análisis de la información

- Teniendo la información necesaria se procedió a ordenarla y en base a ello se realizó el análisis respectivo para poder determinar la priorización.

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Visión de la empresa

Ser una empresa de la agroindustria de la palma aceitera de crecimiento constante con modelo de negocio integro, eficiente e innovador, creando beneficios evidentes para nuestros clientes, comunidades, colaboradores, inversionistas y el ambiente.

1.4.2 Ubicación geográfica

La empresa NaturAceites S.A. cuenta con oficinas ubicadas en el centro Fray Bartolomé de las casas, en la cual se encuentra también la planta extractora; en la Franja Transversal del Norte se encuentran ubicadas las 6 fincas de dicha empresa las cuales son: El Canaleño, Yalcobé, El Rosario, La Bacadilla, La Peñita y Sacol. El municipio de Fray Bartolomé de las Casas se localiza al norte del departamento de Alta Verapaz, Guatemala, América Central, a 15° 50' 44" latitud Norte y 89° 51' 57", longitud Oeste; a 146.34 metros sobre el nivel del mar. (Antón, 2007)

Dista a tres horas de la cabecera departamental (Cobán), el cual consiste en un recorrido de 140 kilómetros que atraviesa las poblaciones de Chisec y Raxruhá, mismo recorrido que desde la Ciudad Capital es de 325 kilómetros, un promedio de siete horas de viaje. Por la Franja Transversal del Norte el recorrido es de 420 kilómetros (Guatemala - Río Dulce –Cadenas – Chahal - Fray), recorrido que se realiza en un tiempo estimado de nueve horas, el servicio de transporte lo presta la empresa Fuentes del Norte. Además existe la ruta nacional número cinco, que comunica al Municipio con la cabecera departamental de Cobán, por la ruta de Carchá, que tiene una distancia de 110 kilómetros en carretera de terracería. (Antón, 2007)

Colinda al norte: con los municipios de Sayaxché y San Luís, del departamento de Petén; al sur: con los municipios de Santa María Cahabón y San Pedro Carchá, del departamento de Alta Verapaz, y al Oriente con los municipios de San Luís, del departamento de Petén y Chahal, Alta Verapaz y al Occidente con el municipio de Chisec, departamento de Alta Verapaz. (Antón, 2007)

1.4.3 Extensión Territorial

El municipio de Fray Bartolomé de las Casas tiene una extensión territorial de 1,229 km². Las distancias de las comunidades rurales a la cabecera municipal varían, 5 a 50 kilómetros lineales. (Antón, 2007)

La empresa Naturaceites S.A. cuenta con una extensión de aproximadamente 4,582 hectáreas en la Franja Transversal del Norte, principalmente en el municipio de Fray Bartolomé de Las Casas las cuales están distribuidas en 6 fincas.

1.4.4 Clima

El municipio presenta un clima caliente húmedo. La temperatura media anual es de 24° C, con un brillo solar promedio de 2000 a 2200 horas/sol/año, humedad relativa de 85 a 90%, y precipitación pluvial promedio de 2000 a 2200 milímetros anuales.

En los meses de diciembre y enero existe una pequeña variante a templado con tendencia a frío. Se observan dos épocas: seca, en los meses de marzo a mayo, y lluviosa el resto del año. (Antón, 2007)

Los vientos corren de noroeste a suroeste. La temperatura mínima extrema es de 14 grados centígrados y máxima extrema de 38 grados centígrados. La precipitación pluvial dura de ocho a nueve meses. (Antón, 2007)

1.4.5 Hidrografía

Este recurso es muy importante, constituye una de las principales fuentes de abastecimiento para el suministro de agua, especialmente para el casco urbano, los ríos primarios y su importancia económica en el Municipio son:

El río Sebol, El Santa Isabel o Cancuen, El río Boloncó, Río Chinic, El río Chajmaic. Además de estos ríos, existen nacimientos de agua que forman riachuelos dentro de las fincas como Sebolito, Sisbila, Sepur, Cubejá, Tuilá y Chinajá. También existen lagunas como la Poza del Danto y Sechacti y la laguna de Boloncó. (Sijaj Ávila, 2007)

1.4.6 Suelos

Las fincas donde se realizó el E.P.S. se encuentran a lo largo de la Franja Transversal del Norte para lo cual se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Fincas comerciales de la empresa NaturAceites S. A.

FINCA	UBICACIÓN	TAMAÑO
Yalcobé	Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	626.27 Ha
La Bacadilla	Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	497.88 Ha
El Canaleño	Raxruhá, Alta Verapaz	501.07 Ha
La Peñita	El Chahal, Alta Verapaz	445.91 Ha
Sacol	Livingston, Izabal	1143.71 Ha
El Rosario	Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	1367.55 Ha

Fuente: Departamento de investigación y monitoreo, 2011

Según la clasificación de suelos de la FAO, UNESCO que agrupa siete órdenes, producto de variedad de climas y procesos de formación geológica³; en los lotes comerciales de la empresa NaturAceites, se tienen suelos predominantes de órdenes Inseptisoles, Ultisoles. (Donahue, 1981)

Este recurso es pobre en materia orgánica, a causa de las altas temperaturas y la erosión hídrica, que asociado a la ampliación de la frontera agrícola y la consiguiente destrucción de bosques y cubierta vegetal en general, empobrece la fertilidad de los suelos en forma constante. (Antón, 2007).

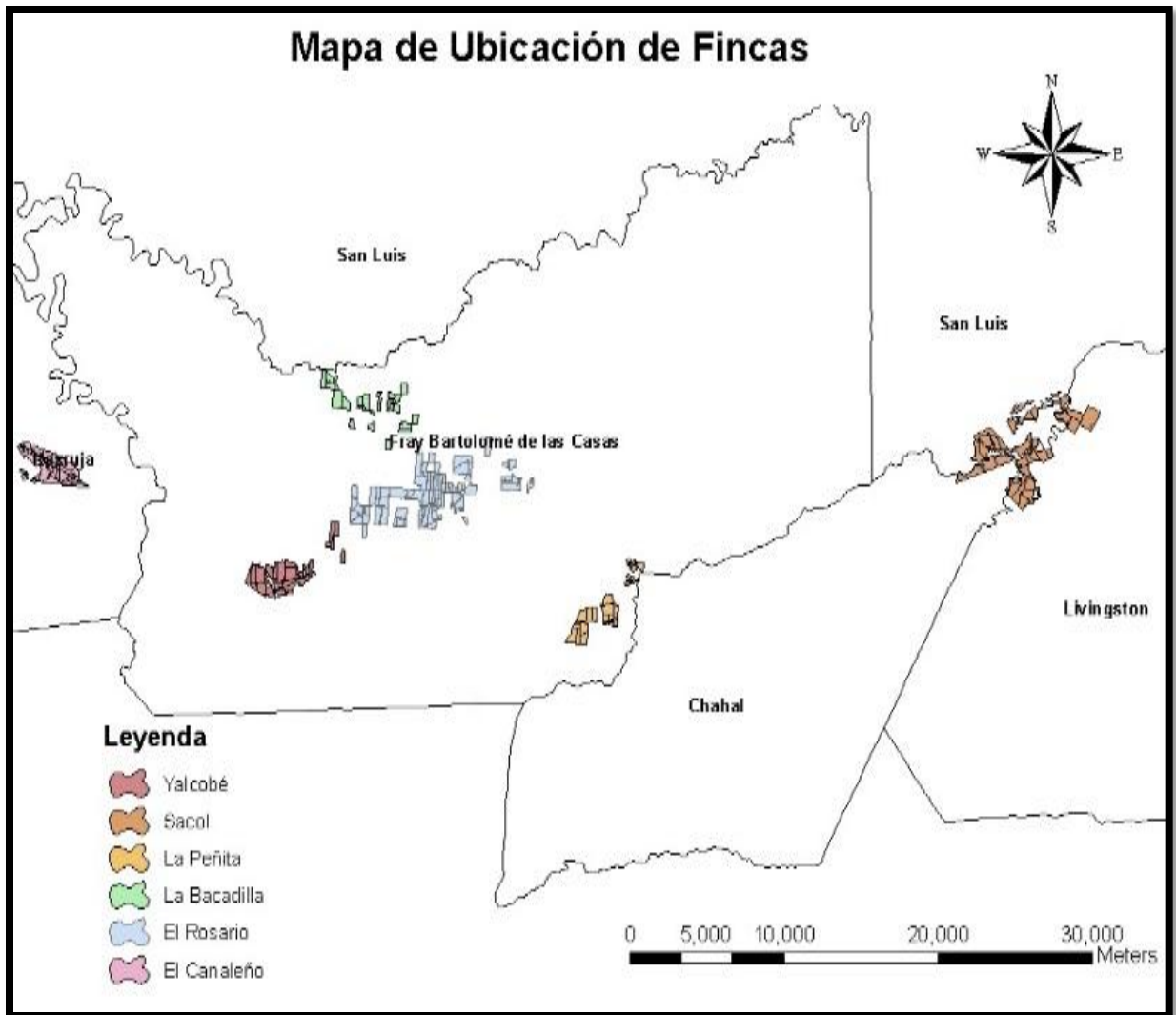


Figura 1. Ubicación fincas NaturAceites región Fray Bartolomé de Las Casas

1.4.7 Departamento de Investigación y Monitoreo Agrícola

La empresa posee un departamento de Investigación y Monitoreo Agrícola, el cual es el encargado de apoyar como su nombre lo indica en las investigaciones y monitoreo de las actividades de mayor relevancia en la producción de aceite de palma; dicho departamento es el encargado de realizar observaciones y dar recomendaciones a los demás departamentos de producción para llevar a cabo de la mejor manera dicho proceso.

El departamento de investigación y Monitoreo Agrícola cuenta con las áreas de nutrición vegetal, SIG, compostera, investigación, laboratorio y sanidad vegetal la cual se encarga del monitoreo y control de las plagas y enfermedades dentro de la plantación, de las cuales se enlistan algunas a continuación:

- *Euprosterna eleasa*
- *Sibine fusca (Stoll)*
- *Leucothyreus sp.*
- *Stenoma cecropia*
- *Sibine magasomoides*
- *Brassolis sophorae*
- *Opsiphanes cassina*
- *Rhynchophorus palmarum*
- Roedores Plaga
- Pudrición de Cogollo
- Pudrición de Flecha
- Anillo Rojo
- Pudrición Basal Seca
- Pudrición Basal Húmeda

Siendo la plaga más importante el Picudo *Rhynchophorus palmarum*, el cual es el vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, éste es el causante de la enfermedad del anillo rojo de la palma la cual es letal para la planta.

Otra plaga de importancia en las plantaciones jóvenes son los roedores, ya que estos se alimentan del tallo (estipe) tierno de la palma por lo cual pueden provocar heridas e incluso la muerte a la planta.

1.5 CONCLUSIONES

- La empresa NaturAceites S.A. está compuesta por varios departamentos de los cuales el Departamento de Investigación y Monitoreo es el que realiza observaciones, lleva registros y brinda recomendaciones respecto a los procesos de producción, sanidad vegetal, nutrición de las plantaciones y análisis de laboratorio.
- El principal problema en las plantaciones jóvenes de la empresa es el riesgo que se corre por la presencia de plagas y enfermedades en el entorno que se desarrolla el cultivo; y según el grado de impacto económico que puedan llegar a ocasionar, las principales plagas y enfermedades son los roedores, el picudo de la palma, anillo rojo y las pudriciones de flecha y cogollo.
- La empresa es una de las pocas instituciones que tiene una visión amigable con el ambiente, por lo cual las actividades realizadas para el control de plagas y enfermedades están enfocadas al mantenimiento del mismo.
- El cultivo de palma aceitera representa un hábitat para ciertas especies de plagas y enfermedades ya que ofrece los recursos básicos para su supervivencia, para lo cual es necesario analizar los recursos que le ofrece a cada uno de ellos y ver de qué manera se pueden manipular para controlar de manera amigable con el ambiente.

1.6 RECOMENDACIONES

- Respecto a los roedores plaga se debe realizar un manejo integral, debiendo manipular el ambiente de la plantación para hacerlo más inadecuado para la población de éstos por medio de la limpieza y el control de malas hierbas, junto a esto es necesario realizar un programa integrado de control biológico, favoreciendo el desarrollo de una población fuerte de aves rapaces; complementando estos métodos con el uso de cebos envenenados amigables para el ambiente.
- Debido a que el picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) es un insecto de vuelo libre, el cual es atraído por el olor a descomposición de los tejidos vegetales de la palma como también por feromonas de agregación; su control debe ser por medio de trampeo sistemático, en el cual se atraparán tanto al insecto que provocara daños directos a la planta por medio de la oviposición y desarrollo de su larva, como también se atraparán al vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* causante de la enfermedad del anillo rojo.
- Controlando estas dos plagas se reducirán en cierto grado los daños directos hacia las palmas los cuales pudieran dar inicio al ingreso y proliferación de enfermedades de pudrición tanto de flecha como la de cogollo a las plantas.
- Estudiar más a fondo las causas de las apariciones espontáneas de pudriciones de flecha y cogollo.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Antón, J. 2007. Financiamiento de la producción de unidades artesanales (carpintería), y proyecto: producción de naranja Valencia municipio de Fray Bartolomé de las Casas departamento de Alta Verapaz. Tesis Cont. Pub y Audit. Guatemala, USAC. 219 p.
2. Donahue, RL. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas; clasificación de suelos. US, Prentice Hall International. 408 p.
3. Sinaj Ávila, JA. 2007. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz: costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de cardamomo). Tesis Cont. Pub. y Audit. Guatemala, USAC. 281 p.

**CAPÍTULO II EFECTO DEL GLIFOSATO EN LA INCIDENCIA DE PUDRICIÓN
DE FLECHA EN PLANTAS JÓVENES DE PALMA ACEITERA (*ELAEIS
GUINEENSIS* JACQ) EMPRESA NATURACEITES S.A. EN EL ÁREA DE LA
FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, GUATEMALA C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

En Guatemala el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) es una alternativa al desarrollo agrícola ya que produce más aceite que cualquier otra planta oleaginosa; es por ello el auge que ha tenido en el crecimiento de las plantaciones en Guatemala. El cultivo tiene un período potencial de producción de 25 años, y en Guatemala al igual que en el Trópico de América, existen dos problemas fitosanitarios importantes que pueden truncarlo: el anillo rojo causado por *Bursaphelenchus cocophilus* y la pudrición de flecha de causas o agentes aún no determinadas.

Las enfermedades que afectan al cogollo o centro de crecimiento representan las mayores amenazas al cultivo debido a que provoca la muerte de la palma si alcanza los tejidos meristemáticos. Han sido reportadas plantaciones completamente devastadas en otros países como Panamá, Colombia, Surinam, Brasil y Ecuador; y la falta de información acerca de las causas que la afectan es un impedimento para generar las estrategias de manejo.

En las plantaciones de NaturAceites S.A. ubicadas en la Franja Transversal del Norte del país se observó dicha enfermedad en plantas jóvenes (1 a 3 años de edad), "La Pudrición de Flecha-hoja pequeña y/o Pudrición de cogollo", mismas que causaron el atraso del desarrollo a las plantas afectadas y no se conocían las causas; ya que los organismos asociados a dichas enfermedades son considerados oportunistas que aprovecharon los tejidos previamente debilitados por algún tipo de estrés y atacaron tejidos en activo crecimiento.

Como producto del diagnóstico realizado durante el inicio del E.P.S se determinó que la pudrición de flecha es uno de los problemas de la empresa.

Por tal razón se evaluó la posible interacción del glifosato en palmas jóvenes (1 a 3 años) respecto al número de casos de pudrición de flecha, organismos patógenos presentes en ellas y en sí al desarrollo de las plantas con o sin la aplicación del mismo a nivel de campo, como también a nivel de una parcela experimental con la cual se apoyó la investigación.

A nivel de plantación comercial (campo definitivo) se dejó un lote de cada finca de la empresa como testigo en donde no se aplicó glifosato y el resto de la finca se trabajó normalmente con aplicación de éste para el control de malezas, en éste caso fue poco perceptible la diferencia del efecto del glifosato entre los lotes ya que la presencia de varios factores principalmente edafoclimáticos no se pudieron aislar debido a su naturaleza. Debido a ello se apoyó con la parcela experimental la cual enmarcó más dicho efecto en las palmas expuestas a éste.

