

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* sp) EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS, EN LA FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL, GUATEMALA, C .A.**

**Rodolfo Antonio Figueroa**

**GUATEMALA, AGOSTO 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*colletotrichum* sp), EN PALMA AFRICANA (*elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL, GUATEMALA, C .A.**

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

**POR**

**Rodolfo Antonio Figueroa**

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

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, AGOSTO 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. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P.F Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales.

Guatemala, agosto 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 **EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*colletotrichum* sp), EN PALMA AFRICANA (*elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS, EN LA FINCA RANCHO MAYA, AMATES, IZABAL, GUATEMALA, C .A.**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

Rodolfo Antonio Figueroa

## **ACTO QUE DEDICO**

Dios, por guiarme en el camino correcto, dándome fuerzas para seguir adelante, venciendo las adversidades puesta en mi camino, por bendecirme y darme su amor siempre.

Mi Madre Ana Victoria Figueroa, por darme todo su amor, comprensión, consejos, paciencia, apoyo incondicional siempre y por guiarme por el camino del bien.

Mis abuelos, Inocenta Alvares de Figueroa y José Miguel Figueroa, Q.E.P.D, por todos sus consejos, apoyo en todo momento, amor, comprensión y ser un ejemplo para mi vida.

Mi hermana, Ana Lucrecia Figueroa de Telón, por su amor sus consejos y apoyarme en todo momento, gracias por estar conmigo siempre.

Mis Tios, Mayra Corina Figueroa, Gladis Figueroa, Marielos Figueroa, por su apoyo y consejos siempre, por motivarme a salir adelante y ser una persona de bien.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:**

Dios y la Virgen Santísima, por guiarme en el camino correcto, por ser mi protección y darme la fortaleza y esperanza toda mi vida.

Mi Mamá, por ser mi Padre y Madre, por ser el mayor ejemplo de vida que puedo seguir, dándome siempre su amor y consejos positivos en todo momento, ayudándome alcanzar todas mis metas, enseñándome que con esfuerzo, dedicación y Fe no hay nada imposible.

Mis Abuelos, por ser quienes estuvieron conmigo siempre apoyándome, dando su amor, disciplina y consejos para lograr mis metas.

Mi hermana, por sus consejos, apoyo y amor siempre.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mi Madre por todo su amor, cariño, comprensión, apoyo y ser un ejemplo de persona a seguir, gracias a ella he logrado alcanzar esta meta en mi vida, que sin ella no hubiera sido posible alcanzar mi objetivo TE AMO.

Mis amigos, Eduardo, Cesar, Wolfgang, Icu, Aroldo, Luciano, Adrián, Rubén, Aarón, Manuel, Jorge, Antonio, Benjamín, Gracias por compartir momentos de felicidad, angustia y pena, durante este ciclo universitario, gracias a ustedes amigos ya que me apoyaron y brindaron su amistad incondicionalmente en todo momento.

Mis compañeros, Sostenes Leal, Luis Linares, Sergio López, Sara Ortiz, Mildred Oliva, Oscar Marroquín, quienes me apoyaron e intervinieron de una u otra manera en el alcance de este objetivo.

Naturaceites: por la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un ambiente de profesionalismo.

Mis supervisores Ing. Agr. Mirna Herrera y José Horacio Ramírez, por su supervisión profesional, apoyo y ejecución del presente trabajo.

Mi asesor Ing. Agr. Filadelfo Guevara, por su asesoría profesional, en la realización de la presente investigación.

## ÍNDICE GENERAL

**PÁGINA**

### **CAPÍTULO I**

<b>DIAGNÓSTICO GENERAL DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.), EN LA FINCA RANCHO MAYA, MUNICIPIO DE LOS AMATES, DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A.....</b>		<b>1</b>
1.1	PRESENTACIÓN .....	2
1.2	PLANTEAMIENTO O DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.3	OBJETIVOS.....	4
1.3.1	General.....	4
1.3.2	Específicos.....	4
1.4	METODOLOGÍA.....	4
1.5	RESULTADOS.....	4
1.5.1	Marco Referencial.....	4
1.5.1.1	Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.....	4
1.5.2	Datos generales del vivero.....	5
1.5.2.1	Fertilizantes.....	6
1.5.2.2	Herbicidas.....	7
1.5.2.3	Fungicidas.....	7
1.5.2.4	Insecticidas.....	7
1.5.2.5	Equipos.....	8
1.5.2.6	Equipo de protección.....	8
1.5.2.7	Área del vivero.....	8
1.5.2.8	Riego.....	9
1.5.3	PROBLEMAS DETECTADOS EN EL VIVERO.....	9
1.5.3.1	Deficiencias de riego.....	9
1.5.3.2	Materiales.....	12
1.5.3.3	Aplicaciones inadecuadas de fertilizantes y herbicidas.....	12
1.5.3.4	Escaso control de malezas.....	13
1.6	CONCLUSIÓN.....	16

**PÁGINA**

1.7	RECOMENDACIONES.....	17
1.8	BIBLIOGRAFIA.....	18

**CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA  
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* sp)  
EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN LA FASE DE  
VIVERO, EN LA FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL,  
GUATEMALA, C.A.....**

		19
2.1	PRESENTACIÓN.....	20
2.2	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	21
2.3	JUSTIFICACIÓN.....	22
2.4	MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.4.1	Generalidades de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.....	23
2.4.2	Control de Enfermedades.....	23
2.4.2.1	Rhizoctonia.....	24
2.4.2.2	Pudrición de flecha – arqueo foliar.....	24
2.4.3	Características generales de Antracnosis.....	25
2.4.3.1	Antracnosis, ( <i>Colletotrichum</i> sp.).....	25
2.4.4	Características generales de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> .....	26
2.4.4.1	<i>Trichoderma harzianum</i> .....	26
2.4.4.2	Mecanismo de acción.....	27
2.4.4.3	<i>Bacillus subtilis</i> .....	29
2.4.5	CARACTERÍSTICAS DE FUNGICIDA DE CONTACTO (DHITANE).....	30
2.4.5.1	Ingrediente activo.....	30
2.4.5.2	Modo de acción.....	30
2.4.5.3	Compatibilida.....	31
2.4.6	Características de fungicida sistémico benomil 50 wp.....	31
2.4.6.1	Generalidades.....	31
2.4.6.2	Características.....	31

2.4.6.3	Medidas para la protección del medio ambiente.....	31
		<b>PÁGINA</b>
2.4.6.4	precauciones y advertencias de uso.....	32
2.5	OBJETIVOS.....	32
2.6	HIPÓTESIS.....	32
2.7	METODOLOGÍA.....	33
2.7.1	Metodología experimental.....	33
2.7.1.1	Material que se utilizó.....	33
2.7.1.2	Fungicidas químicos y biológicos evaluados.....	33
2.7.2	Evaluación del uso de fungicidas y agentes de control biológico.....	34
2.7.2.1	Diseño Experimental.....	34
2.7.3	Unidad experimental.....	34
2.7.4	Aplicación de tratamientos.....	35
2.7.5	Tratamientos evaluados (Cuadro 1).....	37
2.8	Cuantificación de la enfermedad Antracnosis en Palma Africana.....	38
2.8.1	Incidencia y severidad de planta.....	38
A.	Lectura de incidencia.....	38
2.8.1.1	Incidencia.....	38
B.	Lectura de severidad.....	39
2.8.1.2	Severidad.....	39
2.9	Evaluación de la eficiencia del uso de <i>trichoderma harzianum</i> , <i>bacillus subtilis</i> y fungicidas químicos.....	41
2.10	Determinación económica de los tratamientos que sobre la incidencia y severidad de antracnosis.....	41
2.11	Análisis de la información.....	41
2.11.1	Análisis temporal.....	41
2.12	Determinación del modelo a que corresponde el conjunto de datos de la intensidad de la enfermedad colectados en el tiempo (lecturas quincenales).....	42
2.13	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
2.13.1	Evaluación del uso de fungicidas y agentes de control biológico.....	42