Por lo cual a nivel de empresa se determinó que el glifosato sí tiene un efecto en las palmas jóvenes expuestas a éste y por consiguiente se recomendó reducir el uso de glifosato en plantaciones jóvenes de Palma Aceitera (1-3 años de edad).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 La Palma de Aceite

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África occidental. De ahí su nombre científico, *Elaeis guineensis* Jacq. , y su denominación popular: palma africana de aceite. (Fedepalma)

2.2.2 Clasificación Botánica

Cuadro 2. Clasificación Botánica

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

(Infoagro, 2009)

2.2.3 La Planta

En una palma de aceite con flores masculinas y femeninas, de las que nacen frutos por millares, esféricos, ovoides o alargados, para conformar racimos compactos de entre 10 y 40 kilogramos de peso. En su interior guardan una única semilla, la almendra o palmiste, que protegen con el cuesco, un endocarpio leñoso rodeado, a su vez, por una pulpa carnosa. Ambas, almendra y pulpa, proveen aceite con generosidad. La primera, el de palmiste, y la segunda, el de palma propiamente dicho. (Fedepalma)

El tallo o estípote es erecto y tiene la forma de un cono invertido. Antes de envejecer es áspero, por las bases peciolares que lo revisten. Pero cuando llega a la vejez, aunque liso, se muestra segmentado por las cicatrices que le imprimen sus cerca de cuarenta hojas al marchitarse y caer. (Fedepalma)

En su edad mediana las hojas se extienden de manera casi paralela al suelo, entre tres y siete metros. Cada una está compuesta de unos 250 folíolos lineales, insertos a uno y otro lado del pecíolo, pero de manera irregular. La apariencia desordenada de la hoja es uno de los rasgos característicos de la especie. (Fedepalma)

La vida productiva de la palma de aceite puede durar más de cincuenta años, pero desde los veinte o veinticinco su tallo alcanza una altura que dificulta las labores de cosecha y marca el comienzo de la renovación en las plantaciones comerciales. (Fedepalma)



Figura 2. Frutos de la palma



Figura 3. Palmas de aceite

2.2.4 Requerimientos Climáticos

La palma africana es una planta propia de la región tropical calurosa, por ello se ubica en aquellas zonas que presentan temperaturas medias mensuales que oscilan entre 26 °C y 28 °C, siempre que las mínimas mensuales no sean inferiores a 21 °C. Temperaturas inferiores a 17 °C durante varios días provocan reducción en el desarrollo de plantas adultas y en vivero detienen el crecimiento de las plántulas. No soporta heladas. (Infoagro, 2009)

En cuanto a las precipitaciones, las condiciones favorables para esta especie están determinadas por la cantidad y distribución de las lluvias, que presentan rangos oscilantes entre 1800 mm y 2300 mm al año. (Infoagro, 2009)

En relación a la luz, la palma africana se identifica como planta heliófila, por sus altos requerimientos de luz. (Infoagro, 2009)

En cuanto a la humedad relativa, es necesario un promedio mensual superior al 75%. (Infoagro, 2009)

2.2.5 Requerimientos Nutricionales

La palma africana es una planta con un elevado potencial de producción y debido a su alta productividad, genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Por esta razón, la extracción y uso de los nutrientes en este cultivo es alto, unos procedentes de las reservas minerales que existen en el suelo, otros, producto del reciclaje de partes de la planta, también por efecto de la fijación de los cultivos de cobertura y por residuos vegetales de los mismos y por último, por abonados producto de un programa de fertilización. (Infoagro, 2009)

En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. (Infoagro, 2009)

2.2.6 Control de Malezas

El control de malezas en este cultivo se realiza entre las calles y alrededor de la palma. Entre las calles se efectúa fundamentalmente usando cultivos de cobertura los más comunes son el Kudzú Tropical (***Pueraria phaseoloide***) y la Mucuna (***Mucuna pruriens***) y alrededor de la planta se realiza manual o por medio de herbicidas. (Infoagro, 2009)

La palma se desarrolla en condiciones de alta temperatura, humedad relativa y precipitación, dichos factores favorecen el crecimiento de muchas malezas. (Infoagro, 2009).

Los efectos competitivos de las malezas son particularmente críticos durante las etapas tempranas del cultivo. El control de malezas, especialmente cuando se combina con la aplicación de fertilizantes, puede aumentar muchas veces la producción de la palma. (Infoagro, 2009).

2.2.7 Enfermedades

La palma aceitera cuenta con una diversidad de enfermedades por lo que se describirán a continuación las de interés:

A. Pudrición común de la flecha

La pudrición común de la flecha se presenta en plantas jóvenes y su sintomatología es prácticamente similar a la del arqueamiento foliar, excepto que en esta última se supone que no debe haber hojas con curvatura del raquis. Con la enfermedad de pudrición común de la flecha se desarrollan manchas necróticas y acuosas en los folíolos de la parte intermedia del raquis que no son fácilmente visibles hasta que estos abren o la pudrición se generaliza en toda la flecha. La flecha atacada se puede doblar cerca de su base cuando aún la mayoría de tejidos están todavía verdes. La presencia de una o más flechas parcialmente podridas en su base y que cuelgan entre las hojas más viejas, es el típico cuadro de la enfermedad. (Infoagro, 2009)

En el caso de la pudrición común de la flecha se ha recomendado ayudar a la planta enferma en el proceso de recuperación. Para esto se hace un tratamiento de cirugía del tejido enfermo, con una aplicación posterior de una mezcla de insecticida y fungicida. (Infoagro, 2009)

B. Pudrición del cogollo

Los síntomas iniciales de esta enfermedad consisten en el desarrollo de parches cloróticos o de color pardo en las hojas más jóvenes completamente abiertas. Este amarillamiento

se extiende más tarde a todas las hojas. Durante estos primeros estados, la flecha puede o no presentar unas pocas manchas necróticas en algunos de los folíolos cerca de su extremo o en la parte media. La pudrición de la base de la flecha y del cogollo ocurre más tarde. Como consecuencia de la pudrición en la flecha, ésta se dobla cerca de la base o bien varias flechas permanecen pegadas y erectas. Eventualmente ocurre el secamiento de los folíolos, lo cual ocurre en forma irregular pero más frecuentemente a partir de las puntas en el extremo de las hojas. Las hojas viejas permanecen verdes por largo tiempo antes de amarillear y secarse. (Infoagro, 2009)

La PC es responsable de la desaparición de plantaciones enteras en Panamá, Colombia, Surinam, Brasil y Ecuador. (Croplifela)

Los principales focos de la enfermedad inician en sitios marginales para el desarrollo de la palma como son las zonas cenagosas o los bajos con altos problemas de humedad. En Tumaco Colombia, ha provocado reducciones del 46% del ingreso regional en un año. (Croplifela)

La Pudrición del Cogollo (PC) ha sido la plaga más devastadora de la palma de aceite en América Latina. Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por la pudrición de todos los nuevos tejidos, conservándose las hojas que se formaron antes de la infección. (Croplifela).

2.2.8 Los Organismos Asociados

Varias décadas de esfuerzos más o menos continuos tratando de identificar un patógeno como causa única de las pudriciones de flecha y cogollo en palma aceitera han fracasado. (Chinchilla, 2008)

El caso de la pudrición común de la flecha es interesante, puesto que estos esfuerzos se pueden seguir hasta el momento mismo que las primeras plantas de palma aceitera fueron traídas al continente en 1928, y algunos individuos presentaron los síntomas característicos y se trató de establecer la etiología del problema. (Chinchilla, 2008)

A través de los años se han dado esfuerzos para asociar la PC a muchos organismos potencialmente patogénicos que se han encontrado o no en el tejido enfermo. Para tratar de contrarrestar los efectos de estos patógenos (reales o ficticios) se han aplicado sobre las plantas afectadas todo tipo de agroquímicos, incluyendo productos con acción contra fitoplasmas, fungicidas, bactericidas, nematocidas etc. Este esfuerzo no ha llevado a ninguna parte. (Chinchilla, 2008)

Todos los organismos hasta ahora aislados de tejido infectado comparten algunas características:

1. Son todos patógenos débiles, oportunistas y presentes en casi cualquier ecosistema.
2. Solo prosperan en tejidos previamente debilitados por algún tipo de estrés.
3. Atacan tejidos en activo crecimiento. (Chinchilla, 2008)

En el caso de las pudriciones del cogollo, cuando los puntos de crecimiento (en el cogollo y sistema radical) han sido debilitados por estrés pueden ser atacados por múltiples organismos oportunistas, incluyendo patógenos como *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., *Thielaviopsis* sp., *Erwinia* sp.) y cualquier otro que pueda tomar ventaja de la situación, tales como algunos artrópodos (curculionidos como el picudo por ejemplo), que causan un mayor deterioro y causan nuevas puertas de entrada a los oportunistas. (Chinchilla, 2008)

Aún en el caso de encontrarse eventualmente un patógeno particular (o grupo de patógenos) como responsables de todos los síntomas de la PC y trastornos similares, esto no necesariamente conduciría a desarrollar una estrategia efectiva de manejo de estos problemas. Ya se mencionó que se ha intentado prevenir (curar) los síntomas usando todo producto imaginable sin resultados positivos. (Chinchilla, 2008)

Debe tenerse presente que efectivamente existen algunos organismos que pueden agravar severamente la condición de una planta enferma. Y en la mayoría de los países, el ataque de *Rhynchosporium palmarum* no puede ser separado de la muerte final de muchas plantas inicialmente atacadas por PC. (Chinchilla, 2008)

2.2.9 Factores de Predisposición

Todos los trastornos descritos comparten algunas características con lo que se conoce en la literatura fitopatológica como 'declinamiento'. Este tipo de trastornos parecen estar causados por la inhabilidad de una población de plantas de sostener un crecimiento de biomasa en condiciones marginales o cambiantes. (Chinchilla, 2008)

Algunas de las características compartidas por las pudriciones de flecha y de cogollo en palma aceitera con los llamados 'declines' son:

1. El incremento de la incidencia en el tiempo sigue una tendencia lineal (al menos en muchas situaciones).
2. Una porción o toda la población afectada puede recuperarse parcial o totalmente de los síntomas
3. Existe un fuerte efecto de 'sitio' sobre la incidencia y severidad.
4. No se pueden asociar todos los síntomas a un patógeno particular.
5. Todos los organismos asociados son oportunistas, patógenos débiles. (Chinchilla, 2008)

El desorden está asociado a factores que afectan la relación parte aérea/raíz, particularmente que causan un desarrollo pobre de las raíces (aireación pobre del suelo por drenaje pobre, compactación y otras), nutrición desequilibrada (alta razón N/K). (Chinchilla, 2008)

Las pudriciones del cogollo en general se asocian con factores que afectan en forma negativa el desarrollo radical (formación de nuevas raíces y deterioro de las ya formadas). Estos son los factores de predisposición, tales como una mala aireación de los suelos y un periodo de sequía prolongado. La mala aireación de suelo puede ser causada por un drenaje impedido (capas impermeables en el perfil, nivel freático fluctuante, texturas muy finas o contrastantes en el perfil, compactación). El efecto negativo de una sequía sobre el sistema radical es acentuado en suelos con una baja capacidad de retención de humedad y bajos contenidos de potasio. En general, cualquier factor que afecte en forma negativa la

formación y longevidad del sistema radical podría predisponer a la planta a un ataque. (Chinchilla, 2008)

Desde un punto de vista nutricional, la PC tiende a alcanzar mayores incidencias en suelos con bajos contenidos de potasio y fósforo, o en donde existen desequilibrios entre las bases (Mg, Ca y K). Una combinación potencialmente desastrosa podría ser el uso de dosis excesivas de nitrógeno en una situación, en donde el potasio está en condiciones de deficiencia (o desequilibrio con las otras bases), se presenta un déficit hídrico severo en un suelo con baja capacidad de retención de humedad, seguido de anegamiento del suelo por altas precipitaciones. Esta combinación de eventos causa la pérdida excesiva del sistema radical fino y la incapacidad de renovarlo y ha precedido una alta incidencia de PC en algunos sitios. (Chinchilla, 2008)

La presencia de PC también ha sido asociada a alta saturación de aluminio en los suelos, bajos contenidos de zinc y cobre y un desequilibrio en la relación Mn/Fe, pero estas relaciones no son siempre claras. Cuando los suelos están saturados de humedad, algunas formas de hierro tienden a acumularse en las raíces (causando toxicidad) y producir síntomas de deficiencia en las hojas más jóvenes. (Chinchilla, 2008)

La caracterización de lo que constituye una planta predispuesta sería un paso importante hacia el entendimiento de las pudriciones del cogollo y su manejo.

Por ahora, se conocen algunas características que parecen estar presentes en una planta predispuesta (estresada):

- a. La presencia de un sistema radical deteriorado y la persistencia de los factores que llevaron a ese deterioro.
- b. Reducción en la tasa de elongación de algunos órganos como el raquis y el pecíolo.
- c. Un alta carga de racimos en condiciones desfavorables para su mantenimiento.
- d. Baja disponibilidad de potasio.
- e. Cambios en las gradientes de nutrientes en los tejidos, particularmente K, Ca y la relación N/K

- f. Acumulación de metabolitos de bajo peso molecular (azúcares solubles, compuestos nitrogenado y otros productos de degradación) en las hojas.
 - g. Balance hídrico alterado (regulación estomática y potencial hídrico).
 - h. Posibles relaciones desfavorables Fe/Mn y entre otros elementos (bajo Cu).
 - i. Posible deficiencia inducida de Ca (alteración de corriente de transpiración).
- (Chinchilla, 2008)

Sin embargo, no todos los elementos arriba mencionados están siempre presentes en una planta supuestamente predispuesta, y es seguro que habrá otros (incluso más importantes) que podrían caracterizar mejor la predisposición. Esta es un área de investigación que amerita atención. En general, pareciera que existe una alteración importante en el flujo floemático que no llega a los tejidos en crecimiento que dependen enteramente de nutrientes externos (tejidos en activo crecimiento). Este tipo de desorden explicaría los síntomas catastróficos que son observados en algunas plantas. (Chinchilla, 2008)

El desencadenamiento de los síntomas de la llamada flecha seca en Costa Rica parece estar precedida por una secuencia de eventos que podrían indicar la presencia de uno o más tipos de estrés que habían estado afectando la planta por algún tiempo antes de que aparecieran los primeros síntomas claros del desorden. (Chinchilla, 2008)

El efecto adverso parecía ser más negativo en aquellas plantas que en el momento del ataque estaban creciendo vigorosamente y tenían una alta carga de racimos. La secuencia de eventos (previos, contemporáneos y posteriores) a la aparición de los síntomas clásicos en palmas jóvenes fue:

1. Aborto de inflorescencias.
2. Reducción en el 'fruit set' (flores que desarrollaron frutos normales).
3. Reducción en la sección transversal del pecíolo y el largo del raquis.
4. Reducción en la cantidad de raíces finas.
5. Aparición de los primeros síntomas clásicos (amarillamiento en la base de algunos folíolos localizados en la base de algunas hojas jóvenes acompañado o no de pudriciones o secamientos en áreas limitadas de las hojas flecha).

6. Reducción en el peso promedio del racimo y en el contenido de aceite. (Chinchilla, 2008)

Algunas de estas mismas tendencias habían sido observadas en plantas que eventualmente desarrollaron la condición de Pudrición común de flecha.

Los primeros eventos que se consideraron anteriores a la aparición de los síntomas típicos de la enfermedad fueron observados al menos 5-6 meses antes (la reducción en el 'fruit set'). Si se considera el aborto de inflorescencias, entonces, se tendría que retroceder aún más en el tiempo. Este tipo de observaciones, no son fácilmente conciliables con la teoría de un patógeno como causa primaria del desorden. Por supuesto, que la presencia de todos o algunos de estos eventos previos no indica necesariamente que una planta desarrollará los síntomas, pero ciertamente es una indicación de que algo anda mal y se debe prestar atención. (Chinchilla, 2008)

El tipo y severidad de los síntomas (amarillamiento, desecación y pudrición de tejidos) y la rapidez con que una planta podrá recuperarse está relacionado con el grado de deterioro del sistema radical y la habilidad de la planta de recuperar las raíces perdidas. Todo esto previo a la aparición de los síntomas aéreos típicos. (Chinchilla, 2008)

2.2.10 Interacciones de los nutrientes.

Los micronutrientes son los reguladores, inhibidores y activadores de los procesos fisiológicos. Los síntomas de deficiencia de micronutrientes son a menudo confusos y comúnmente atribuidos a otras causas como la sequía, temperaturas extremas, pH del suelo, etc. El cambio a labranza mínima, cultivos resistentes a herbicidas y la extensa aplicación de glifosato ha cambiado de manera significativa la disponibilidad de nutrientes y la eficiencia de la planta para aprovechar una serie de nutrientes esenciales. Algunos de estos cambios son a través de la toxicidad directa del glifosato, mientras que otros son más indirectos a través de cambios en los organismos del suelo, los cuales dificultarán al acceso, la disponibilidad o absorción de los nutrientes esenciales para las plantas. La compensación de los nutrientes en la nutrición puede ayudar a mantener un

rendimiento óptimo de la producción de cultivos, maximizar el rendimiento, mejorar la resistencia a las enfermedades y aumentar el valor nutricional. (Huber, 2011)

Hace treinta años o más, la agricultura de EE.UU. inició una conversión a un programa de herbicidas mono-químicos, centrado en torno a glifosato.

El cambio casi simultáneo de la labranza convencional a la labranza cero o mínima, estimuló la conversión y la introducción de cultivos genéticamente modificados tolerantes a glifosato. Pero las interacciones de glifosato con la nutrición de plantas y el aumento de las enfermedades han sido previamente pasadas por alto, pero cada vez se hacen más evidentes; y cada año se manifiesta más el efecto residual que está teniendo el uso del glifosato. (Huber, 2011)

2.2.11 El Glifosato.

El glifosato (N-(phosphonomethyl) glicina) es un fijador fuerte de iones metálicos (quelato o quelante). Los quelantes se utilizan como herbicidas y otros biocidas (inhibidores de la nitrificación, fungicidas, reguladores del crecimiento vegetal, etc.). (Huber, 2011)

Por ser un quelante fuerte de amplio espectro hace que también sea un herbicida de amplio espectro y un potente agente antimicrobiano ya que afecta la función de numerosas enzimas esenciales. (Huber, 2011)

Varias actividades que se ven alteradas por el glifosato son responsables de las respuestas de las plantas al estrés y la defensa contra los patógenos, por lo cual una planta se convierte en altamente susceptibles a diversos agentes patógenos ubicados en el suelo (*Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*). Es esta actividad patógena que realmente mata a la planta como "el modo de acción de los herbicidas". (Huber, 2011)

El glifosato se moviliza por la vía sistémica o sea por el floema en las plantas y se acumula en los tejidos meristemáticos (raíz, punta del brote, los nódulos reproductivos en leguminosas). Aunque el glifosato puede ser rápidamente inmovilizado en el suelo través de la quelación con varios iones (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn), no se degrada fácilmente y se pueden acumular durante años (en suelos y las plantas perennes). (Huber, 2011)

Los tejidos meristemáticos también son áreas de actividad fisiológica que necesitan una mayor disponibilidad de los micronutrientes esenciales necesarios para la división celular y el crecimiento; los cuales el glifosato inmoviliza por la quelación. (Huber, 2011)

Esto reduce la disponibilidad de micronutrientes necesarios para la fotosíntesis, la resistencia a enfermedades, y otras funciones fisiológicas. Hay que reconocer que no hay nada en la planta tolerante al glifosato. (Huber, 2011)

Cuadro 3. Algunos patógenos de plantas estimulados por el glifosato.

<i>Botryosphera dothidea</i>	<i>Gaeumamomuces graminis</i>
<i>Corynespora cassicola</i>	<i>Magnaporthe grisea</i>
<i>Fusarium species</i>	<i>Marasmius spp.</i>
<i>F. avenaceum</i>	<i>Monosporascus cannonbalus</i>
<i>F. graminearum</i>	<i>Myrothecium verucaria</i>
<i>F. oxysporum f. sp. Cubense</i>	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i>
<i>F. oxysporum f. sp. Canola</i>	<i>Phytophthora spp.</i>
<i>F. oxysporum f. sp. Glycines</i>	<i>Pythium spp.</i>
<i>F. oxysporum f. sp. Vasinfectum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>F. solani f. sp. Glycines</i>	<i>Septoria nodorum</i>
<i>F. solani f. sp. Phaseoli</i>	<i>Thielaviopsis bassicola</i>
<i>F. solani f. sp. Pisi</i>	<i>Xylella fastidiosa</i>
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Nebraskensis</i> (Goss' wilt) (Huber, 2011)	

2.2.12 *Fusarium*

Hongos filamentosos ampliamente distribuidos en el suelo y en asociación con plantas. La mayoría de las especies son saprofitas y son unos miembros relativamente abundantes de la microbionta del suelo. Las esporas del hongo son fácilmente reconocibles al microscopio por su forma de media luna o de canoa. Algunas especies producen micotoxinas en los cereales y que pueden afectar a la salud de personas y animales si estas entran en la cadena alimentaria.

Son patógenos facultativos, capaces de sobrevivir en el agua y suelo alimentándose de materiales en descomposición. Son importantes agentes de contaminación en los laboratorios de microbiología. (Infoagro, 2011)

Algunas especies son fitopatógenas causando la enfermedad conocida como fusariosis. (Infoagro, 2011)

La fusariosis es una enfermedad común de las plantas, causada por ciertos hongos descomponedores del género *Fusarium*, comúnmente encontrados en la tierra, pero teniendo en estos casos un desarrollo parásito. Se desarrolla en los cultivos (con riesgos más o menos importantes en función de las condiciones climáticas de la primavera), o en los silos, o lugares de almacenamiento. Su desarrollo varía ampliamente según las plantas y las variedades consideradas y en función de las condiciones meteorológicas en el momento de la infección y de principios de la floración (con tiempo seco, no aparece la infección). (Infoagro, 2011)

La fusariosis persiste en invierno en el suelo o en los frutos infectados, en las pajas o en los restos de los cultivos sobre el terreno. Una alta humedad y temperaturas cálidas fomentan la maduración de los peritecios en los residuos vegetales (notablemente si ya estaban contaminados) con la emisión de ascosporas. El viento disemina luego las esporas, que germinarán en las partes vegetativas de plantas predispuestas (si la humedad está cercana al 100% durante 2 a 3 días, la mejor germinación se da entre los 20 - 25 ° C) y luego colonizan y provocan la pudrición. (Infoagro, 2011)

2.2.13 Phytophthora

Cuadro 4. Clasificación Taxonómica de *Phytophthora sp.*

Clasificación Taxonómica De <i>Phytophthora sp.</i>	
Reino	Chromista
Phylum	Oomycota
Orden	Peronosporales
Familia	Phythiaceae
Genero	Phytophthora
Especie	<i>Phytophthora sp.</i>

Fuente: Jaramillo Villegas, S. 2003.

A. Caracteres morfológicos generales de las especies de *Phytophthora*.

Es un Chromista que posee una estructura reproductiva masculina conocida como Anteridio, y una estructura femenina conocida como Oogonio, que al momento de ponerse en contacto emiten Oosferas, mientras que en su reproducción asexual emiten zoosporas flageladas

B. Estructuras Reproductivas Del Microorganismo

- Oospora: Es una espora sexual que se produce a razón de la unión entre el Anteridio y el Oogonio. Las cuales son esporas en reposo que pueden sobrevivir varios años inoculados en el suelo sin presencia del hospedero.
- Zoospora: Es una espora flagelada producto de la reproducción asexual, la cual puede movilizar en el agua.
- Esporangio: Es la estructura reproductora asexual de este microorganismo, la cual puede ser producida abundantemente en plantas huéspedes, llegando a producir hasta 300,000 esporangios en una sola noche.
- Clamidiospora: Es una espora asexual formada por la modificación de una célula de las hifas de los microorganismos.

Todas las especies del género poseen un micelio hialino, continuo, de paredes paralelas o irregularmente calibradas, donde pueden observarse abundantes gotas oleaginosas. El micelio es cenocítico, observándose solo raramente la presencia de algunos tabiques que normalmente se encuentran separando las partes viejas carentes de protoplasma. (Medina)

En los medios de cultivo el micelio se presenta aéreo, el cual puede ser marcadamente radiado o ligeramente estrellado, presentándose los bordes de la colonia redondeados o sinuosos y sumergido en el medio siendo precisamente en este último en el que pueden diferenciarse las protuberancias y engrosamientos, más o menos notable. (Medina)

El micelio es capaz de vivir de forma saprófita sobre las partículas de materia orgánica del suelo en ausencia del huésped.

Sin embargo según otros autores existe una invasión muy pobre de la materia orgánica por parte del micelio, y el movimiento de este través del suelo es muy pequeño o nulo. (Medina)

El margen de temperatura en el cual está comprendido el desarrollo del micelio va desde 1 °C de temperatura mínima hasta los 37 °C como máxima temperatura de crecimiento activo, situándose entre los 20–28 °C la temperatura óptima para la mayoría de las especies, teniendo en cuenta que este valor es específico para cada una de ellas. (Medina)

C. Reproducción

Las especies del género *Phytophthora* presentan dos tipos de reproducción: asexual (con la formación de clamidosporas y esporangios, que contienen las zoosporas) y sexual (mediante la formación de oosporas). (Medina)

D. *Phytophthora palmivora*

Se le atribuye el agente causal de la Pudrición de Cogollo en la palma aceitera. (Medina)

Phytophthora palmivora, es el agente causal de la Pudrición del Cogollo (PC) y pertenece a un nuevo reino denominado Straminipila (antes Cromista), es decir, uno diferente a los tres reinos conocidos hasta ahora. (CENIPALMA, 2009)

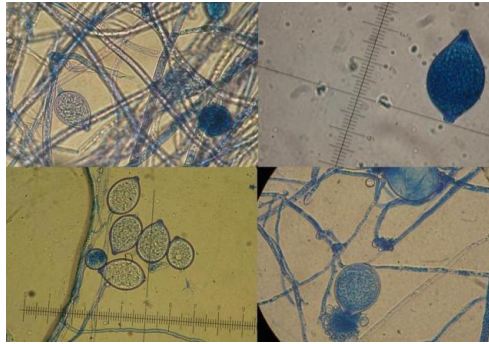


Figura 4. Estructuras microscópicas de *Phytophthora palmivora*

La presencia de la Pudrición del Cogollo (PC) en las zonas palmeras del país representa un grave problema para la sostenibilidad del cultivo. Sin embargo, los palmeros colombianos ya no están a oscuras con la problemática, dado que con el hallazgo del agente causal de la PC, por parte de Cenipalma, con un aval científico internacional y la clara identificación de que el daño lo ocasiona específicamente *Phytophthora palmivora*, se ha dado un paso determinante. (CENIPALMA, 2009)

Con las pruebas moleculares y el análisis taxonómico quedó demostrado qué tipo de *Phytophthora* causa la PC, teniendo en cuenta que son más de 100 especies.

En este proceso se llegó a la conclusión, basados en las características morfológicas de los esporangios del patógeno: papilados, de forma ovoide, con un pedicelo muy corto, no deja ninguna duda que se trata de *P. palmivora*, explicó a El Palmicultor, Gerardo Martínez López, Líder del Proyecto de Sanidad de la Palma del Centro de Investigación en Palma de Aceite. (CENIPALMA, 2009)

2.3 HIPÓTESIS

- La incidencia de la pudrición de flecha u hoja nueva es mayor en áreas en donde se ha utilizado glifosato para el control de malezas.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Establecer el efecto del glifosato respecto a la incidencia de la Pudrición de Flecha en áreas con y sin aplicación en el cultivo de Palma Aceitera joven de 1 a 3 años (*Elaeis guineensis* Jacq.).

2.4.2 Específicos

1. Evaluar la sintomatología o efecto desarrollado por el modo de acción del glifosato al ser aplicado en áreas con palma joven (1-3 años).
2. Establecer la incidencia de agentes patógenos asociados a la enfermedad en los lotes y parcela experimental.
3. Identificar los principales microorganismos patógenos presentes en los tejidos afectados por la pudrición de flecha.

2.5 METODOLOGÍA

Esta investigación consistió en estudiar la interacción que existe entre el glifosato al momento de entrar en contacto con plantas jóvenes de Palma Aceitera y la cual se dividió en dos partes las cuales se describen a continuación:

2.5.1 En campo definitivo

En esta fase se procedió a dejar un lote de cada finca de la empresa (6 fincas= 6 lotes) como testigos en donde ya no se aplicó glifosato para control de malezas y otros lotes en donde se siguió con su aplicación como comparativos; luego se realizó un plan de muestreo para cuantificar la presencia de plantas afectadas con pudrición de flecha de dichas fincas las cuales fueron: Sacol (1,239.17 ha), La Peñita (445.91 ha), El Rosario (1,361.76 ha), La Bacadilla (497.88 ha), Yalcobé (633.24 ha) y El Canaleño (506.63 ha).

A. Personal

Se trabajó con el personal del departamento Técnico Agrícola del área de sanidad y monitoreo vegetal el cual fue previamente seleccionado y capacitado en detección de la enfermedad, en promedio una persona tuvo la capacidad de recorrer y revisar 20 hectáreas diarias.

En total se tuvo la colaboración mensual de 14 hombres los cuales fueron distribuidos proporcionalmente en las diferentes fincas según el área de cada una.

B. Procedimiento:

Inicialmente se identificaron los lotes de cada una de las fincas que fueron cedidos para la investigación, luego se llevó una secuencia de observación en cada uno de los lotes a los cuales se les realizó lo siguiente:

C. Observaciones de campo:

- a) Revisión de la plantación completa de cada lote
- b) Identificación de las palmas afectadas por dicha enfermedad en cada lote
- c) Marcaje de la palmas afectadas

D. Fase de gabinete:

- a) Se generó una base de datos con la información recabada por la fase de campo.
- b) Se analizó la información recabada.

La revisión de las plantaciones (población objetivo), se realizó diariamente con el fin de llevar una base de datos actualizada de la aparición de plantas nuevas afectadas por dicha enfermedad, las cuales fueron identificadas por el personal mencionado anteriormente. Las revisiones consistieron de dos 2 vueltas de sanidad (recorridos o revisión de todas las palmas) por mes a cada finca durante los 10 meses que duró el EPSA.

La información corresponde a indicar en donde se ubicaban exactamente las plantas afectadas que consistió en anotar el número de lote productivo en que se encontraba la planta, número de centro frutero, número de hilera y número de planta de la hilera correspondiente. Para finalizar esta fase de observación en campo se procedió al marcaje de la planta con nylon debidamente con el color que le correspondía (azul: palma con pudrición de flecha, celeste: palma en recuperación y blanco: palma recuperada completamente).

Para lo que corresponde con la fase de gabinete; se trabajó con una base de datos en Excel, en la cual se ingresó la información recabada en campo y se utilizaron las tablas dinámicas para su mejor análisis e interpretación.

Ya teniendo toda la base de datos tabulados y graficados se procedió al análisis respectivamente en donde se generó información de utilidad la cual ayudó a tomar decisiones para el mejor manejo de las plantaciones.

La base para la toma de decisiones estuvo enfocada a observar si el producto químico glifosato repercutía en la incidencia de nuevos casos de plantas afectadas por las enfermedades pudrición de flecha u hoja nueva las cuales se agravaban a pudrición de cogollo si no se les daba algún tipo de manejo.

Para apoyar la investigación también se procedió al estudio de dicha interacción a nivel de una parcela experimental la cual se detalla a continuación:

2.5.2 Parcela Experimental Aplicación de Glifosato

A. Diseño Experimental

a. Factor

El experimento fue unifactorial, es decir, se evaluó un solo factor correspondiente a la variable independiente “Aplicación de glifosato”.

Se evaluaron 4 niveles del factor aplicación de glifosato: Aplicación al follaje, aplicación en calle (deriva), aplicación al pie de las plantas y el testigo (sin aplicación).

B. Descripción de Tratamientos

FUENTE, DOSIS Y FRECUENCIA: las aplicaciones de glifosato se llevaron a cabo tomando en cuenta que las palmas eran de 12 meses de edad las cuales se consideraron plantas jóvenes aptas para el trasplante a campo definitivo. La dosis fue de 100 cc de Estelar* 36 SL[®]/bomba de 16 litros ó 2.5 cc/planta la cual fue la dosis comercial que se utilizaba en las plantaciones de las fincas (3.78 Lt/ha de Estelar) y se realizó únicamente una aplicación; la boquilla que se utilizó fue la 80050, describiendo los tratamientos a evaluar de la siguiente manera:

* T1 (testigo) = Sin aplicación de glifosato.

* T2 = Aplicación de glifosato en calles de las parcelas para control de malezas (simulando aplicación en campo la deriva)

* T3 = Aplicación de glifosato al pie de las palmas (simulando aplicación al plato)

* T4 = Aplicación de glifosato directo al follaje de las palmas (como extremo de aplicación lo cual ocurre cuando se aplica para plateo de palmas jóvenes).

C. Selección del Diseño Experimental

El diseño que se implementó fue el de BLOQUES AL AZAR.

D. Repeticiones

Se definieron 5 repeticiones considerando la homogeneidad del material experimental y el tamaño de las unidades experimentales.