2.13.2	Análisis de varianza para la variable incidencia de Antracnosis.....	49
		<b>PÁGINA</b>
2.13.3	Prueba de medias LSD Fisher.....	50
2.13.4	Evaluando el uso de rotaciones de fungicidas químicos y biológicos sobre la incidencia y severidad de Antracnosis causado por el hongo ( <i>Colletotrichum</i> sp.).....	51
2.13.5	Análisis de varianza para la variable incidencia de Antracnosis.....	55
2.13.6	Prueba de medias LSD Fisher.....	57
2.13.7	Determinar económicamente el tratamiento que tenga el mejor uso sobre la incidencia y severidad de Antracnosis.....	57
2.13.7.1	Análisis de costos de los tratamientos evaluados sobre la incidencia y severidad de Antracnosis.....	57
2.14	CONCLUSIONES.....	62
2.15	RECOMENDACIONES.....	63
2.16	BIBLIOGRAFÍA.....	64
2.17	ANEXOS.....	65

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO DE LA FINCA RANCHO MAYA**

	<b>MUNICIPIO DE LOS AMATES DEPARTAMENTO DE IZABAL.....</b>	<b>67</b>
3.1	PRESENTACIÓN.....	68
3.2	SERVICIOS PRESTADOS.....	68
3.2.1	Servicio 1: Elaboración de censo y bitácora del vivero de palma Africana ( <i>Elaeis guineensis</i> ) en la Finca Rancho Maya en el Municipio de los Amates departamento de Izabal, Guatemala C.A.....	67
3.2.2	Objetivos.....	68
3.2.2.1	General.....	68
3.2.2.2	Específicos.....	68
3.2.3	MATERIALES.....	69
3.2.4	Metodología.....	69
3.2.4.1	Fase de Campo:.....	69

3.2.4.2 Fase de Gabinete:.....	70
	<b>PÁGINA</b>
3.2.5 Resultados.....	70
3.2.5.1 Inventario de Materiales del Vivero.....	70
3.2.5.2 Personal del vivero.....	71
3.2.5.3 Cantidad de plantas en el vivero.....	71
3.2.5.4 Plan de control químico.....	74
3.2.2 Servicio 2: Evaluación de 3 presentaciones del fertilizante de liberación controlada Osmocote sobre el crecimiento del cultivo de palma Africana ( <i>Elaeis guineensis. Jacq.</i> ) En la fase de vivero en la finca Rancho Maya, municipio de Los Amates, Departamento de Izabal, Guatemala, CA.....	78
3.2.3 Objetivos:.....	78
3.2.3.1 General:.....	78
3.2.3.2 Específicos:.....	78
3.2.4 Materiales y Metodología.....	78
3.2.4.1 Materiales.....	78
3.2.4.2 Metodología.....	79
3.2.5.1 Descripción de variables.....	79
3.2.5.2 Descripción del fertilizante.....	79
3.2.5.3 Descripción de tratamientos.....	80
3.2.6 Resultados.....	84
3.2.7 Conclusión.....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
CUADRO 1. INSUMOS DE FERTILIZANTES EN BODEGA DEL VIVERO.....	6
CUADRO 2. INSUMOS DE HERBICIDA EN BODEGA.....	7
CUADRO 3. INSUMOS DE FUNGICIDA EN BODEGA.....	7
CUADRO 4. INSUMOS DE INSECTICIDA EN BODEGA.....	7
CUADRO 5 REQUERIMIENTO DE AGUA POR PLANTA EN DIFERENTES EDADES. ....	9
CUADRO 6. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS PARA ENSAYO DE EVALUACIÓN DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> Y <i>BACILLUS</i> <i>SUBTILIS</i> SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS, EN FASE DE VIVERO.....	37
CUADRO 7. BASE CONSOLIDADA DE TODA LA TOMA DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD EN EL CULTIVO, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL. GUATEMALA, 2013.....	43
CUADRO 8. TOMA DE DATOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA DE LAS PLANTAS EN VIVERO, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL. GUATEMALA, 2013.....	44
CUADRO 9. TOMA DE DATOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA SEVERIDAD DE LAS PLANTAS EN VIVERO, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL, GUATEMALA 2013.....	44
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS CAUSADA POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i>	50
CUADRO 11. PRUEBA DE MEDIAS LSD FISHER, PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS CAUSADA POR <i>COLLETOTRICHUM SP</i> , BAJO CONDICIONES DE FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL.. ....	51
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS CAUSADA POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> ..	56
CUADRO 13. PRUEBA DE MEDIAS LSD FISHER, PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS CAUSADA POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM</i> . SP, BAJO CONDICIONES DE FINCA DE FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL.GUATEMALA, 2013. ....	57
CUADRO 14 MATERIALES E INSUMOS APLICADOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON SUS RESPECTIVOS COSTOS, FINCA RANCHO	

**PÁGINA**

MAYA, LOS AMATES, IZABAL. GUATEMALA, 2013. ....	58
CUADRO 15. COSTOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO, COMO TAMBIÉN EL COSTO POR HECTÁREA, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL. GUATEMALA, 2013. ....	61
CUADRO 16. RECURSOS MATERIALES QUE POSEE EL VIVERO. ....	70
CUADRO 17. RECURSO HUMANO QUE POSEE EL VIVERO. ....	71
CUADRO 18. NÚMERO DE PLANTAS POR PANTE, EN EL VIVERO DE LA FINCA RANCHO MAYA. ....	71
CUADRO 19. APLICACIÓN DE FUNGICIDAS EN EL ÁREA DEL VIVERO. ....	74
CUADRO 20. APLICACIÓN DE HERBICIDA EN EL ÁREA DEL VIVERO. ....	75
CUADRO 21. APLICACIÓN DE INSECTICIDA EN EL ÁREA DEL VIVERO. ....	75
CUADRO 22. APLICACIÓN DE FERTILIZANTE EN EL ÁREA DEL VIVERO. ....	76
CUADRO 23. DESCRIPCIÓN DE PRESENTACIONES DEL FERTILIZANTE OSMOCOTE. ....	80
CUADRO 24. SE OBSERVA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS Y LAS DIFERENTES APLICACIONES REALIZADAS EN EL VIVERO DE FINCA RANCHO MAYA LOS AMATES IZABAL. ....	82

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1. CROQUIS DEL VIVERO ESTABLECIDO EN RANCHO MAYA. ....	8
FIGURA 2. SISTEMA DE RIEGO DE LAS PLANTACIONES DE LA FINCA. ....	11
FIGURA 3. PIVOTES REGANDO CULTIVO DE PALMA, EN LAS PLANTACIONES DE LA FINCA. ....	11
FIGURA 4. PLANTAS QUEMADAS POR EL MAL MANEJO AGRONÓMICO. ....	12
FIGURA 5. PLANTAS QUEMADAS POR EL MAL MANEJO AGRONÓMICO. ....	13
FIGURA 6. MALEZA CRECIDA ENTRE LAS CALLES DEL VIVERO EN PALMA AFRICANA. ....	14
FIGURA 7. MALEZA CRECIDA ENTRE LAS CALLES DEL VIVERO EN PALMA AFRICANA. ....	15
FIGURA 8: PALMA AFRICANA. ....	33
FIGURA 9. CROQUIS DE LOS TRATAMIENTOS. ....	35
FIGURA 10. APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES INSUMOS, PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS, 2013, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL. ....	35
FIGURA 11. APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS, 2013, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL. ....	36

## PÁGINA

FIGURA 12. APLICACIÓN DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> DIRECTAMENTE AL SUELO, 2013, FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL.....	36
FIGURA 13. ROTACIÓN DE LAS APLICACIONES. ....	37
FIGURA 14. ESCALA DESCRIPTIVA UTILIZADA EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, PARA EL MANEJO DE ANTRACNOSIS. ....	40
FIGURA 15. PROGRESO DE LA INCIDENCIA EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> , EN LA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS VS TESTIGO ....	46
FIGURA 16. PROGRESO DE LA SEVERIDAD, EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> , EN LA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS VS TESTIGO ....	47
FIGURA 17. COMPORTAMIENTO EN CUANDO AL TIEMPO DE LA INCIDENCIA EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> , EN LA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS VS TESTIGO .....	48
FIGURA 18. COMPORTAMIENTO EN CUANDO AL TIEMPO DE LA SEVERIDAD, EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> , EN LA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS VS TESTIGO. ....	49
FIGURA 19. PORCENTAJE TOTAL DE LA INCIDENCIA EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> EN LA EVALUACIÓN DE ROTACIONES BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS VS TESTIGO.....	52
FIGURA 20. PROGRESO DE LA SEVERIDAD, EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> .....	53
FIGURA 21. COMPORTAMIENTO DE LA INCIDENCIA EN EL TIEMPO, EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> , EN LA EVALUACIÓN DE ROTACIONES BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS VS TESTIGO.....	54
FIGURA 22. COMPORTAMIENTO EN CUANDO AL TIEMPO DE LA SEVERIDAD, EN LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS CAUSADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> .....	55
FIGURA 23. COSTOS POR INSUMOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS EN PALMA AFRICANA, CON DIFERENTE CANTIDAD DE APLICACIONES Y PRECIOS, PARA CADA PRODUCTO .....	59
FIGURA 24. COSTOS TOTALES DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS O INSUMOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS EN PALMA AFRICANA.....	60

FIGURA 25. COSTOS TOTALES POR HECTÁREA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE ANTRACNOSIS OCASIONADO POR EL HONGO <i>COLLETOTRICHUM SP.</i> .....	61
FIGURA 26. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA. ....	65
FIGURA 27. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA .....	66
FIGURA 28. CROQUIS DE LOS PANTES EN EL VIVERO.....	72
FIGURA 29. VIVERO FINCA RANCHO MAYA.....	73
FIGURA 30. RIEGO POR ASPERSIÓN ESTABLECIDO EN EL VIVERO DE FINCA RANCHO MAYA.....	73
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS. ....	80
FIGURA 32. CROQUIS DE LAS PARCELAS ESTABLECIDAS EN EL VIVERO.....	83
FIGURA 33. APLICACIÓN DE FERTILIZANTE OSMOCOTE .....	83
FIGURA 34. ALTURA DE PLANTAS DEL ENSAYO EN VIVERO .....	84
FIGURA 35. DIAMETRO DE PLANTAS DEL ENSAYO EN VIVERO .....	85
FIGURA 36. MEDICIÓN DE DIÁMETRO .....	86
FIGURA 37. ALTURA DE PLANTA.....	86
FIGURA 38. MEDICIÓN DE ALTURA DE PLANTA.....	87

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* sp.), EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, REALIZADOS EN LA FINCA RANCHO MAYA, EN EL MUNICIPIO DE LOS AMATES, DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C .A.**

**EVALUATION OF DIFFERENT TREATMENTS ON THE INCIDENCE AND SEVERITY OF ANTHRACNOSE (*Colletotrichum* sp.) A AFRICAN PALM (*Elaeis guineensis* Jacq), DIAGNOSIS AND SERVICES PERFORMED IN RANCHO VILLA MAYA IN THE MUNICIPALITY OF AMATES DEPARTMENT IZABAL, GUATEMALA, C. A.**

**RESUMEN**

Este documento presenta la integración de las tres fases ejecutadas en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el período comprendido de febrero a noviembre de 2012, en esta última etapa el estudiante integra los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo. Los tres informes incluidos son el diagnóstico, investigación de campo y los servicios realizados, en la Empresa Naturaceites S. A.

La primera fase consistió en la elaboración de un diagnóstico general del vivero de palma Africana, en la finca Rancho Maya, municipio Los Amates, departamento de Izabal, en la que se realizaron entrevistas y observación directa en el área de vivero sobre las prácticas agronómicas realizadas. Se identificaron las diferentes actividades que realizan los trabajadores en el vivero, desde la preparación del suelo hasta la siembra definitiva en campo. A partir de esta información se decidió cuáles serían los servicios que se llevarían a cabo en la empresa y el tema de la investigación a realizar.

En la segunda fase se desarrolló la investigación denominada: “Evaluación de diferentes tratamientos sobre la incidencia y severidad de antracnosis (*colletotrichum* sp) en palma africana (*Elaeis guineensis* jacq), en fase de vivero, realizados en la finca Rancho Maya, en el municipio de Los Amates, departamento de Izabal, Guatemala, C.A.”. El estudio tuvo como objetivo principal generar recomendaciones para la utilización de diferentes productos químicos y biológicos, para el control de la enfermedad Antracnosis en fase de vivero; para ello, se realizó la aplicación de diferentes tratamientos en las parcelas experimentales, luego de observar la reacción de la enfermedad en las plantas se procedió a tabular la información y se obtuvieron los resultados del comportamiento de la enfermedad, en las aplicaciones de los diferentes productos. Por lo que se recomendó, la utilización de los fungicidas químicos que proporcionaron el mejor control sobre la enfermedad.

En la última fase, se describen los servicios realizados dentro de la Empresa Naturaceites S.A, en el área de vivero. Dentro de los servicios ejecutados se encuentran: 1) La elaboración de un censo y bitácora del vivero en la Finca Rancho Maya. 2) Evaluación de tres presentaciones del fertilizante de liberación controlada osmocote, sobre el crecimiento del cultivo de palma africana, en la fase de vivero en la finca Sacol.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL VIVERO DE PALMA AFRICANA (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.), EN LA FINCA RANCHO MAYA, MUNICIPIO DE LOS AMATES, DEPARTAMENTO DE IZABAL, GUATEMALA, C.A**

## 1.1 PRESENTACIÓN

Para los países tropicales, la palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*) representa una alternativa de excelente perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más aceite, que el proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos y con materiales genéticos más recientes. La diferencia en rendimiento es cada vez mayor y los problemas de salud, asociados a las grasas hidrogenadas serán superados, dando paso al uso del aceite de palma, para la fabricación de productos a base de origen vegetal. (lowe, 1963).

Esta planta produce dos importantes aceites: 1) aceite de palma, que se caracteriza por ser utilizado, extensamente en la elaboración de oleomargarina, manteca y grasas para la cocina y en la fabricación industrial, de muchos otros productos para la alimentación humana; y 2), aceite de almendra de palma (palmiste), el que posee un alto contenido de ácido láurico, el cual a su vez produce jabones de excelente espuma y otros productos, arriba mencionados. También los aceites vegetales, están siendo transformados en muchos otros productos, para uso técnico como: biocarburantes y aceites biológicos naturales. (lowe, 1963).

Desde el punto de vista energético, hay que tomar en cuenta los pronósticos muy pesimistas, relacionados con una corta vida de las reservas mundiales de petróleo y el impacto negativo de esta industria en términos ambientales, tanto por la contaminación de la atmósfera, como por el efecto invernadero, tomando más fuerza la necesidad de producción mundial de combustibles renovables y de combustión más limpia. (ACNUR.org. 2013).

La finca Rancho Maya se dedica a la producción y manejo de plántulas en vivero, que luego son distribuidas en la misma finca, para el establecimiento de plantaciones que se dedican a la producción de racimos de palma aceitera. Esta empresa está tomando mucha importancia en los mercados internacionales, debido a las investigaciones que se están realizando para la fabricación de Biodiesel derivado del aceite de palma africana (*Elaeis Guineensis*). La plantación se inició en el año de 1997, con una extensión de 20 hectáreas en la finca El Chapín, con material procedente de Costa Rica.

En el presente documento se dan a conocer las debilidades y las fortalezas que posee el vivero en Finca Rancho Maya, los Amates Izabal.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.**

La finca Rancho Maya se dedica a la producción y manejo de plántulas en vivero, que luego son distribuidas en la misma finca, para el establecimiento de plantaciones que se dedicaran a la producción de racimos de palma aceitera. Esta empresa está tomando mucha importancia en los mercados internacionales, debido a las investigaciones que se están realizando para la fabricación de Biodiesel, derivado del aceite de palma africana (*Elaeis Guineensis*).