También se consideró tomando 12 grados de libertad:

$$GLE = (t-1)(r-1) \quad \text{donde } GLE = 12$$

$$12 = (t-1)(r-1) \quad \text{donde } t = 4$$

$$12 = (4-1)(r-1)$$

$$12/(4-1) = (r-1)$$

$$(12/3)+1 = r$$

$$4+1 = r \quad \text{dando como resultado } r = 4+1$$

$$r = 5 \text{ repeticiones}$$

E. Unidad Experimental

Para definir el tamaño de la unidad experimental se tomó en cuenta los siguientes factores: Extensión superficial del terreno disponible (moderada), homogeneidad del material experimental (alta), disponibilidad del material experimental (moderada), número de tratamientos y repeticiones (considerado) y el grado de precisión deseado (alto).

La unidad experimental estuvo compuesta por 5 palmas separadas 0.40 m entre planta y 4 m entre surco. El área experimental fue de 18m * 13m. Cada surco contiene 20 palmas el cual fue un bloque experimental con sus 4 tratamientos respectivamente.

El experimento estuvo compuesto por un total de 20 unidades experimentales

($t \times r = 4 \times 5 = 20$ U.E.).

El área de la parcela fue de 234 m^2 , con un total de 100 palmas

F. Área Experimental

* Parcela: 234 m^2 (18 m \times 13 m)

* Unidad Experimental: 0.71 m^2 (2.85 m \times 0.25 m)

* Área por bloque: 3.97 m^2 (15.9 \times 0.25)

G. Aleatorización de Tratamientos

Los tratamientos quedaron distribuidos de la siguiente manera.

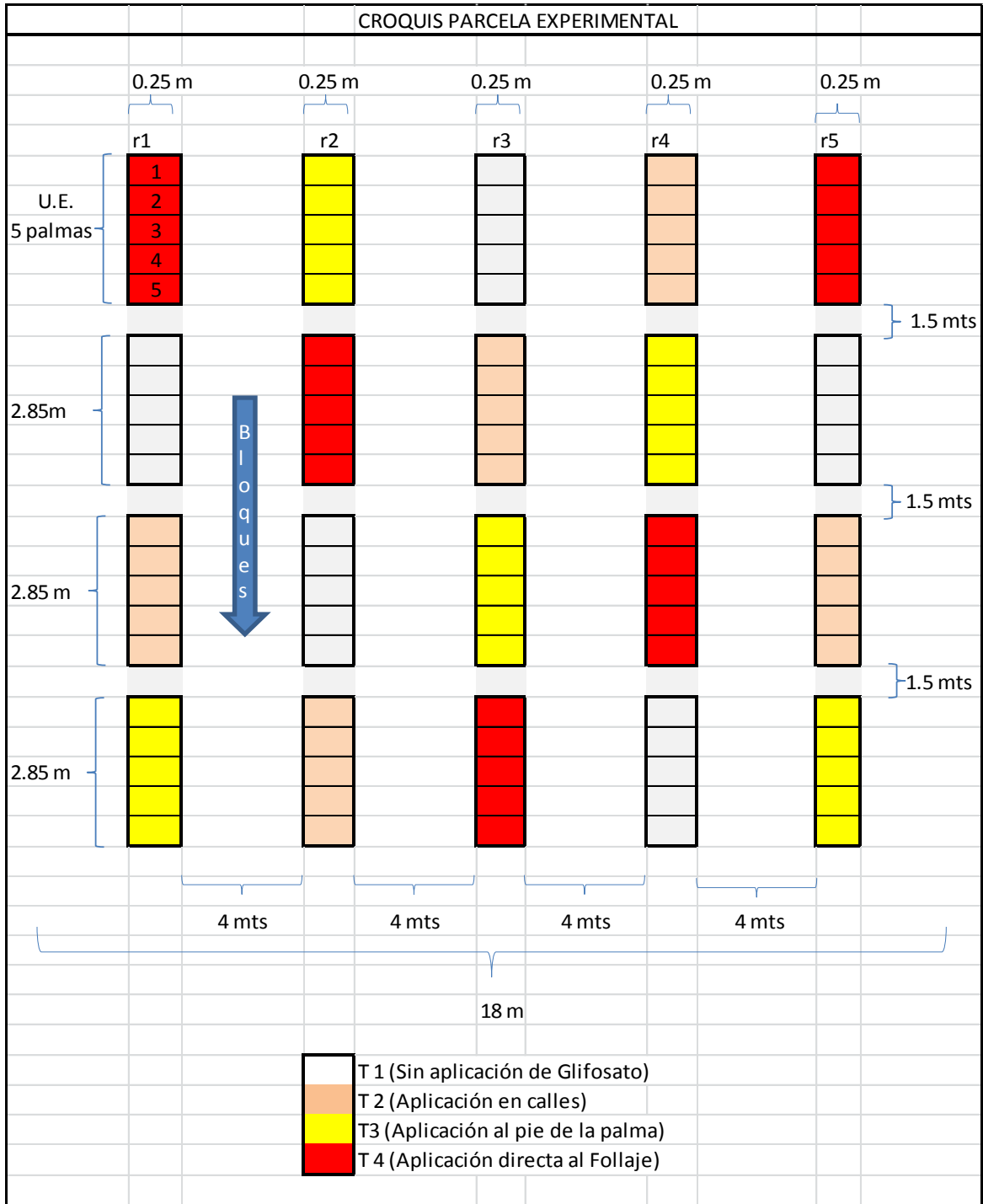


Figura 5. Distribución de los tratamientos en los diferentes bloques.



Figura 6. Fotografía de parcela experimental

H. Variables Respuesta

* Incidencia de pudrición de flecha (número de palmas afectadas por pudrición de meristemo apical o zona de crecimiento (hoja nueva o flecha)).

*Largo de flecha (longitud de la hoja nueva o flecha)

*Patógenos relacionados en la pudrición de flecha

I. Recolección de Datos

La toma de datos se realizó a las palmas descritas anteriormente; de la siguiente manera:

a. Incidencia de Pudrición de Flecha

Se determinó por medio de la verificación de la “Hoja nueva o flecha”, en donde se identificaron y marcaron las plantas que presentaron síntomas de pudrición de flecha.



Figura 7. Fotografía de la detección de PF y DC.

b. Largo de Flechas

Se obtuvo mediante la medición con cinta métrica de cada flecha, las cuales fueron separadas anteriormente del resto de cada planta.



Figura 8. Determinación de longitud de flecha

c. Patógenos Relacionados con la PF

Esto se realizó por medio de análisis fitopatológicos para lo cual se mandaron secciones de material vegetal afectado por la Pudrición de Flecha al laboratorio de la Facultad de Agronomía USAC y al de Soluciones Analíticas para su respectiva identificación y análisis con lo cual se trató de relacionar algún agente patógeno presente en dicha enfermedad por la acción del glifosato.



Figura 9. Fotografía de selección de muestras para análisis fitopatológico

J. Análisis Estadístico

a. Modelo Estadístico

El modelo asociado a este diseño experimental fue el siguiente:

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

Siendo:

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

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = error asociado a la ij -ésima unidad experimental

b. Supuestos

No existe interacción entre bloque y tratamiento, es decir, que un tratamiento no debe modificar su efecto por estar en uno u otro bloque.

c. Hipótesis Estadísticas

* $H_0: \tau = \tau_i$. (Todos los tratamientos producen el mismo efecto): La utilización de glifosato para control de malezas no influye significativamente en la incidencia de la enfermedad pudrición de flecha u hoja nueva en la palma aceitera.

* $H_a: \tau \neq \tau_i$. (Al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

K. Análisis de Varianza

Luego de la recolección de los datos, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa INFOSTAT. Las expresiones necesarias para la aplicación de la estadística F, para la prueba de hipótesis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Análisis de Varianza para el diseño de bloques completos al azar

FV	GL	SC	CM	Valor de F
Bloques	r - 1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		
Tratamientos	t - 1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC _{trat} / gl _{trat}	CM _{trat} / CM _{ee}
Error experimental	(t - 1) (r - 1)	SC _{total} - (SC _{trat} + SC _{bloque})	SC _{ee} / gl _{ee}	
Total	tr - 1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

a. Regla de Decisión

* Si Valor de F \geq F crítico (gl trat; gl error; α), Rechazar Ho.

* Si Valor de F < F crítico (gl trat; gl error; α), No Rechazar Ho.

L. Coeficiente de Variación (CV)

El coeficiente de variación nos indicó si el manejo del experimento fue igual u homogéneo para todas las unidades experimentales. Se espera que el valor del coeficiente sea lo más cercano a cero, preferiblemente que esté por debajo de 20%. El coeficiente de variación se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{Y} \times 100$$

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Lotes en Campo

Para analizar el comportamiento de la Pudrición de Flecha a nivel de campo se trabajó con la elaboración de tablas dinámicas de la información recabada, como también de gráficas de las cuales se pudo observar que en campo existen varios factores edafoclimáticos que participan también en el apareamiento de nuevos casos de PF principalmente la precipitación y el mal drenaje de los lotes, lo cual no se pudo controlar, por tal razón no se pudo evaluar aisladamente el efecto del glifosato por lo que fue poco perceptible la diferencia entre los lotes testigo y los lotes con aplicación de éste; ya que en las gráficas se observa que en la época lluviosa la tendencia del número de casos de la enfermedad incrementó y caso contrario en la época seca que la incidencia de la enfermedad se estabilizó. (Ver tabla en anexos)

Por tal razón la investigación se apoyó con una parcela experimental en donde el objetivo fue evaluar de manera aislada el efecto del glifosato controlando dichos factores por medio de un área más homogénea y mejor drenada de la cual se obtuvo información que se describirá más adelante en el documento.

Por otro lado, al momento de analizar toda la información se confirma que la Pudrición de Flecha aparece en las plantas que se encontraban con algún tipo de estrés pudiendo ser por factores tanto bióticos como abióticos, en este caso participando lo que fueron suelos mal drenados, altas precipitaciones y el contacto del glifosato con las palmas.

En base a los datos de campo se obtuvieron las siguientes gráficas en donde se muestra el comportamiento de la incidencia en cada lote de interés respecto a los meses de enero a diciembre de 2,011 y se muestra lo dicho anteriormente: el número de casos de PF aumenta cuando aumenta la precipitación y suelos mal drenados (época lluviosa de junio a octubre).

A. El Canaleño

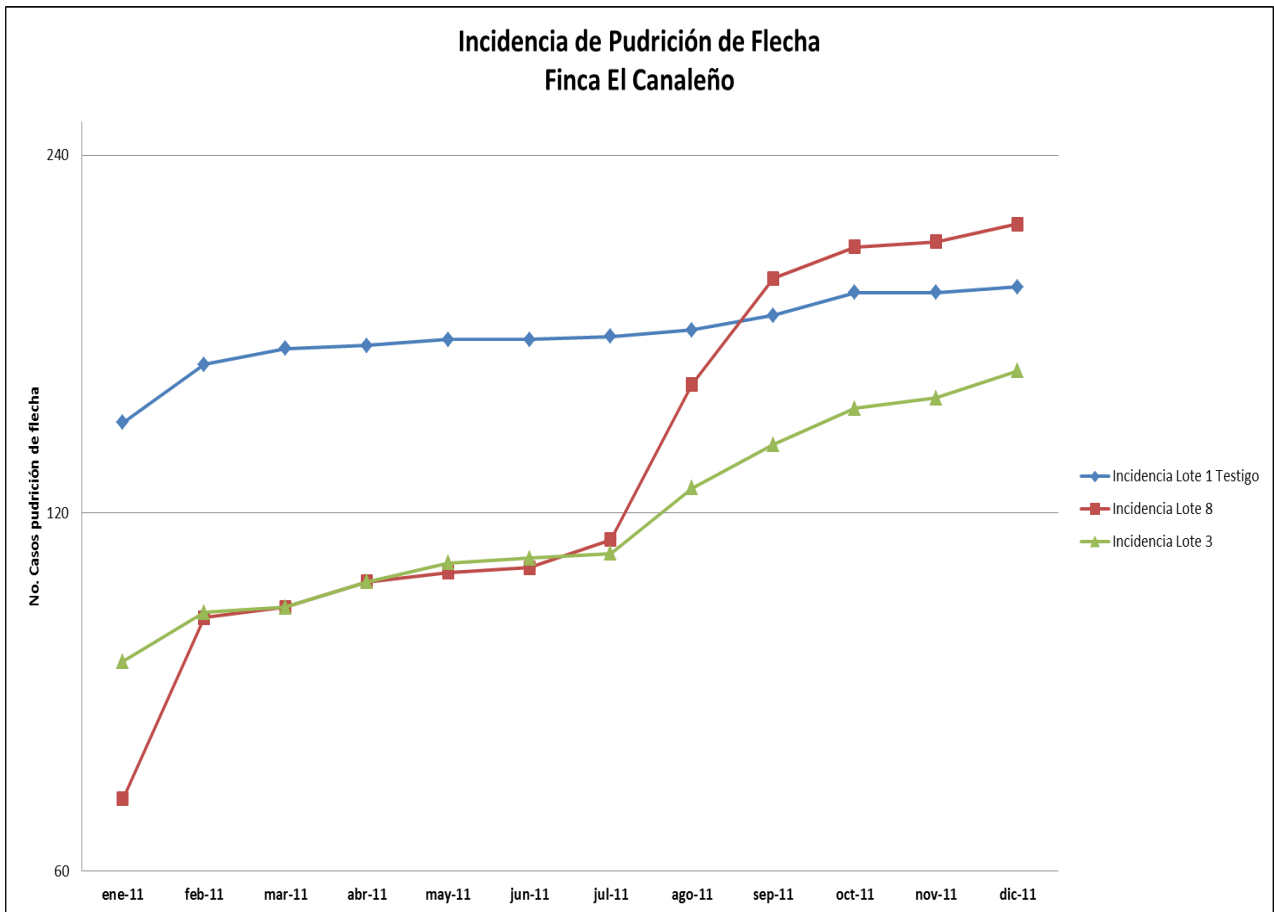


Figura 10. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca El Canaleño.

B. La Bacadilla

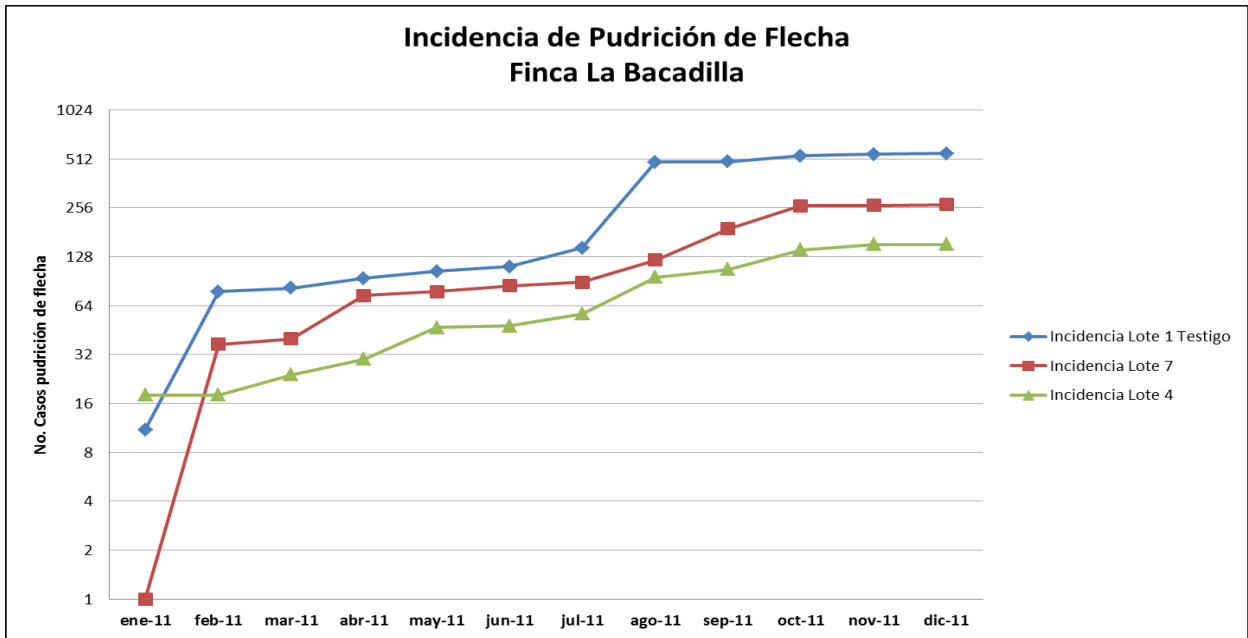


Figura 11. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca La Bacadilla.