La empresa Inversiones de Desarrollo Sociedad Anónima (NATURACEITES S.A.), está constituida por las fincas Panacté, La Cabaña, Sejú, Chabiland, Río Zarco, Pataxte, Guaritas, y Chapín, las cuales comenzaron a adquirirse en los años 2004-2005, aunque en la actualidad la empresa se está asociando con terceros productores para ampliar la zona de cultivo de palma africana, como es la finca Rancho Maya.

Este crecimiento de productores asociados para ampliar el área de cultivo de Palma africana, ha propiciado la generación de una serie de problemas vinculados al manejo de los viveros de este cultivo, siendo necesario realizar un Diagnóstico que permita conocer esta problemática, para diseñar un Plan de manejo adecuado a la planta en vivero y con ello, obtener resultados favorables en las plántulas de palma y asegurar una buena producción en el cultivo en un futuro.

## **1.3 OBJETIVOS.**

### **1.3.1 General**

- Ejecutar el diagnóstico en la finca de Productores terceros, Rancho Maya, Los Amates, Izabal.

### **1.3.2 Específicos**

- Conocer el manejo agronómico del vivero de palma africana, en la finca de Productores terceros, Rancho Maya, los Amates, Izabal.
- Determinar las principales debilidades y fortalezas, en el manejo del vivero, en la finca de Productores Terceros, Rancho Maya, los Amates, Izabal.

## **1.4 METODOLOGÍA**

Se recorrieron las instalaciones de la finca Rancho Maya, donde estaba ubicado el vivero. Se procedió a la presentación al personal que labora en el vivero.

Se realizó la fase de gabinete, donde se recopiló información del cultivo de palma africana, por medio de fuentes secundarias (documentos, libros, archivos de la empresa), con el fin de obtener conocimientos introductorios sobre del cultivo.

En la fase de campo, se recolectó información sobre el vivero en finca Rancho Maya, haciendo un recorrido en todo el vivero, observando el manejo agronómico que le dan al mismo y obteniendo información proporcionada por el personal que labora en el vivero.

Con la información colectada se procedió a organizar los resultados en tablas y al análisis de la misma, para conocer las debilidades y fortalezas del vivero.

## **1.5 RESULTADOS**

### **1.5.1 Marco Referencial**

#### **1.5.1.1 Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.**

### **1.5.1.2 Altitud**

La altura máxima de esta finca es de 77 metros sobre el nivel del mar (Argueta, 2006).

### **1.5.1.3 Clima**

El clima es caliente tropical, con un verano o época seca de unos tres meses, de marzo a mayo. El período mayor de lluvia es entre junio y agosto. Los datos del Observatorio Nacional, correspondientes al área de la finca para el año de 2011, cubriendo un periodo de 14 años de registro, dieron una temperatura media de 31.7 centígrados, una temperatura promedio máxima 33.1 centígrados, una temperatura promedio mínima 20.7 centígrados. El total de precipitación fue de 2,089.3 milímetros, con 182 días de lluvia y humedad relativa media de 77% (Argueta, 2006).

### **1.5.1.4 Suelo**

Las características de los suelos de la finca Rancho Maya, de acuerdo a la clasificación de los suelos de la República de Guatemala, de Simmons, Tarano y Pinto son: Ga. El material original esquito o esquito arcilloso. El relieve inclinado, con drenaje interno bueno. El color superficial es café muy oscuro, café oscuro a café amarillo. Textura franco–arcillo–limosa a más liviana (Argueta, 2006).

## **1.5.2 Datos generales del vivero.**

El vivero cuenta con dos variedades de palma africana, siendo Deli x Nigeria y Deli x Ghana. La cantidad de plantas contabilizadas fue de 36,660 plántulas de palma, a un distanciamiento de 1 metro entre planta y 0,86 metros entre surcos,

El vivero cuenta con una bodega, en donde se pudo observar los siguientes insumos, para el manejo agronómico del cultivo de palma

### 1.5.2.1 Fertilizantes

La fertilización es aplicada según el plan de fertilización, establecido por la empresa Naturaceites. En el cuadro 1, se observa las diferentes aplicaciones y las dosis para cada edad de las plantas.

Cuadro 1. Insumos de fertilizantes en bodega del Vivero.

Aplicación	Edad en semanas	Gramos de fertilizante				
		Fertilizantes en gramos				
		DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	KCI	KMAG
1	10	5				
2	12		5			
3	14					
4	16			7		
5	18					7
6	20		9			
7	22			9		
8	24				15	
9	26		12			
10	28		15			
11	30					15
12	32		18			
13	34			18		
14	36					20
15	38		20			
16	40				25	
17	42		25			
18	44					30
19	46			30		
20	48				30	
21	50		30			
22	52		30			
<b>Total en gramos.</b>		<b>5</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>72</b>

Fuente: Empresa Naturaceites.

### 1.5.2.2 Herbicidas

Se realiza la aplicación de herbicida, según la incidencia que tienen las malezas en el campo de la plantación de palma africana. En el cuadro 2, se observa el tipo de herbicida y la dosis a aplicar al cultivo.

Cuadro 2. Insumos de herbicida en bodega.

<b>Centímetros Cúbicos de Herbicida</b>			
<b>Koltar</b>	<b>Estelar</b>	<b>Reglone</b>	<b>Esterlone</b>
50 cc/16 litros de agua	50 cc/ 16 litros de agua	75 cc/ litros de agua	50 cc/ 16 litros de agua

Fuente: Elaboración propia

### 1.5.2.3 Fungicidas

La aplicación de Fungicida, se realiza según la aparición de hongos y enfermedades, en la plantación de palma africana. En el cuadro 3, se observa el tipo de fungicida que se aplica y su dosis.

Cuadro 3. Insumos de fungicida en bodega.

<b>Centímetros Cúbicos de Fungicida</b>			
<b>Pursue</b>	<b>Pronto</b>	<b>Dithane</b>	<b>Benomil</b>
75 cc/ 16 litros de agua	30 cc/ 16 litros de agua	25 cc/ 16 litros de agua	30 cc/ 16 litros de agua

Fuente: Elaboración Propia

### 1.5.2.4 Insecticidas

La aplicación de insecticida se encuentra establecida por la empresa, como método de prevención de plagas, que puedan atacar a la plantación de palma africana. La aplicación se realiza cada 15 días. En el cuadro 4, se observan los diferentes productos de insecticida con su respectiva dosis para su aplicación.

Cuadro 4. Insumos de insecticida en bodega.

<b>Centímetros Cúbicos Insecticida.</b>		
<b>Malatión</b>	<b>CPF 48</b>	<b>Rienda</b>
50 cc/ 16 litros de Agua	50 cc/ 16 litro de agua	20 cc/ Bomba

Fuente: Elaboración Propia

### 1.5.2.5 Equipos

6 bombas de mochila de 16 litros.

4 bombas son usadas para aplicación de herbicida.

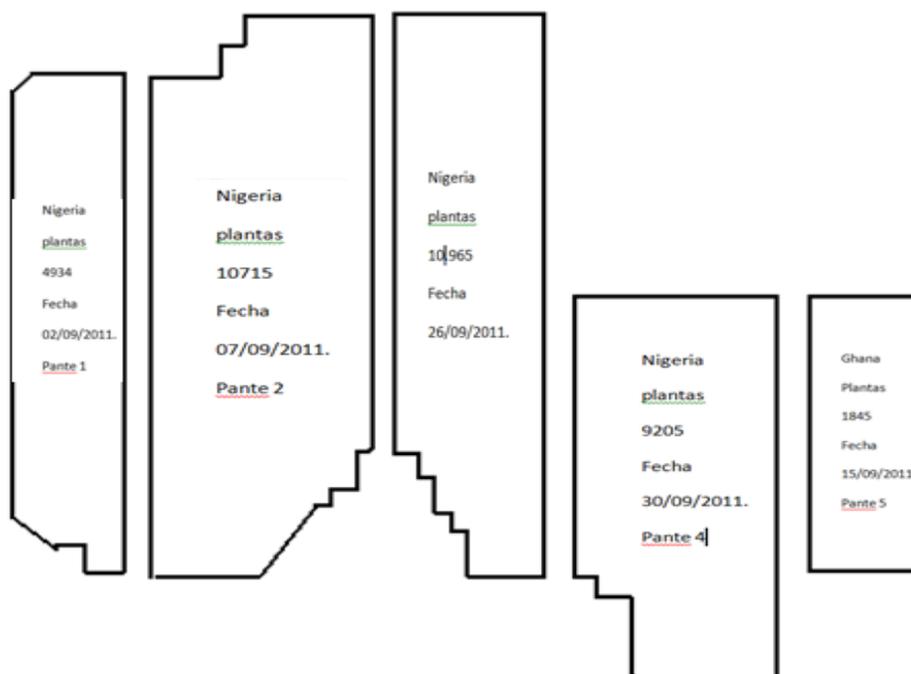
2 bombas son usadas para aplicación de insecticida y fungicida.

### 1.5.2.6 Equipo de protección

3 equipos de protección para las aplicaciones, compuestos por gorro, pantalón, capa, mascarilla, botas de hule.

### 1.5.2.7 Área del vivero

El área que posee el vivero es de 3.23 ha y está dividido en 5 pantes de diferentes medidas, con un total de 37,660 plantas, de las variedades deli x Nigeria y Deli x Gana. El diseño del vivero es.



Area pante 1: 4,243.24 mts2    Area Pante 2: 9,214.9 mts2    Area pante 3: 9,429 mts2

Area pante 4: 7916.30 mts2    Area pante 5: 1586.70 mts2

Pante 1: 31 filas.    Pante 2: 61 filas    pante 3: 62 filas    pante 4: 61 filas    Pante 5: 15 filas.

Figura 1. Croquis del vivero establecido en Rancho Maya.

### 1.5.2.8 Riego

El sistema de riego que utilizan en el vivero es riego por aspersión, con 4 aspersores de cañón. Tienen 105 tubos para los ramales laterales y principales, midiendo 27 metros cada tubo. Se riega durante 20 minutos al día, toda la plantación.

## 1.5.3 PROBLEMAS DETECTADOS EN EL VIVERO

### 1.5.3.1 Deficiencias de riego

Al realizar varios recorridos en el vivero, se comprobó que el riego era una de las debilidades más evidentes en el vivero, ya que no tenían establecido cual era el caudal que expulsaban los aspersores, es decir, no sabían cuánto mm/día de agua aplicaban en las plantas. En la información obtenida de documentos, se conoció que la necesidad de riego depende del ambiente, pero generalmente se debe aplicar un promedio de 8 mm/día, según la edad de la planta. En el cuadro 5, se presentan los requerimientos de agua en función de la edad de la planta de Palma africana (Lowe, 1968).

Cuadro 5 Requerimiento de agua por planta en diferentes edades.

Edad de la Planta (meses)	Cantidad de agua requerida	
	Milímetros/Día	Litros/bolsa/día
0 a 2	5	0.25
2 a 4	6	0.30
4 a 6	7	0.35
6 a 10	8	0.40

Por lo siguiente se realizó el aforo de los aspersores y el procedimiento fue el siguiente:

Se utilizó una manguera de aproximadamente 1 metro de largo y 2 pulgadas de diámetro. Se procedió a aforar, colocando la manguera en la punta del aspersor y con la ayuda de un cronometro, se encendió el aspersor hasta que se llenara la cubeta de agua y luego se paraba el tiempo; esto se realizó 5 veces, para obtener una media. El promedio de las 5 lecturas fue de 3.24 segundos, para un volumen de agua de 17.01 litros. Este caudal se transformó de litros/seg a metros<sup>3</sup>/seg. Estos resultados permitieron conocer los milímetros de agua que se regaban al día, siendo 0.0054 mts<sup>3</sup>/seg. Seguidamente se obtuvo el área

de mojado de los aspersores, a través de medir con un metro la distancia máxima o el diámetro de mojado que alcanzaba el chorro expulsado del aspersor, dando un resultado de 27 metros. Utilizando la fórmula de Área de un círculo=  $\pi r^2$ , se pudo calcular el área que abarcaba cada aspersor, obteniéndose un valor de 2290.22 mts<sup>2</sup>. Con esta información, se procedió a determinar los milímetros de agua que se aplicaban a las plantas, realizándose de la siguiente manera: se dividió 0.0054 mts<sup>3</sup>/seg entre 2290.22mts<sup>2</sup>, para obtener un resultado de  $2.3578 \times 10^{-6}$  mts/seg. Para calcular los milímetros de agua que se aplicaban a la planta en el día, se hizo de la siguiente manera: Como se regaban 20 minutos = 1200 segundos y 1 metro = 1000 milímetros, se realizó la multiplicación, así:  $2.3578 \times 10^{-6}$  mts/seg. X 1200 seg. X 1000 mm = 2.8294 mm, lo cual multiplicado por 2, por el traslape del riego, se obtuvo un total de 5.65 mm/día de agua que se regaban al día. Las plantas que estaban al centro recibían una lámina de 5.65 mm/día y las plantas de la orilla, como no tienen traslape, se riegan solamente una vez, por lo que se les aplican 2.83 mm/día. De esta manera se logró determinar la cantidad de agua en milímetros, que se le aplicaban a las plantas en el vivero. Al comparar estos valores obtenidos con los valores presentados en la tabla 5, se comprueba que las cantidades de agua no son las requeridas por las plantas de palma africana, de acuerdo a su edad. Considerando que las plantas más pequeñas tienen una edad de 4 meses y las más grandes 6 meses, la lámina ideal de agua sería de 7 milímetros al día.



Figura 2. Sistema de riego de las plantaciones de la Finca.

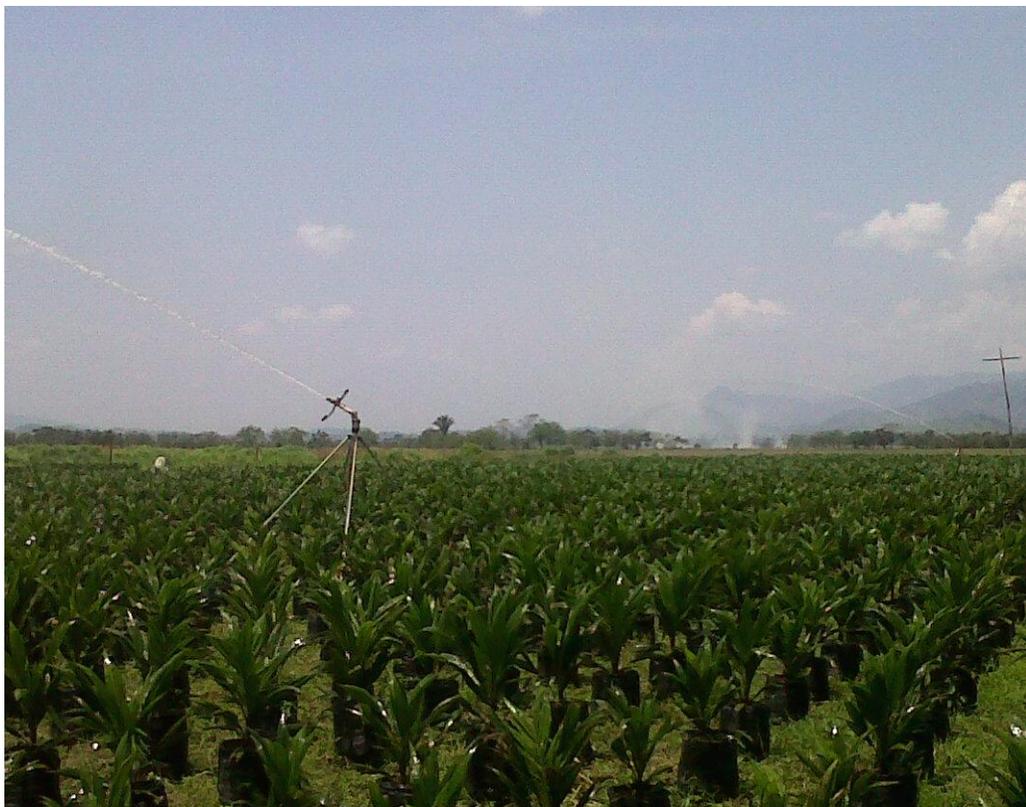


Figura 3. Pivotes regando cultivo de palma, en las plantaciones de la Finca.