C. La Peñita

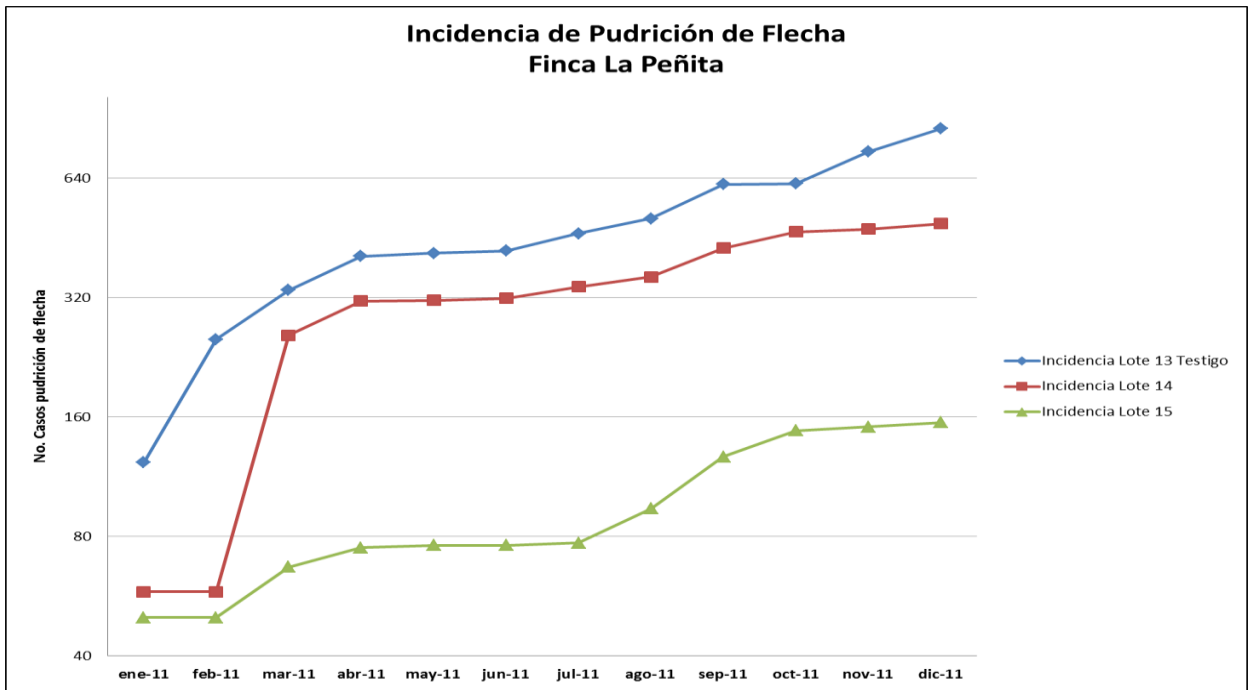


Figura 12. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca La Peñita.

D. Sacol

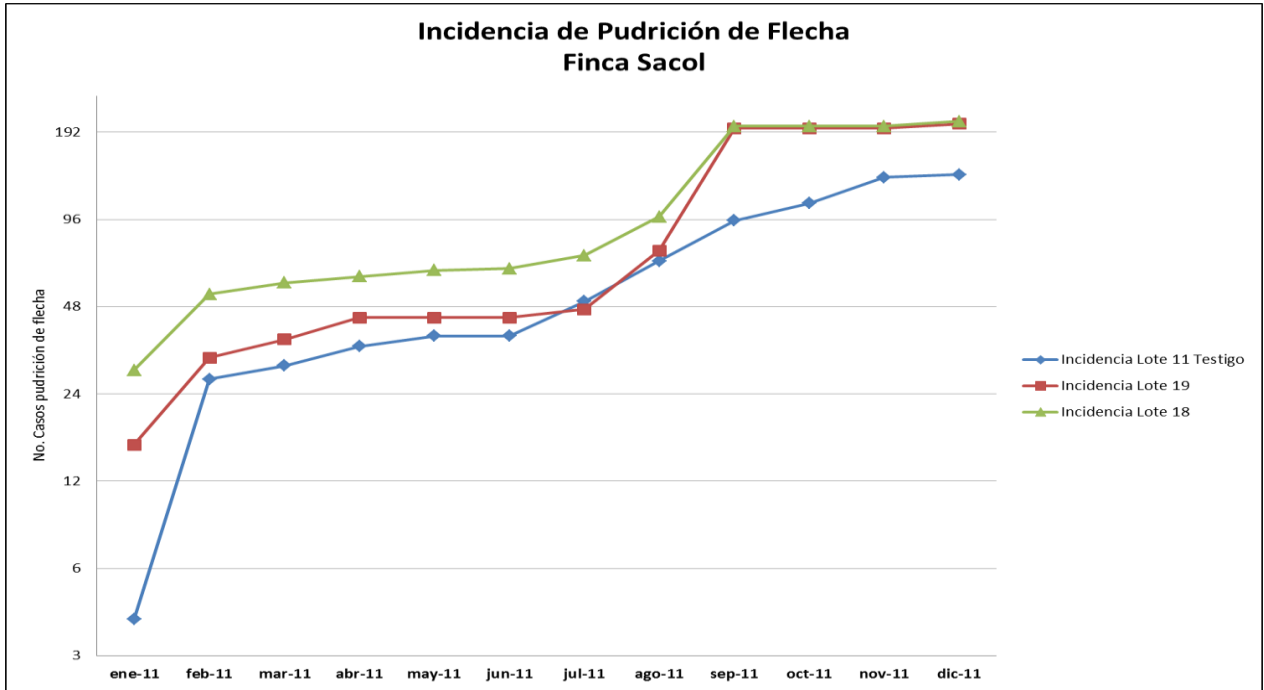


Figura 13. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca Sacol.

E. Yalcobé

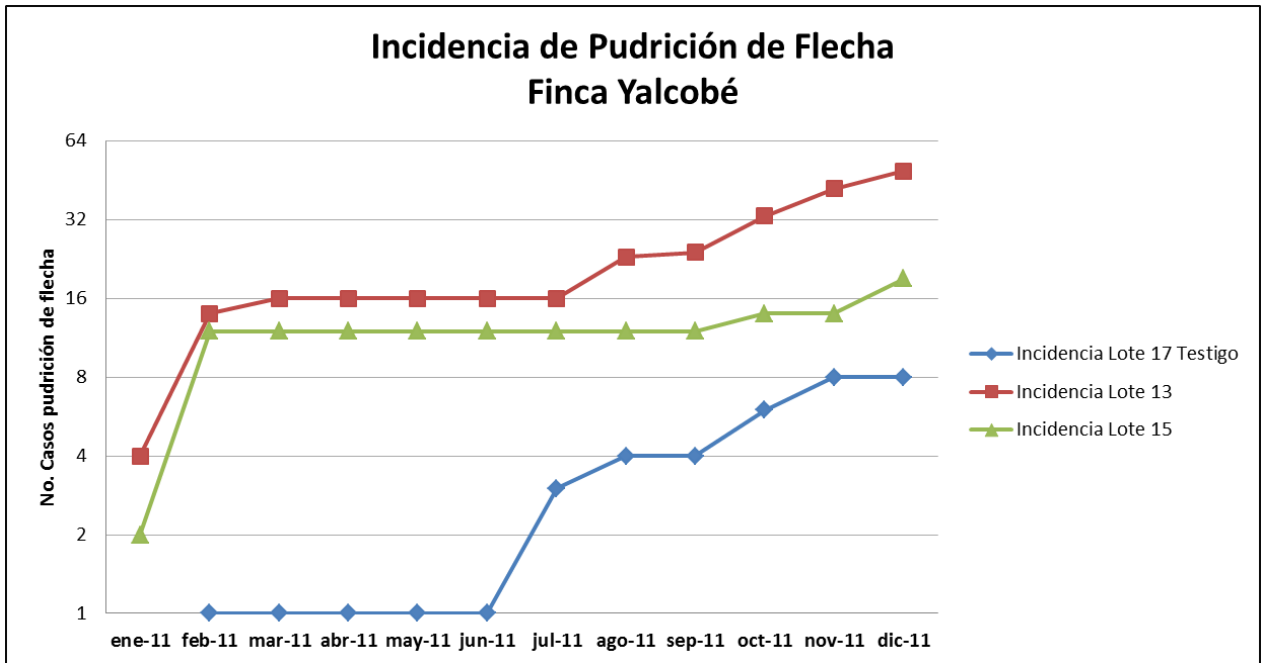


Figura 14. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca Yalcobé.

F. El Rosario

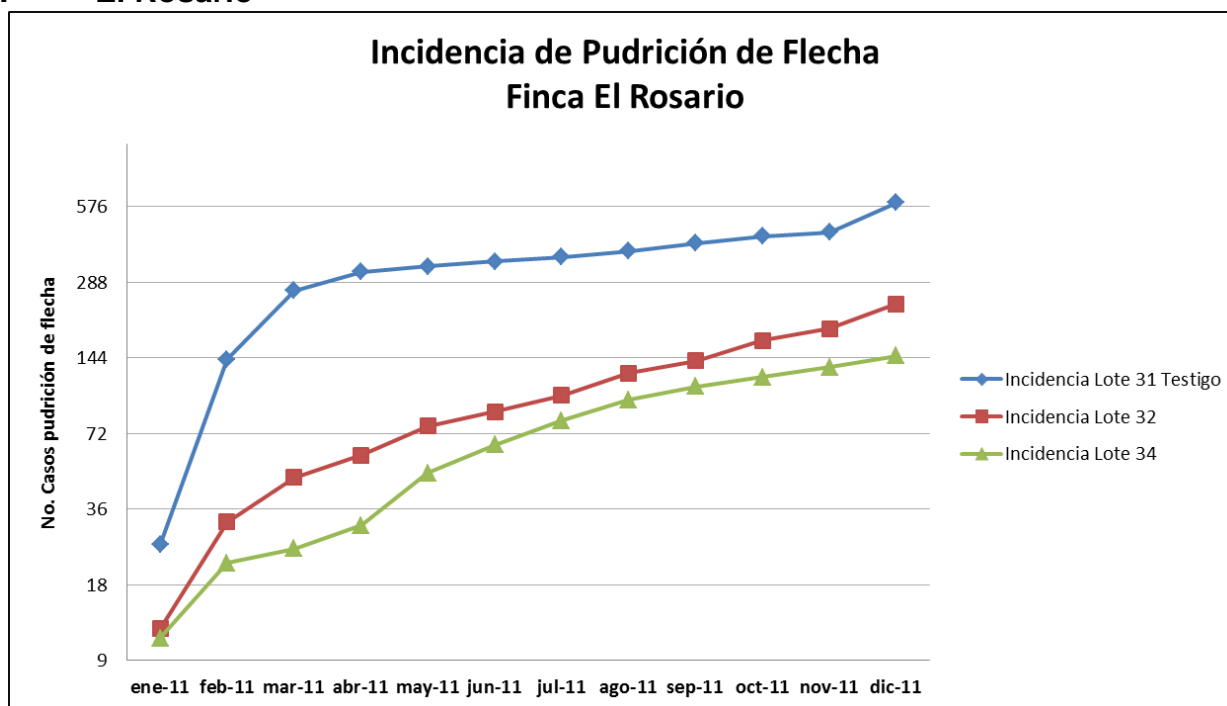


Figura 15. Incidencia acumulada pudrición de flecha finca El Rosario.

Como se aprecia en las gráficas de las 6 fincas fue poco perceptible la diferencia entre los Lotes testigos y los Lotes con aplicación de glifosato respecto al efecto de éste en la incidencia de Pudrición de Flecha ya que en las gráficas tanto en los testigos como en los que se aplicó glifosato para el control de malezas mostraron curvas que tuvieron altibajos en el tiempo de manera paralela de la incidencia de pudrición de flecha; sin embargo se observa que fue más visible el efecto de la alta precipitación (≥ 250 mm/mes), con temperaturas y humedades constantes ($\geq 28^{\circ}\text{C}$ y $\geq 75\% \text{H}$ promedio mensual respectivamente) en los meses de junio a octubre (época lluviosa o meses de alta precipitación) ya que en las fincas se presentaron problemas con el mal drenaje lo cual llevó a las plantas a estresarse y favoreció el ingreso, proliferación y desarrollo de los agentes que participaron en las Pudriciones de Flecha lo cual se muestra en las curvas de cada finca, ya que en estos meses se tuvo un mayor incremento en el número de casos y todo esto debido a que en las plantaciones no existió un ambiente controlado por lo cual fue necesario apoyar la investigación con la parcela experimental la cual se describen los resultados a continuación:

2.6.2 Parcela Experimental

Con el propósito de evaluar en un ambiente más controlado el efecto del glifosato sobre las plantas jóvenes de palma aceitera se realizó una Parcela Experimental en donde se expuso a las palmas a 4 tratamientos diferentes de aplicación de dicho producto con sus 5 repeticiones respectivamente; obteniendo los siguientes resultados (ver cuadro en anexos) a los cuales se les realizó el análisis estadístico correspondiente que en este caso fue ANDEVA; después por haber presentado diferencia significativa en cada uno de los tratamientos se procedió a realizarles la Prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento (el que tuviera menor efecto sobre las palmas jóvenes).

Cuadro 5. Resumen de Resultados Parcela Experimental con ANDEVA y Test de Tukey.

TRATAMIENTO	Promedio Largo de Flecha (cm)	No. Casos Pudrición de Flecha
1	67.28 A	0-A
2	59.48 AB	13 B
3	41.56 BC	0-A
4	27.052 C	25 C

Como se observa en el cuadro resumen de los datos obtenidos en la parcela experimental, los mejores resultados corresponden al tratamiento "1" en donde no hubo ningún contacto del glifosato con las palmas jóvenes es decir las plantas se desarrollaron sin ningún problema ni alteración en su metabolismo ya que se muestra que en promedio tuvieron los mejores datos de largo de las flechas, y sin ningún caso de alteración en sus partes vegetativas en este caso Pudriciones de Flecha.

Y según el resultado del ANDEVA que se le realizó a los datos se muestra que con un nivel de significancia de 5% si se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ya que **p-valor** de los tratamientos fueron menores o iguales a 0.05 indicando que alguno de ellos produce una longitud de flechas y una cantidad de casos de Pudrición de Flecha distinto a los demás. Por lo cual se realizó la prueba de TUKEY dando como

resultado que el mejor tratamiento es el 1 (Testigo) en donde no se aplicó glifosato, demostrando que tuvo un desarrollo normal de sus flechas las cuales no fueron alteradas en comparación con los demás donde hubo aparición de pudriciones de flecha y menos crecimiento de éstas.

2.6.3 Microorganismos asociados a la PF

Con el objeto de encontrar algún agente causal de las pudriciones de flecha en el área de la Franja Transversal de Norte, se tomó muestras de tejido vegetal de las flechas para análisis fitopatológico en las fincas el Rosario, la Bacadilla, Yalcobé, El Canaleño, Sacol y en la parcela experimental; por lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 6. Resultados de los Análisis Fitopatológicos Laboratorios Soluciones Analíticas S.A.

No. MUESTRA	FINCA	PATÓGENOS ENCONTRADOS
1	El Rosario	<i>Fusarium</i>
2	El Rosario	<i>Fusarium y Colletotrichum</i>
3	La Bacadilla	<i>Fusarium y Colletotrichum</i>
4	La Bacadilla	<i>Fusarium</i>
5	La Bacadilla	<i>Fusarium</i>
6	Parcela Exp.	<i>Fusarium, Dreschlera, Curvularia y Pestalotia.</i>
7	Parcela Exp.	<i>Fusarium</i>
8	Parcela Exp.	<i>Fusarium</i>
9	Parcela Exp.	<i>Fusarium, curvularia y Colletotrichum</i>

Como se muestra en el cuadro resultado de las muestras recolectadas en campo y en la parcela experimental; se encontró presente en común el hongo *Fusarium* en la parte afectada con pudrición, el cual en la literatura entra en el grupo de los hongos oportunistas o secundarios los cuales solo ingresan a las plantas estresadas por lo cual ejercen su efecto patógeno después de haberse encontrado un problema primario como lo

pudo ser herida por insecto, estrés de la planta, daño mecánico o cualquier otro el cual haya podido generar una apertura para lo cual este hongo pudo penetrar el tejido vivo y ayudado por efecto de la alta humedad, precipitación y alta temperatura que se presentó en el lapso anterior de la toma de datos favoreció a su desarrollo a tal grado que pudo provocar una pudrición ya mayor en la flechas; la cual es nuestro tema de interés.

En el caso de la parcela experimental si se observa más claramente que en donde se aplicó glifosato ejerció un efecto mayor de predisposición o susceptibilidad a dichos organismos que provocan pudrición en tejidos en crecimiento lo cual se describe en la literatura que es su modo de acción; en comparación con el testigo absoluto que no tuvieron problemas de pudrición de flecha alguno. En estos tejidos también se encontraron otros microorganismos tales como *Pestalotiopsis*, *Colletotrichum*, *Curvularia* y *Dreschlera* que también son microorganismos menores.