### 1.5.3.2 Materiales

- Metro
- Cubeta
- Libreta de campo
- Lapicero
- Calculadora
- Manguera
- Cronometro

### 1.5.3.3 Aplicaciones inadecuadas de fertilizantes y herbicidas

Otro problema que se detectó al recorrer el vivero, fue las quemaduras en las primeras hojas, comprobándose que eran plantas quemadas por fertilizantes, ya que existía contacto entre la hoja con el fertilizante, al momento de aplicarlos entre los surcos. Estas plantas quemadas manifestaban el mal manejo de las aplicaciones de herbicidas y fertilización, por parte de los trabajadores de la Finca Rancho Maya. En la figura 4, se muestra el daño por quemaduras por fertilizantes y residuos de herbicidas.



Figura 4. Plantas quemadas por el mal manejo agronómico.



Figura 5. Plantas quemadas por el mal manejo agronómico.

#### 1.5.3.4 Escaso control de malezas

El tercer problema observado al momento de recorrer el vivero, es la abundancia de maleza, las cuales compiten por luz, agua y nutrientes con las plantas de palma africana. La explicación a este escaso control, obedece a las siguientes razones:

- ✓ Hay muy poca gente laborando en el vivero y no se dan abasto para las aplicaciones,
- ✓ Si surge una emergencia en el vivero, dejan de aplicar el tratamiento y luego no terminan con la aplicación.
- ✓ Por terminarla rápido, ya no la aplican de la manera adecuada,
- ✓ Asimismo, cuando ellos van terminando de aplicar el herbicida en todo el vivero, ya viene creciendo de nuevo la maleza,
- ✓ Las malas rotaciones de herbicidas, lo cual provoca que las malezas se vuelvan más resistentes a el tipo de herbicida que aplican.
- ✓ La mala organización y control del encargado del vivero, ya que a veces la bodega se queda sin herbicida y se tardan demasiado en abastecerla de nuevo, por lo que aumenta el crecimiento de la maleza, aplicando como una medida de emergencia, el control manual con machete, siendo una medida poco efectiva, ya que a los pocos días, la hierba crece de nuevo.

Este problema es de suma importancia, ya que si el suelo se mantiene siempre con malezas, aumenta la humedad y se propicia, el apareamiento de insectos vectores de enfermedades y a proporcionarle un hábitat a los hongos, que luego enferman a las plantas de palma africana. Asimismo, se convierten en un medio de transporte de plagas, ya que cuando la maleza esta grande, estas se pueden movilizar de una manera más fácil.



Figura 6. Maleza crecida entre las calles del vivero en palma africana.



Figura 7. Maleza crecida entre las calles del vivero en palma africana.

## 1.6 CONCLUSIÓN.

- El manejo que se le da al vivero de palma africana, en Finca Rancho Maya, es inadecuado para el buen crecimiento y desarrollo de la plantación, ya que los materiales e insumos no llegan en el tiempo que se les pide, también la reducción de presupuesto hace que no se pueda tener mayor contratación de mano de obra, por lo que las aplicaciones tiende a tardarse más de lo asignado, de la cual se atrasan las demás aplicaciones de otros insumos.
- Las principales debilidades que se encontraron en el vivero fue la mala aplicación de herbicidas, fertilizantes, insecticidas y riego del personal trabajador. El escaso personal que tienen para las labores diarias, ya que tienen solamente 2 personas encargadas en la aplicación de fertilizantes, desmalezado manual en las bolsas y enderezado de palmas caídas. Cuatro personas para las labores diarias que son aplicación de herbicidas, insecticidas, fungicidas, colocación de estacas para la introducción de plantas nuevas provenientes de otra finca, alineación de palmas ya establecidas, descargue de palmas de los caminos, chapeo entre otros. Las fortalezas encontradas en el vivero es la experiencia y el conocimiento por parte de algunos trabajadores en el manejo de vivero de palma africana, como lo es también el encargado del vivero.

## 1.7 RECOMENDACIONES.

- El suministro de agua, adecuado y oportuno es fundamental para el éxito de un vivero. Del balance correcto de humedad depende, en gran medida, el crecimiento óptimo de las palmas, por lo cual el riego por aspersión es el más recomendable porque tiene una mayor eficiencia de traslape, por lo que se recomienda subir la cantidad de tiempo en cada turno de riego a 25 minutos, para aplicar los 7 mm/día de agua, que es la lámina correcta para la plantación. Esto es el centro de la plantación, pero en toda la orilla del vivero se tienen que subir el tiempo a 50 minutos por turno de riego, o se puede aplicar agua manualmente a la orilla del vivero, una cantidad de 0.25 litros a cada planta, para compensar en los 7 mm/día que necesita el cultivo en su edad.
- La aplicación de fertilizantes es esencial en el crecimiento y rendimiento del cultivo, pero la mala aplicación hace que la plantación sufra con ese daño del mal manejo. Lo mismo ocurre con la aplicación del herbicida, por lo que el fertilizante se recomienda aplicarlo en la bolsa distribuyéndolo alrededor de la planta evitando el contacto con las hojas y tallo para no provocar estas quemaduras; y la aplicación de herbicidas, realizarlo al ras del suelo, cuando no haya mucho viento, para que no se eleve el herbicida y no tenga contacto con las hojas.
- Se recomienda la contratación de más personal, para mejorar las aplicaciones y las labores diarias en el vivero. Esto permitirá que puedan terminar a tiempo y no dejen a medias sus actividades.
- Se recomienda para el control malezas en las calles, aplicar herbicidas post-emergentes de amplio espectro, dirigiendo la aplicación a la maleza, cuidando aplicar el producto con pantalla protectora y pegadito al suelo.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA.

Lowe, JW. 1968. Notas sobre el cultivo de la palma de aceite en Colombia. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Algodonero. 77 p.

ACNUR.org. 2013. El cultivo de la palma africana en El Choco (en línea). Colombia. Consultado 15 may 2013. Disponible en [http://www.acnur.org/t3/fileadmin/scripts/doc.php?file=t3/uploads/media/COI\\_1937](http://www.acnur.org/t3/fileadmin/scripts/doc.php?file=t3/uploads/media/COI_1937)

## **CAPÍTULO II**

### **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum* sp) EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* JACQ) EN LA FASE DE VIVERO, EN LA FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq) o africana, es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las Palmaceae; es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie. Originaria de países africanos, ha sido exportada a varias partes del mundo y cruzada con especies locales para crear híbridos que incrementen el nivel de producción (ACNUR.org, 2013).

La palma africana necesita condiciones climáticas y de terreno muy específicas para una producción ideal: las zonas tropicales del mundo resultan ser particularmente apropiadas para su cultivo, las condiciones edafo-climáticas para el cultivo de palma aceitera son las siguientes: una altitud hasta 500 msm, el suelo tiene que ser; franco, franco-arcillosos planos o ligeramente ondulados, sueltos y profundos de buena permeabilidad y bien drenados, con pH neutro o moderadamente ácido (máx. pH4), temperatura (°C): Máx 33°C - Min. 22°C, en todo caso no inferior a 21°C, luminosidad de 1500 hora/luz/año, lluvia de 1.800 y 2.200 mm/año, una humedad relativa de 80% (ACNUR.org, 2013).

Sin embargo, en la actualidad el cultivo de palma africana presenta una serie de problemas, causados por fitopatógenos, donde sobresale *Colletotrichum* sp., provocando la antracnosis. Esta problemática se agrava por la expansión del cultivo, en zonas agroecológicas favorables a la enfermedad. La incidencia de la enfermedad, se incrementa debido a factores como drenajes, fertilización, inadecuado uso de fungicidas, entre otros. Esta es una de las principales limitantes, en la producción de palma africana, en la fase de vivero en Guatemala (Lowe, 1968).

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en la finca Rancho Maya, ubicada en el municipio de Los Amates, del departamento de Izabal, donde se evaluó el uso de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*, sobre la incidencia y severidad de Antracnosis, causado por el hongo *Colletotrichum* sp., en palma aceitera, en fase de vivero, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las plagas y enfermedades, constituyen uno de los elementos limitantes dentro de la producción de cualquier cultivo, especialmente si son plantaciones a largo plazo. De aquí que su control, sea un factor a tener presente desde la siembra o trasplante hasta la cosecha, citado en el manual técnico sobre el manejo de enfermedades en palma africana. Sin embargo muchas veces al no tener un adecuado conocimiento de los posibles microorganismos y patologías asociadas a las distintas especies y el no saber distinguir claramente la sintomatología que producen distintos hongos, bacterias y virus en las plantas, se aplican medidas de control inapropiadas (Lowe,1968).

Dentro de los cultivos de mayor importancia económica en Guatemala, se encuentra el cultivo de palma africana. Por tal motivo se hace indispensable estudiar la eficiencia de todos los procesos productivos, siendo la etapa de vivero una de las más importantes y delicadas. En dicha etapa, el ataque del hongo *Colletotrichum sp.*, provoca la antracnosis, manifestándose por los serios problemas en el desarrollo de las plántulas, tales como: daños significativos en el área foliar de la planta, reduciendo el área fotosintética y por ende, disminuyendo el crecimiento y desarrollo de las plantas en fase de vivero (Lowe,1968).

Una de las empresas que está impulsando el establecimiento de plantaciones de Palma Africana, en Guatemala es la empresa Inversiones de Desarrollo Sociedad Anónima (Naturaceites S.A.), la cual está constituida por las fincas Panacté, La Cabaña, Sejú, Chabiland, Río Zarco, Pataxte y Chapín, estas fincas comenzaron a adquirirse en los años 2004-2005, aunque en la actualidad la empresa se está asociando con terceros productores, para ampliar la zona de cultivo de palma africana, como es la finca Rancho Maya.

Este crecimiento de productores asociados para ampliar el área de cultivo de Palma africana, ha propiciado la generación de una serie de problemas vinculados al manejo de los viveros de este cultivo, donde destaca la inadecuada aplicación de herbicidas, fertilizantes, insecticidas y riego, por parte del personal trabajador, provocando el apareamiento de enfermedades fungosas.

Es en este contexto, que la empresa Naturaceites propuso realizar la investigación "Evaluación de diferentes tratamientos sobre la incidencia y severidad de Antracnosis, en Palma Africana, con el objetivo de determinar que método de control biológico o químico es más eficiente sobre la incidencia y severidad de antracnosis, causado por el hongo *Colletotrichum sp.*

### 2.3 JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades del tipo "pudrición del cogollo" de la palma aceitera afectan decenas de miles de hectáreas de palma aceitera en América del Sur y América Central. Ellas han destruido plantaciones enteras en Panamá, Colombia, Surinam, Brasil y Ecuador. Esta enfermedad, constituye un freno al desarrollo del cultivo de la palma aceitera en América Latina (Arteaga et al., 2011).

Los ataques de la antracnosis son favorecidos por condiciones de estrés sobre las plantas, en particular por excesos de sombra, desbalances nutricionales y un suministro inadecuado del agua. Por lo consiguiente, a pesar de los tratamientos químicos que ha manejado la empresa, para poder minimizar la incidencia de la enfermedad de antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum sp.*, ha resultado difícil su control.

En Argentina, (Arteaga et al., 2011), encontró en un área de 2 hectáreas, un total de 272 plantas de palma africana, de las cuales 72 estaban enfermas, representando el 26.5% de plantas enfermas de Antracnosis, citado en el manual técnico sobre el manejo de enfermedades en palma africana. Es decir, más de un cuarto de la plantación afectada. En México se estima que en una hectárea se pueden producir de 38 a 40 toneladas de frutos, con un equivalente de 9.8 toneladas de aceite (6). El precio de una tonelada de aceite para el año 2013 es de US \$ 715.76 (5). Al calcular el 26.5% de 9.8 toneladas, se obtiene que la pérdida de aceite por el ataque de la antracnosis es de 2.60 toneladas de aceite, que equivalen a US \$ 1859.42 por año. Si se multiplican por 25 años, que es el ciclo de producción de palma africana, se obtiene un total de pérdidas de US\$ 46,485.4 por hectárea (Indexmundi.com, 2013).

Es dentro de este contexto, que resulta importante para la empresa Naturaceites S. A., explorar otras alternativas de control de la antracnosis, que permitan reducir estos impactos económicos y hacer más compatible con el medio ambiente, la actividad productiva de palma aceitera. Es por ello, que la empresa propuso realizar la presente investigación.

Se tomó la decisión de utilizar *Thichoderma harzianum* y *Bacillus Subtilis*, ya que teóricamente son productos que desplazan e eliminan a otros patógenos vegetales que dañan a las plantas, por lo que la empresa necesita hacer su evaluación y obtener resultados en una plantación de vivero, con el objetivo de poder hacer estos productos comerciales en la empresa y poder aplicarlos en todos los viveros que posee la empresa.

## **2.4 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.4.1 Generalidades de *Elaeis guineensis* Jacq.**

La palma de aceite en el ámbito mundial, también conocida como palma africana, ha escalado para ser hoy la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soya, con la diferencia de que la soya sólo produce 350 kilogramos de aceite por ciclo, mientras que de la palma es posible obtener más de cuatro toneladas de aceite por hectárea al año (Lowe, 1968).

A diferencia de otros cultivos perennes, que inician su producción a los cuatro o más años, esta palma tropical inicia la producción a partir del segundo año de establecida en campo y continúa por más de veinticinco años. Una producción de racimos durante todo el año, tiene un promedio de 1,500 frutos o corozos por racimo. Si se toma en cuenta el peso total del racimo, al menos el 20 por ciento de él, corresponde a aceite rojo comestible, semi-líquido, que se encuentra en la pulpa fibrosa que rodea a la semilla (Lowe, 1968).

Este aceite se extrae en plantas agroindustriales, situadas de manera que permitan procesar el fruto en menos de 24 horas después de la cosecha y así evitar que el aceite se descomponga y pierda su calidad (ACNUR.org, 2013).

El aceite de palma es de origen vegetal y se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma. El fruto es ligeramente rojo, al igual que el aceite embotellado sin refinar y es una rica fuente de vitaminas A y E (ACNUR.org, 2013).

La palma es originaria de África occidental y de ella, ya se obtenía aceite hace 5,000 años, especialmente en la Guinea Occidental, de donde pasó a América, introducida después de los viajes de Colón y en épocas más recientes, fue introducida al Asia desde América (ACNUR.org, 2013).

El cultivo en Malasia es de gran importancia económica, provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. En América, los mayores productores son Colombia y Ecuador (ACNUR.org, 2013).

### **2.4.2 Control de Enfermedades**

Las enfermedades en los viveros son causados generalmente, por hongos, siendo las más comunes las siguientes (Arteaga et al., 2011).