También se observó en las plantas con PF que el avance de ésta enfermedad cuando no se les daba manejo o los casos severos de estas empeoraban a Pudrición de cogollo de las cuales también se envió muestras de tejido vegetal lo cual se muestra a continuación:

Cuadro 7. Resultado de los análisis de Laboratorio del Centro de Diagnóstico de la USAC

No. MUESTRA	FINCA	PATÓGENOS ENCONTRADOS
1	El Canaleño	<i>Phytophthora</i> sp.
2	El Canaleño	<i>Phytophthora</i> sp.
3	El Canaleño	No Presento resultados
4	Yalcobé	<i>Phytophthora</i> sp.
5	Yalcobé	<i>Phytophthora</i> sp.
6	Sacol	No Presento resultados
7	Sacol	No Presento resultados
8	Sacol	<i>Phytophthora</i> sp.

Respecto al análisis realizado en la Facultad de Agronomía los resultados indica la presencia de *Phytophthora* la cual es la causante de las pudriciones severas o mayores de los tejidos en crecimiento que en este caso es la Flecha o incluso hasta del cogollo pudiendo llegar a provocar la muerte de la palma afectada. En este caso las pudriciones se observaron más avanzadas a nivel de campo; por lo cual hay que tomar en cuenta que para que llegaran a este punto debieron de haber existido factores que predispusieron a las plantas a este organismo como también factores que favorecieron el desarrollo de dicho patógeno; dichos factores que se observaron en este caso fue alta humedad relativa, alta precipitación, alta temperatura, falta de drenajes en los lotes en donde se recolecto la muestra e incluso la inundación de dichos lotes por varios días; todo esto conjunto con la presencia del glifosato acumulado por varios años en el ambiente.



Figura 16. Fotografía de medio de cultivo con *Phytophthora*



Figura 17. Fotografía del medio de cultivo con *Phytophthora*

2.7 CONCLUSIONES

- A nivel de campo, fue poco perceptible la diferencia del efecto del glifosato entre los lotes con y sin aplicación del mismo, esto debido a la presencia de varios factores principalmente edafoclimáticos los cuales no se pudieron controlar, por lo cual la investigación se apoyó con una parcela experimental la cual enmarcó más el efecto de dicho producto en palmas expuestas a éste.
- Los síntomas clásicos de la Pudrición de flecha en la zona de estudio tanto en campo como en la parcela experimental son: amarillamientos, posteriormente secamientos y necrosamientos localizados de la flecha, como también en algunos casos existe el acortamiento de foliolos, suberización de tejidos y doblamiento del raquis. A medida que avanza la pudrición puede convertirse en Pudrición de cogollo y puede causar la muerte a la palma afectada.
- El glifosato sí ejerce un efecto en el metabolismo de las plantas jóvenes de Palma Aceitera según los resultados de la parcela experimental ya que se observó alteración en el crecimiento y desarrollo de tejidos nuevos de las plantas expuestas a este producto, ya que el 50.67% del total de las plantas expuestas al glifosato tuvieron Pudrición de Flecha, además el testigo (sin exposición a glifosato) presentó un mejor desarrollo de la flecha respecto a los demás tratamientos como se demuestra en los resultados expuestos anteriormente en el documento.
- Los microorganismos encontrados en las pudriciones de flecha fueron: *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Pestalotia*, *Dreschlera* y en casos extremos de pudrición de cogollo se encontró *Phytophthora* los cuales en su mayoría se encuentran siempre presentes en el ambiente y necesitan una abertura o estrés en la planta para su ingreso, como también condiciones favorables de alta humedad, precipitación y temperatura para su colonización; los cuales se presentaron en dicho lapso previo a la toma de muestras; por lo cual hay que tomar mayor importancia a los factores que predisponen a esta enfermedad que a encontrar sus agentes causales ya que no se encontró un agente único como causante de la enfermedad.

2.8 RECOMENDACIONES

- Reducir el uso de glifosato en plantaciones jóvenes de Palma Aceitera (1 a 3 años de edad) y utilizarlo con productos, equipos y métodos que eviten o reduzcan la deriva como son los pesantes, adherentes (coadyuvantes), boquillas con pantallas anti-derivas, aplicaciones corregidas y que sean más localizadas. Además en plantaciones ya sembradas no utilizar el aplicador de herbicidas llamado Magic Disc.
- Mantener un buen drenaje en campo ya que áreas anegadas o mal drenadas en conjunto con los demás factores mencionados anteriormente (aplicaciones inadecuadas de glifosato, alta temperatura, humedad y precipitación) aumentan la incidencia de pudrición de flecha en las plantaciones de Palma Aceitera.
- Estudiar más a detalle las características de *Phytophthora* encontrada en las pudriciones de cogollo, para tener más información con la cual se puedan crear estrategias de control de dicha enfermedad.

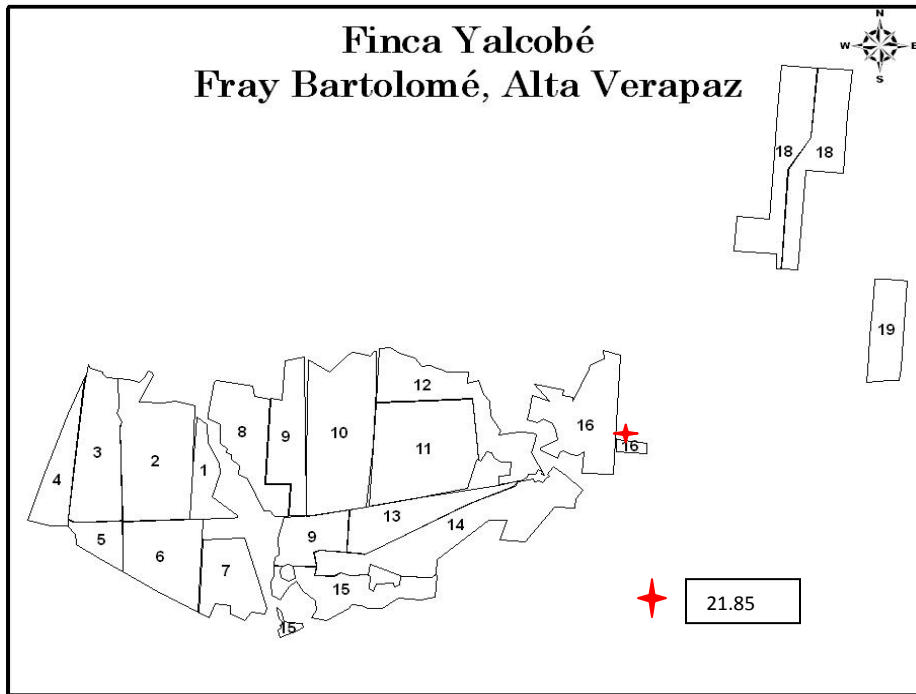
2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. CENIPALMA (Centro de Investigación en Palma de Aceite, CO). 2009. La P.C., un asunto serio que requiere detección temprana y buen manejo como principio de solución (en línea). Colombia. Consultado 6 ago 2013. Disponible en <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/9426/9417>
2. Chén Cú, GA. 2009. Informe técnico sobre las actividades realizadas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) en fincas de la empresa Palmas de Desarrollo (PADESA S.A.), en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala. Guatemala, Palmas de Desarrollo. 39 p.
3. Chinchilla, C. 2008. Síntomas más comunes de las pudriciones de flechas y cogollo en palma aceitera (en línea). Consultado 30 mar 2011. Disponible en <http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol32-1sp.html>
4. Corley, RHV; Tinker, PB. 2009. La palma de aceite: enfermedades y plagas de la palma de aceite. 4 ed. Bogotá, Colombia, FEDEPALMA. p. 451-454.
5. CropLifeLA.org. 2012. Pudrición del cogollo PC (*Phytophthora palmivora*): la terrible enfermedad que ataca la palma de aceite (en línea). US. Consultado 10 mayo 2013. Disponible en http://www.croplifela.org/index.php?option=com_content&view=article&id=315%3Apu-dricion-del-cogollo-pc-o-phytophthora-palmivora&catid=28%3Acontenidos-abc-&lang=es
6. FEDEPALMA (Federación de Palmicultores, CO). s.f. La palma de aceite (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 10 mayo 2013. Disponible en <http://portal.fedepalma.org//palma.htm#top>
7. _____. 2008. Pudrición de flecha u hoja nueva (en línea). Colombia. Consultado 30 mar 2011. Disponible en http://www.fedepalma.org/palmas/28_2esp_tom1.shtm#top
8. Huber, DM. 2011. La influencia del glifosato (en línea). Knox, Nebraska, US, Universidad de Nebraska-Lincoln. Consultado 7 ene 2012. Disponible en http://knox.unl.edu/c/document_library/get_file?uuid=aef46f89-45d3-43bc-be18-3d350c96b6aa&groupId=134988&.pdf

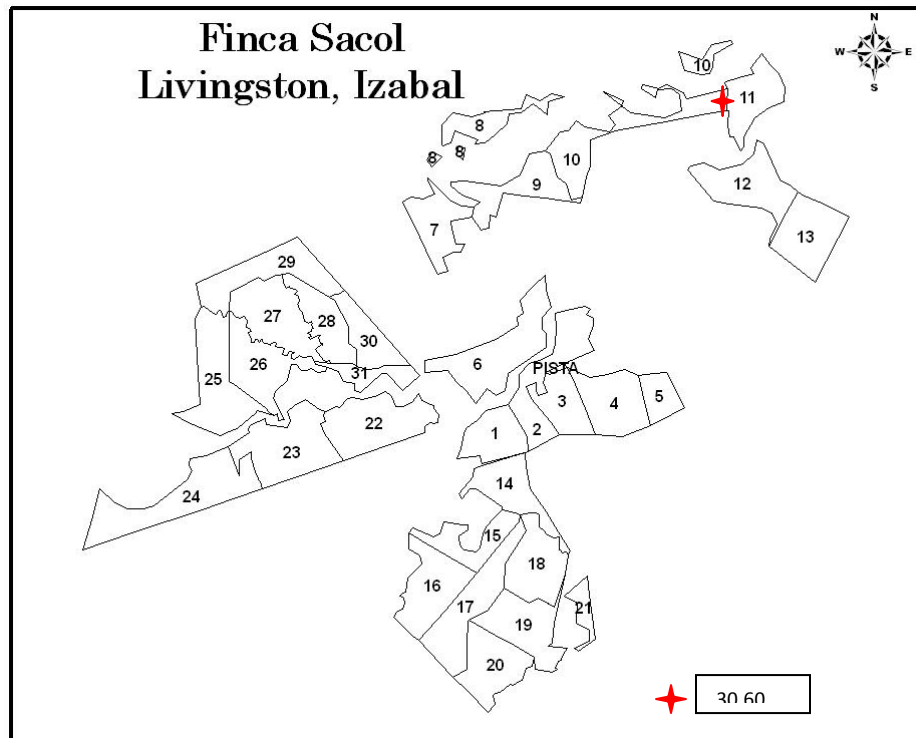
9. Infoagro.com. 2009. El cultivo de la palma africana (en línea). España. Consultado 15 nov 2011. Disponible en http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
10. _____. 2011. *Fusarium* (en línea). España. Consultado 31 jul 2011. Disponible en http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/corregir.asp?i=1&id=256&idt=1
11. Martínez L, G; Sarria, GA; Torres L, GA; Varón, F; Romero A, HM; Sáenz S, JI. 2010. Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. Revista Palmas 31(1):55-63.
12. Medina, YE. s.f. Características y daños que provoca *Phytophthora* (en línea). Roma, Italia, FAO. Consultado 8 ago 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1060/cuf0022s.pdf>
13. Oxford University, US. 1981. Oil palm diseases and disorders: leaf and apical bud diseases of field palms. Kuala Lumpur, Malasia. p. 145-175.
14. Quesada Herrera, G. s.f. Cultivo e industria de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) (en línea). Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería / INTA. Consultado 1 abr 2011. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf

2.10 ANEXOS

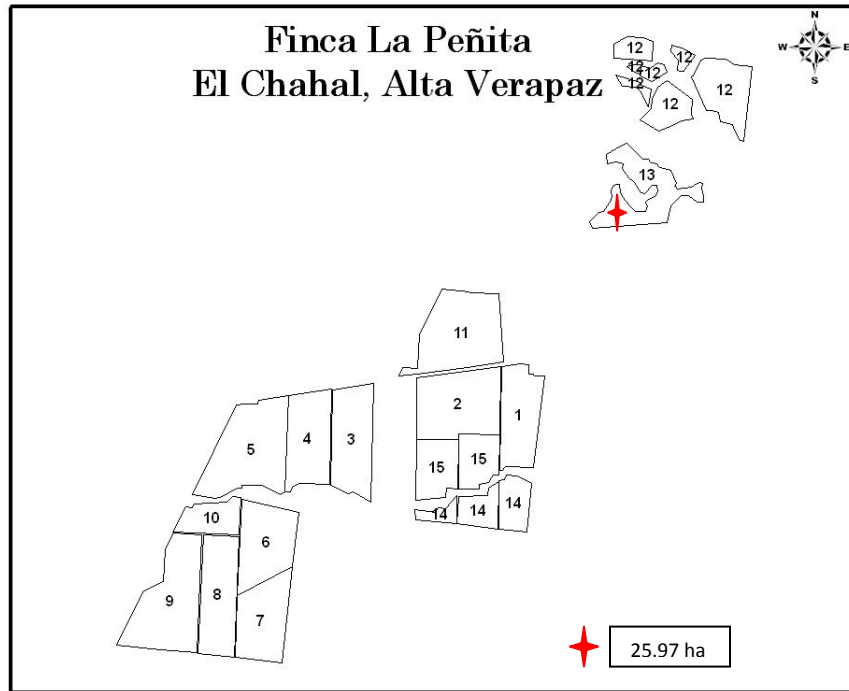
Anexo 1. Mapa Finca Yalcobé



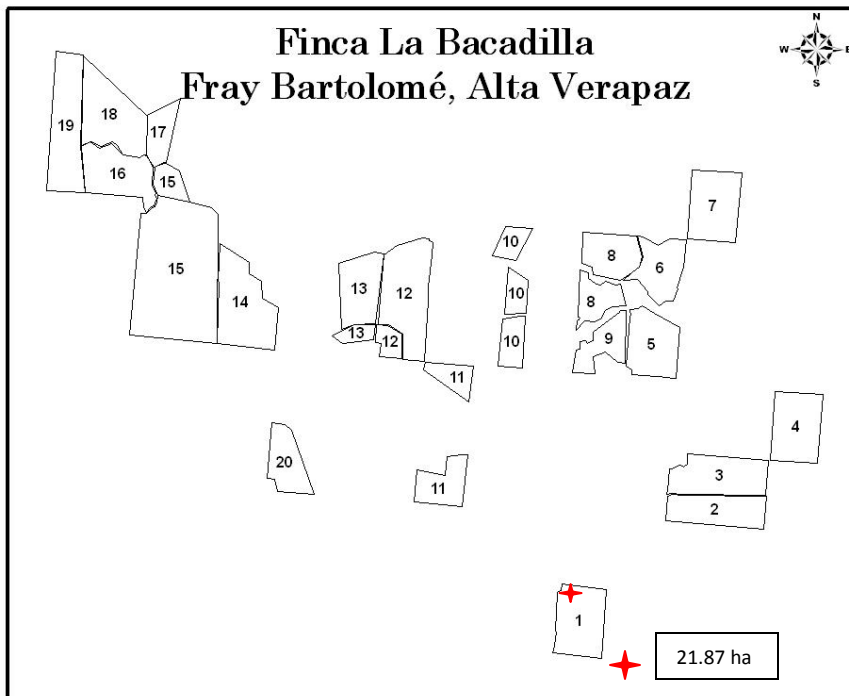
Anexo 2. Mapa Finca Sacol



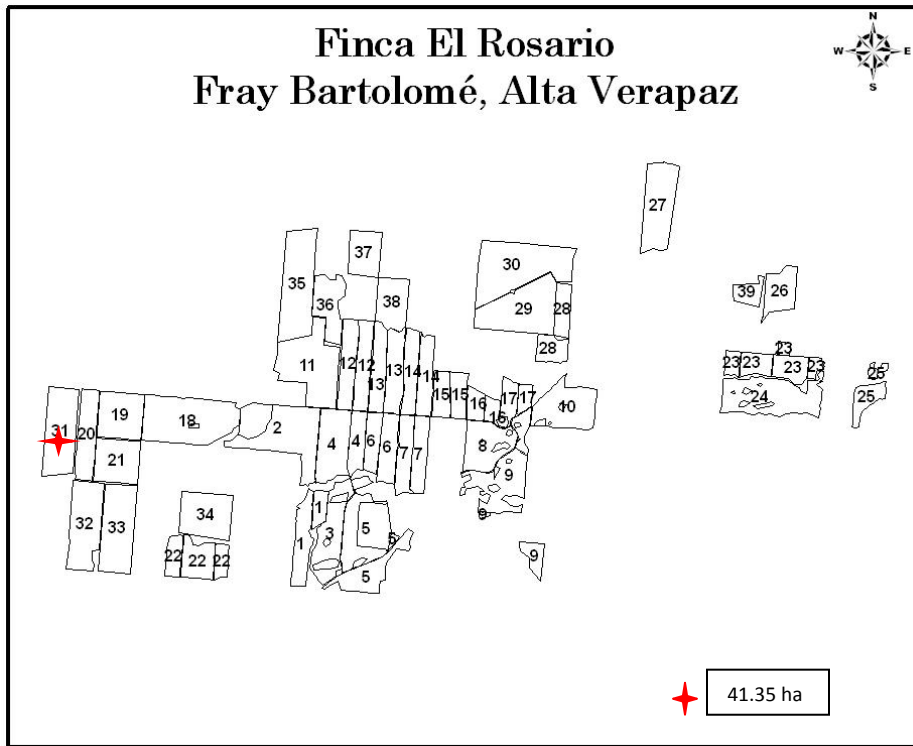
Anexo 3. Mapa Finca La Peñita



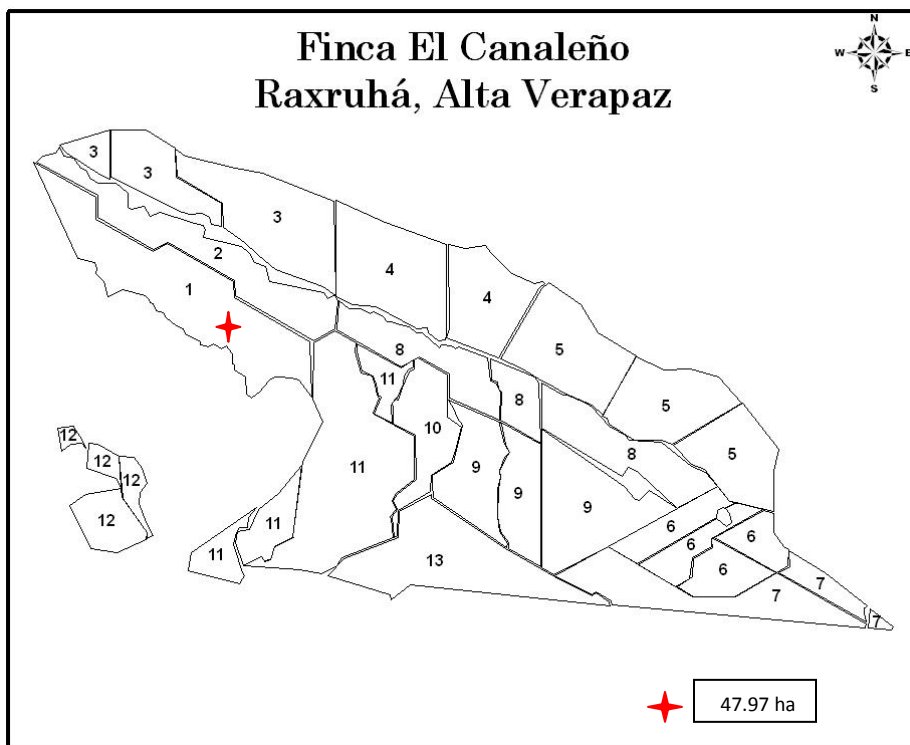
Anexo 4. Mapa Finca La Bacadilla



Anexo 5. Mapa Finca El Rosario



Anexo 6. Mapa Finca El Canaleño



Anexo 7. Histórico de casos de PF en lotes con y sin aplicación de glifosato por Fincas.

NO. DE CASOS DE PUDRICIÓN DE FLECHA EN LOTES CON Y SIN APLICACIÓN DE GLIFOSATO													
MES/No. CASOS	Finca	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11
Lote 1 test.	48.97 Ha/6921 palms	143	17	5	1	2	0	1	2	5	8	0	2
	Acumulado	143	160	165	166	168	168	169	171	176	184	184	186
Lote 3	50.04 Ha/7156 palms	90	9	1	5	4	1	1	15	11	10	3	8
	Acumulado	90	99	100	105	109	110	111	126	137	147	150	158
Lote 8	48.80Ha/6978 palms	69	29	2	5	2	1	6	40	35	12	2	7
	Acumulado	69	98	100	105	107	108	114	154	189	201	203	210
Lote 1 test.	21.87 Ha/3127 palms	11	67	4	12	10	7	34	344	2	43	13	4
	Acumulado	11	78	82	94	104	111	145	489	491	534	547	551
Lote 4	21.64 Ha/3095 palms	18	0	6	6	17	1	9	39	11	34	11	0
	Acumulado	18	18	24	30	47	48	57	96	107	141	152	152
Lote 7	21.15 Ha/3024 palms	1	36	3	34	4	7	4	33	68	73	2	3
	Acumulado	1	37	40	74	78	85	89	122	190	263	265	268
Lote 13 test.	25.97 Ha/3714 palms	123	128	83	73	7	6	44	42	112	2	126	108
	Acumulado	123	251	334	407	414	420	464	506	618	620	746	854
Lote 14	23.76 Ha/3802 palms	58	0	199	57	1	4	22	20	66	42	7	16
	Acumulado	58	58	257	314	315	319	341	361	427	469	476	492
Lote 15	28.55 Ha/4568 palms	50	0	17	8	1	0	1	17	33	21	3	4
	Acumulado	50	50	67	75	76	76	77	94	127	148	151	155
Lote 11 test.	30.60 Ha/4896 palms	4	23	3	5	3	0	12	19	26	14	25	3
	Acumulado	4	27	30	35	38	38	50	69	95	109	134	137
Lote 18	31.03 Ha/4965 palms	29	24	5	3	3	1	7	26	103	0	0	8
	Acumulado	29	53	58	61	64	65	72	98	201	201	201	209
Lote 19	28.96 Ha/4634 palms	16	16	5	7	0	0	3	28	123	0	0	7
	Acumulado	16	32	37	44	44	44	47	75	198	198	198	205
Lote 17 test.	21.85 Ha/3495 palms	0	1	0	0	0	0	2	1	0	2	2	0
	Acumulado	0	1	1	1	1	1	3	4	4	6	8	8
Lote 13	25.12 Ha/3592 palms	4	10	2	0	0	0	0	7	1	9	9	7
	Acumulado	4	14	16	16	16	16	16	23	24	33	42	49
Lote 15	25.26 Ha/3598 palms	2	10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5
	Acumulado	2	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	19
Lote 31 test.	41.35 Ha/5913 palms	26	116	125	50	17	15	14	21	28	27	17	143
	Acumulado	26	142	267	317	334	349	363	384	412	439	456	599
Lote 32	38.98 Ha/6236 palms	12	20	16	11	18	11	14	23	15	29	19	48
	Acumulado	12	32	48	59	77	88	102	125	140	169	188	236
Lote 34	41.09 Ha/6575 palms	11	11	3	6	19	15	16	17	13	10	11	15
	Acumulado	11	22	25	31	50	65	81	98	111	121	132	147

En El Rosario a finales de marzo se dejó de aplicar Glifosato en el Lote 31

Anexo 8. Resumen de resultados parcela experimental

TRATAMIENTO	VARIABLES RESPUESTA		
	BLOQUE	Longitud de flecha	Pudrición de flecha
1	1	71.2	0
1	2	62.2	0
1	3	68.2	0
1	4	66.4	0
1	5	68.4	0
2	1	66	0
2	2	66.4	3
2	3	71.4	2
2	4	32.4	3
2	5	61.2	5
3	1	34.6	0
3	2	49	0
3	3	51.8	0
3	4	28.2	0
3	5	44.2	0
4	1	48.6	5
4	2	21.06	5
4	3	19.8	5
4	4	27.4	5
4	5	18.4	5

Anexo 99. Resultado estadístico de longitud de flecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long. Flecha	20	0.80	0.68	22.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5548.92	7	792.70	6.84	0.0020
BLOQUE	644.13	4	161.03	1.39	0.2954
TRATAMIENTO	4904.79	3	1634.93	14.11	0.0003
Error	1390.59	12	115.88		
Total	6939.51	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=20.21483

Error: 115.8827 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1.00	67.28	5	4.81	A
2.00	59.48	5	4.81	A B
3.00	41.56	5	4.81	B C
4.00	27.05	5	4.81	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 10. Resultado estadístico Incidencia de pudrición de flecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PF	20	0.90	0.84	47.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89.90	7	12.84	15.57	<0.0001
TRATAMIENTO	86.60	3	28.87	34.99	<0.0001
BLOQUE	3.30	4	0.82	1.00	0.4449
Error	9.90	12	0.82		
Total	99.80	19			

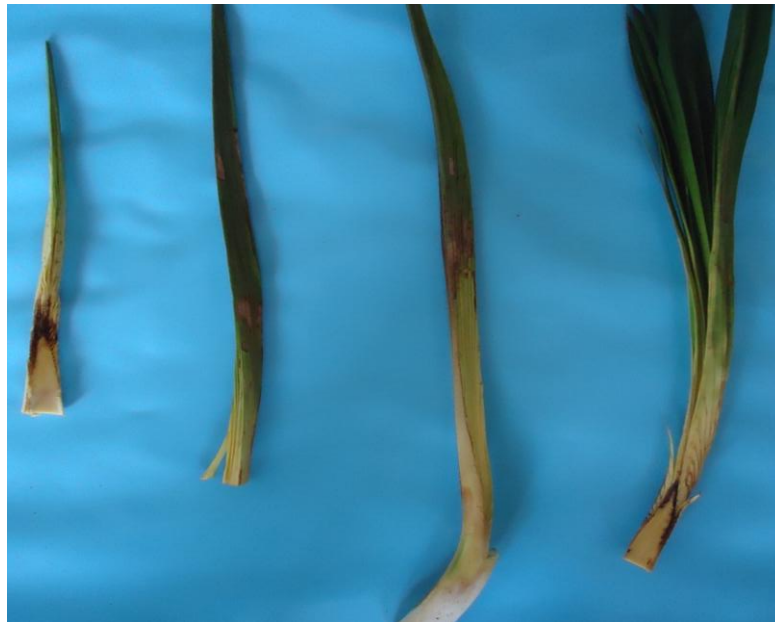
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.70564

Error: 0.8250 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1.00	0.00	5	0.41	A
3.00	0.00	5	0.41	A
2.00	2.60	5	0.41	B
4.00	5.00	5	0.41	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 11. Fotografía de Pudriciones de flecha.



**CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA
NATURACEITES S.A. REGIÓN FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE**

3.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de palma aceitera (*Elaeis guinensis* Jacq) puede llegar a tener un período potencial de producción de 25 años; es por ello que durante el Ejercicio Profesional Supervisado dado en las plantaciones jóvenes de palma aceitera de la empresa NaturAceites S.A. ubicadas en la Franja Transversal del Norte del país, por medio de la realización de un diagnóstico se determinó la importancia de trabajar con los servicios que ayudaron a monitorear y controlar unas de las plagas más importantes del cultivo durante su etapa inicial de desarrollo, siendo estas “Los roedores plaga” y “El picudo de la palma aceitera (*Rhynchophorus palmarum*)”, las cuales pueden causar heridas en la planta que provocarían retraso en su desarrollo, una vía de acceso a enfermedades, como también hasta su muerte.

Los servicios realizados consistieron básicamente en el monitoreo y control del picudo de la palma aceitera (*Rhynchophorus palmarum*) y la elaboración de cebos para el control de roedores plaga.

3.2 ELABORACIÓN DE CEBOS PARA EL CONTROL DE ROEDORES PLAGA EN PLANTACIONES JOVENES DE PALMA ACEITERA.

3.2.1 Introducción

En áreas designadas para las nuevas siembras de palma aceitera de la empresa, por lo general estaban habitadas por roedores, como también el agro-ecosistema que forman éstas, proporciona un hábitat que ofrece los recursos básicos para su supervivencia y favorecían su anidamiento debido a la cobertura vegetal existente.

Los roedores es una plaga que se ha convertido en amenaza para las plantaciones de la palma en su primera fase de desarrollo (desde la siembra a 2 años después de la siembra son vulnerables) ya que éstos se alimentan del tallo tierno, causando heridas que pueden provocar desde el retraso en el desarrollo, vías de acceso a patógenos transmisores de enfermedades, hasta su muerte; son animales muy prolíficos y para lo cual el combate de éstos debe de ser integral, debiendo manipular el ambiente de la plantación para hacerlo más inadecuado para la población de éstos; esto implica destruir la mayoría de los sitios utilizados por los roedores para refugiarse y multiplicarse, siendo fundamental la limpieza y el control de malas hierbas en la plantación. Junto a éste es necesario realizar un programa integrado de control biológico, favoreciendo el desarrollo de una población fuerte de aves rapaces, complementando estos métodos con el uso de cebos envenenados. Con el manejo integrado de roedores se puede llegar a obtener hasta el 95% de su control.

En NaturAceites S.A. el control de los roedores plaga se complementó con la elaboración y distribución en campo de cebos envenenados los cuales son amigables con la fauna natural del área; esto quiere decir que matan únicamente a los roedores plaga y no a sus depredadores naturales. A este tipo de cebo se conoce como “cebo de primera generación” el cual tiene la característica de tener corta vida y requerir de dosis repetidas para producir la intoxicación al roedor.

3.2.2 Objetivos

- Elaborar cebos envenenados con la mayor palatabilidad posible y eficacia para el control de roedores plaga en las plantaciones jóvenes de NaturAceites S.A. y que sean amigables con la fauna del área.
- Obtener el mayor rendimiento por persona posible en la producción de cebos/persona/día.

3.2.3 Metodología

El cebo se elaboraba en una mezcladora de barril para obtener el producto lo más homogéneo posible, en dicha mezcladora se agregaban los insumos necesarios para llegar a obtener 1,450 cebos de 10 gramos cada uno aproximadamente lo cual se describe a continuación:

- Se colocaban 25 libras de palmiste y 5 libras de maíz molido como base de alimento atrayente, 1/3 del frasco de esencia de vainilla (85 cc) y 1 kilogramo de Racumin® en polvo como raticida anticoagulante de primera generación; todo esto a la mezcladora de barril.
- Se mezclaba hasta obtener un producto homogéneo; todo esto se realizó con la protección de guantes de hule y mascarilla para evitar intoxicaciones de las personas encargadas de la actividad.
- Con la mezcla ya homogenizada se procedía al llenado del plástico envoltorio y obtener así sobrecitos con 10 gramos del producto aproximadamente con ayuda del embudo, posteriormente se sellaba cada uno con una prensa o selladora eléctrica.
- Los cebos ya elaborados se almacenaban en cajas plásticas con capacidad de 1,500 cada una aproximadamente, se aperchaban y almacenan hasta ser solicitadas por las fincas con problemas de roedores plaga.

3.2.4 Recursos utilizados

- Palmíste (harina de coquillo)
- Maíz molido
- Esencia de vainilla
- Racumin® Polvo
- Rollo de plástico envolvente
- Mezcladora de barril
- Selladora eléctrica
- Mascarilla
- Guantes de hule
- Embudo
- Cajas plásticas.



Figura 18. Algunos insumos para la fabricación de los cebos



Figura 19. Homogenización de la mezcla, sellado con prensa eléctrica y estibada de cebos.



Figura 20. Llenado del plástico envolvente con la mezcla.



Figura 21. Sellado y estibado del cebo



Figura 22. Almacenaje de los cebos

3.2.5 Resultados

Los rendimientos obtenidos fueron de 3,000 cebos por persona al día y se logró colocar 2 cebos por planta y realizar la sustitución de dichos cebos según el consumo de los roedores o a cada 15 días si fuese necesario el cambio.

Por lo cual se obtuvo un cebo con el cual se logró controlar a los roedores plaga dentro de la plantación debido a su buena palatabilidad y disponibilidad en el campo, como también es amigable con el ambiente ya que es de primera generación el cual tiene efectos tóxicos y mortales únicamente a los roedores plaga y no a sus depredadores naturales.

También se lograron suplir las necesidades de cebos para cada finca con plantaciones jóvenes según lo solicitado; por medio del mayor rendimiento posible en la elaboración de estos, logrando así que los roedores plaga encontraran alimento (cebos) en lugar de los tallos jóvenes de las palmas disminuyendo los ataques directos, obteniendo un 95% de control de roedores plaga según los reportes de Sanidad Vegetal de la empresa.

3.3 MONITOREO Y CONTROL DEL PICUDO DE LA PALMA ACEITERA (*Rhynchophorus palmarum*)

3.3.1 Introducción

El picudo de la palma aceitera es una especie de coleóptero polífago de la familia Curculionidae originario de las zonas tropicales de América y actualmente distribuido mundialmente, el insecto causa un daño directo por el desarrollo de las larvas que cavan galerías en el tallo y además es transmisor del nemátodo fitopatógeno *Bursaphelenchus cocophilus* el cual es un microorganismo causante de enfermedades en las plantas por medio de disturbios en el metabolismo celular, que en este caso provoca la enfermedad del "anillo rojo".

Actualmente en las plantaciones de la empresa Naturaceites S.A. se han presentado ataques de estos insectos y en la mayoría de casos han causado la muerte de la palma en la que han ovipositado sus larvas, ya que causan galerías alimentándose de su tallo o estipe; pero aún no se han reportado casos con anillo rojo, la cual es una enfermedad de mucha importancia a nivel mundial.

Es por ello la importancia de técnicas y medidas para el control de esta plaga; una de ellas es la colocación de trampas las cuales ayudan a reducir el ataque hacia las plantas, reduciendo así los daños directos e indirectos que pudiera llegar a causar dicho insecto.

3.3.2 Objetivos

- Elaborar y colocar trampas funcionales para el picudo de la palma aceitera *Rhynchophorus palmarum* a cada 5 hectáreas dentro de las plantaciones de NaturAceites S.A. en la Franja Transversal del Norte.
- Capturar la mayor cantidad de picudos que se encuentren en las plantaciones reduciendo así el ataque directo y por ende reducir el riesgo de aparición de la enfermedad anillo rojo provocado por el nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus*.
- Monitorear la población de dicho insecto mediante los registros de capturas como también graficar el comportamiento de las poblaciones de estos insectos en cada finca de la empresa en la Franja Transversal del Norte.

3.3.3 Metodología

- Para la realización de las trampas se utilizaron recipientes de 5 galones (canecas).
- Luego se les realizaban aberturas a los costados en forma de cuadro o ventana y se les colocaba un pedazo de costal a todo alrededor de la parte inferior del recipiente para que los picudos pudieran trepar hacia el interior de la trampa.
- En la parte superior interna del recipiente se le colocaba a cada trampa una feromona especial (1.25cc de Rhynchophorol como atrayente de agregación).
- También se agregaba al interior del recipiente una solución llamada aguamelaza o guarapo (2 lts de agua + 1 lt de melaza + una cucharada sopera de levadura) lo cual los atraía por el olor del fermento, en donde se ahogarán y capturarán los picudos.
- Ya hechas las trampas y la mezcla se procedía a geoposicionarlas en el campo con la ayuda del GPS.
- Las trampas se revisaban 2 veces por mes (1 a cada quince días) en donde se recolectaban los picudos atrapados y se anotaba el número de insectos por trampa capturados en formatos de sanidad vegetal, que luego dicha información se ingresaba a la base de datos en Excel.
- Cada mes se realizaba el cambio del guarapo y cada cuatro meses el de la feromona.

- Por último se realizaba un reporte mensual en donde incluía en forma gráfica el comportamiento de las poblaciones de los picudos en las fincas.

3.3.4 Recursos Utilizados

- Recipientes vacíos de 5 gls.
- Costales.
- Cierras para cortar plástico
- Engrapadora.
- Feromona (*Rhynchophorol*).
- Melaza y agua. (aguamelaza o guarapo)
- Rafia.
- GPS.

3.3.5 Resultados

Se lograron reducir los daños directos y disminuyó el riesgo del daño indirecto del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) en las plantaciones de la empresa mediante la captura de picudos ambulantes dentro de la plantación, ya que cada picudo atrapado era potencialmente capaz de ovipositar y dañar palmas como también un vector del nematodo que provoca el anillo rojo.

Se logró colocar un total de 802 trampas a densidad de 1 trampa por cada 5 hectáreas en toda el área sembrada en el área de la Franja Transversal del Norte de la empresa NaturAceites S.A.

Se realizó un plan de monitoreo y control en el cual se revisaban las trampas 2 veces por mes para recolectar los picudos atrapados, para posteriormente fueran analizados en el laboratorio fitopatológico de la empresa en busca de posibles vectores del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*. Dicha información se utilizó para realizar la base de datos sobre capturas, generando un reporte mensual sobre su incidencia y comportamiento de los cuales se logró observar que el comportamiento de los insectos está relacionado con la precipitación en el área, lo cual se muestra en las siguientes gráficas las cuales muestran que a mayor precipitación menor es la actividad del insecto dentro de la plantación.

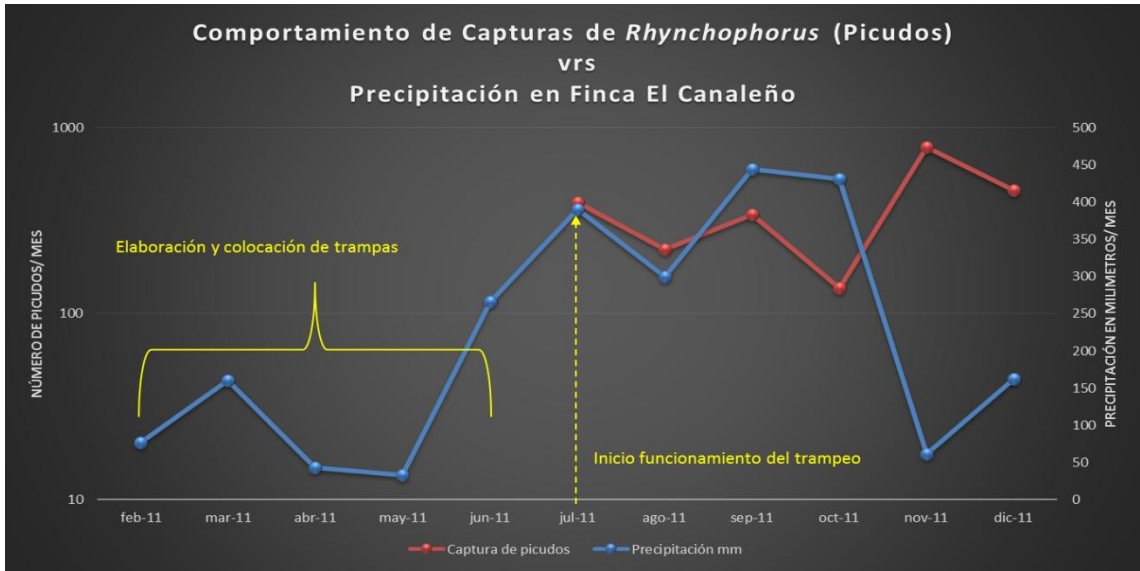


Figura 23. Comportamiento de capturas de *Rhynchophorus palmarum* vrs precipitación en Finca el Canaleño

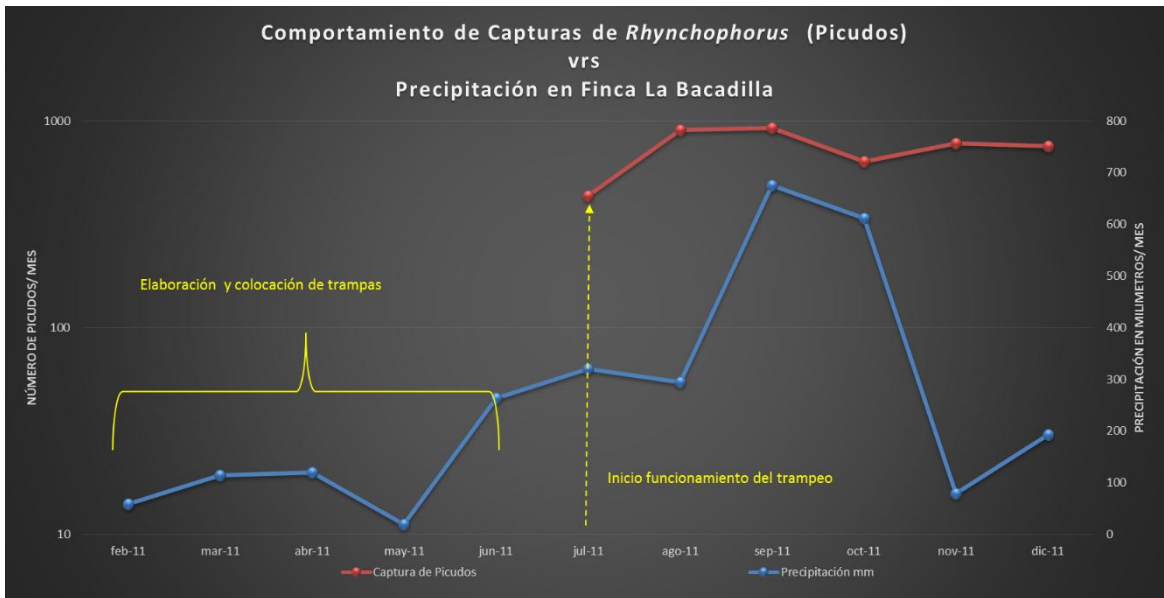


Figura 24. Comportamiento de capturas de *Rhynchophorus palmarum* vrs precipitación en Finca La Bacadilla

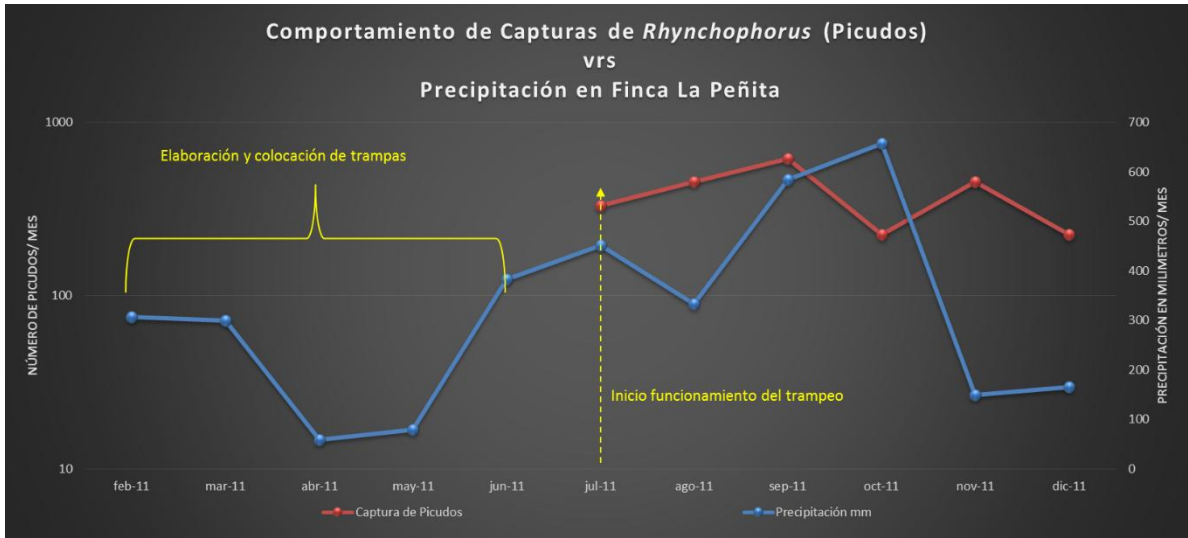


Figura 25. Comportamiento de capturas de *Rhynchophorus palmarum* vrs precipitación en Finca La Peñita

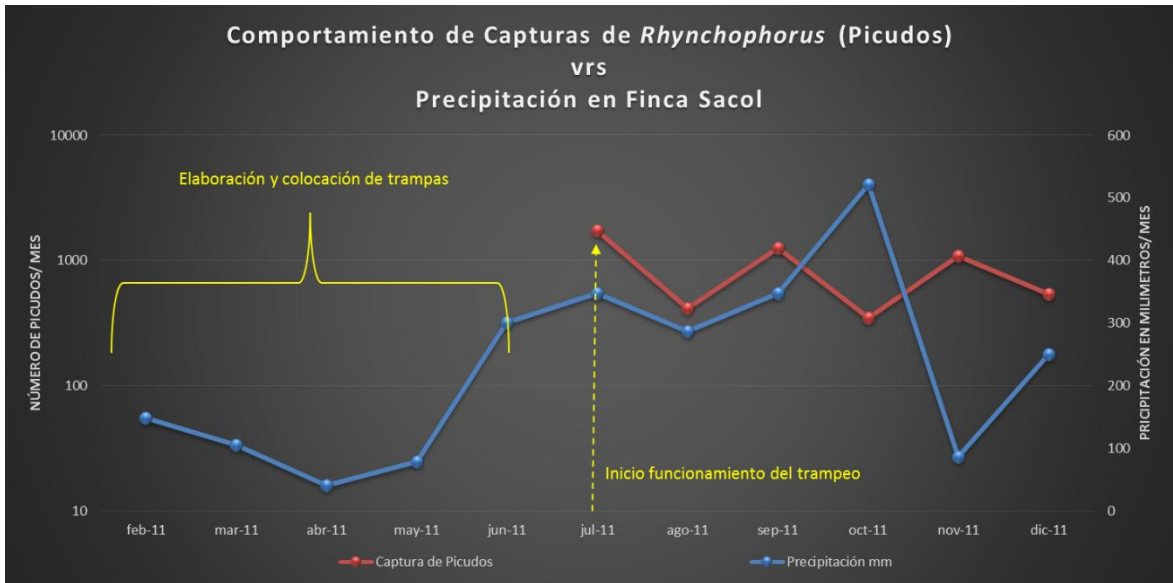


Figura 26. Comportamiento de capturas de *Rhynchophorus palmarum* vrs precipitación en Finca Sacol

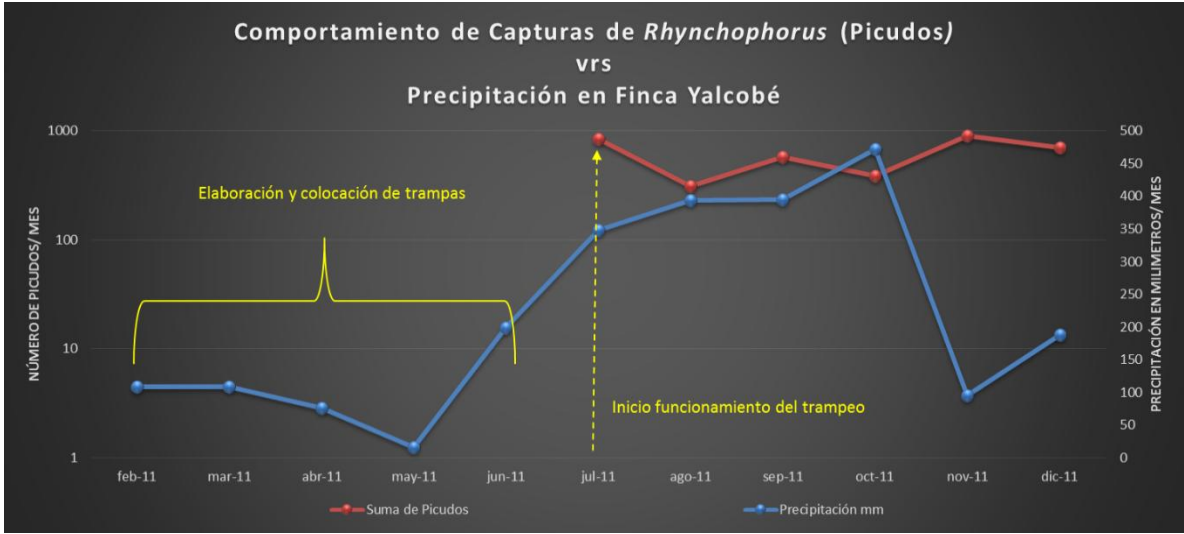


Figura 27. Comportamiento de capturas de *Rhynchophorus palmarum* vrs precipitación en Finca Yalcobé



Figura 28. Revisión de trampas y colecta de picudos

3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Chinchilla, CM; Menjivar, R; Arias, E. 1990. Picudo de la palma aceitera y enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Honduras. *Turrialba* 40(4):471-477.
2. Griffith, R. 1968. The mechanisms of transmission of the red ring nematode. *J. Agric. Soc. Trin. and Tob.* 67:436-457.
3. Hagley, EAC. 1963. The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* as a vector of the red ring disease of coconuts: I results of preliminary investigations. *J. Econ. Entomol.* 56:375-380.
4. Monge M, J. 2013. Roedores plaga en el cultivo de palma aceitera. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos. 57 p.