## **2.4.2.1 Rhizoctonia**

### **2.4.2.1.1 Agente causal: Thanatephorus cucumeris (hongo del suelo)**

#### **2.4.2.1.1.1 Síntomas**

Las lesiones son de color verde oliva, con un borde irregular de color café oscuro o violáceo, localizado en la base de las hojas más jóvenes de plántulas muy pequeñas. Las hojas afectadas se abren, las manchas se secan y se tornan de color blanquecino, y parte del tejido afectado se desprende dando una apariencia de deshilachado. En las hojas de mayor edad, aparecen manchas amarillentas con un borde similar al de plantas jóvenes (Arteaga et al., 2011).

#### **2.4.2.1.1.2 Control**

Eliminación de plantas fuertemente afectadas. Colocación de “mulch” para evitar salpique de la lluvia y la diseminación del hongo (Arteaga et al., 2011).

### **2.4.2.1.2 Agente causal: Phytophthora sp.**

#### **2.4.2.1.2.1 Síntomas**

Ataca las palmas cuando solo tienen 2 o 4 hojas, principalmente los folíolos de la parte media de las hojas más jóvenes. La lesión se inicia con manchas oscuras, que se desarrollan rápidamente, tomando luego un color pardo pálido con un borde café anaranjado. Cuando la lesión alcanza el meristemo apical, la planta muere. En casos menos severos, la lesión se seca, pero el halo o borde se mantiene (Arteaga et al., 2011).

#### **2.4.2.1.2.2 Control**

Regular el porcentaje de humedad y la sombra (Arteaga et al., 2011).

## **2.4.2.2 Pudrición de flecha – arqueo foliar**

Es una enfermedad ocasional. Su origen se cree que es genético (Arteaga et al., 2011).

#### 2.4.2.2.1 Síntomas

Lesiones pardas y oscuras, en folíolos contiguos de una misma hoja. Cuando esta hoja se desarrolla, el tejido se necrosa y se desprende con facilidad. En casos severos, las hojas flechas se necrosan totalmente, afectando otras más nuevas de la corona y tienen un olor fétido. Las hojas que se recuperan, presentan arqueamiento del raquis y problemas futuros de desarrollo, reincidencia de la enfermedad o ambos, por lo que se recomienda su eliminación. En general, las enfermedades fúngicas en los viveros se controlan con fungicidas sistémicos en aplicaciones alternas, dirigidas al follaje, para evitar la creación de hongos resistentes a estos productos.

### 2.4.3 Características generales de Antracnosis

#### 2.4.3.1 Antracnosis, (*Colletotrichum* sp.)

##### 2.4.3.1.1 Síntomas

El ciclo de vida del patógeno presenta tres estadios: conidial (*Fusicladium macrosporum*), picnidial (*Apiosphaeria ulei*) y ascógeno (*Microcyclus ulei*). El ciclo del hongo es de cinco meses para la formación de estromas, dos meses para la formación de ascas y un mes de maduración y descarga de ascosporas. Durante la fase perfecta del hongo (reproducción sexual), se producen las ascosporas, y en la fase imperfecta (reproducción asexual), se producen las conidias, responsables de la diseminación de la enfermedad (Arteaga et al., 2011).

*Colletotrichum* sp., es un hongo oportunista, que ataca severamente plantas con algún tipo de estrés, particularmente nutricional o de suministro de agua. Es el hongo más comúnmente asociado a la antracnosis en vivero. Inicialmente aparecen sobre las hojas más jóvenes, como puntos pequeños algo acuosos entre las venas. Las lesiones tienden a ser elongadas y al crecer son muy oscuras o pardas y están rodeadas por un borde de tejido más pálido. El centro puede cubrirse de una masa rosada. Las lesiones más activas pueden detectarse por un olor a violeta (Arteaga et al., 2011).

*Botryodiplodia* sp., aparece en palmas que no tienen una nutrición balanceada o bien están pasando por algún período de estrés. Típicamente las lesiones se localizan en las puntas de las hojas como pequeñas manchas transparentes. Estas lesiones crecen y cambian a un color pardo oscuro, que se rodea de un borde de color claro y un halo amarillento difuso. A medida que la lesión se desarrolla el centro de la misma, se seca y toma una textura papelosa, cambiando a un color gris. En esta fase de la lesión, se puede observar fácilmente cerca de la zona necrótica central, una serie de puntitos negros (Arteaga et al., 2011).

Melanconium elaeidis. Forma lesiones similares a Botryodiplodia sp, pero inicialmente tienen una apariencia más acuosa. Estas lesiones se desarrollan muy rápidamente y se forma alrededor un halo amarillento, que gradualmente se confunde con el tejido sano aún verde. El centro de la lesión se seca más rápidamente que en el caso de Botryodiplodia sp, de manera que el tejido muerto es más extensivo (Arteaga et al., 2011).

Los ataques de la antracnosis son favorecidos por condiciones de estrés sobre las plantas, en particular excesos de sombra, desbalances nutricionales y un suministro inadecuado del agua. Bajo estas condiciones la respuesta a los fungicidas es muy limitada, por lo cual se debe empezar el combate mejorando el manejo agronómico de las plantas de palma africana y aspectos técnicos del vivero (Arteaga et al., 2011).

La infección se facilita cuando las plantas están muy juntas y las hojas se rozan entre ellas, por lo que se recomienda a veces aumentar las distancias de siembra, pero antes de que las raíces hayan traspasado las bolsas, o de lo contrario la planta sufre un estrés muy fuerte. Una película persistente de agua sobre las hojas favorece el ataque (Arteaga et al., 2011).

Cuando se produce un ataque tardío, al final de la fase de mayor susceptibilidad de las hojas, éstos quedan adheridos a las ramas, y allí se producen los estromas dentro de los cuales están los peritecios, estructuras que alojan a las ascosporas. Estas ascosporas, son responsables por la sobrevivencia del hongo, cuando las condiciones climáticas le son adversas, sirven de inoculo primario (Arteaga et al., 2011).

#### **2.4.3.1.2 Mancha**

Las condiciones más favorables para el desarrollo de esta enfermedad, son una humedad relativa superior al 95% por 10 horas consecutivas, durante un período mínimo de 12 noches por mes, y rocío sobre las hojas durante 6 horas. El rango óptimo de temperatura para la enfermedad, está entre 21° a 26° C. Las esporas son diseminadas por el viento y la lluvia (Arteaga et al., 2011).

#### **2.4.4 Características generales de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis***

##### **2.4.4.1 *Trichoderma harzianum***

Es un hongo antagonista de patógenos vegetales y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan. Su aplicación, una vez formulado el producto, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, sobre semilleros, trasplantes, bandejas y plantas de maceta, empleando cualquier método

convencional. *Trichoderma harzianum* tiene excelentes propiedades para el control biológico, siendo especialmente efectiva contra *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium*. A su vez, es un excelente estimulador del crecimiento radicular (Echemendia, 1994).

Protege las raíces de enfermedades causadas *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, permitiendo el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos (Echemendia, 1994).

Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora los rendimientos en condiciones de estrés hídrico (Echemendia, 1994).

Compatible con inoculantes de leguminosas y con la posibilidad de aplicarse, a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico (Echemendia, 1994).

Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor (Echemendia, 1994).

Dicho preparado posee excelentes cualidades, para el control biológico de algunas enfermedades fúngicas y para la estimulación natural del crecimiento de plantas jóvenes. Posee además excelentes características medioambientales, pues tiene toxicidad nula para animales superiores, es inocuo para artrópodos útiles, como abejas y abejorros y no contamina el agua (Echemendia, 1994).

Actúa como antagonista ecológico, pues posee una habilidad especial para colonizar las raíces de las plantas, no dejando nicho ecológico a otros hongos patógenos que intenten infectar la raíz (Echemendia, 1994).

Actúa como bioestimulante del crecimiento radicular, pues promueve un desarrollo de raíces más fuertes y sanas, debido a la secreción de fitohormonas, lo que permite al incremento de masa radicular, una mejor asimilación de nutrientes y toma de humedad por la planta (Echemendia, 1994).

Puede ser empleado en rotación con insecticidas, compuestos enraizantes, fertilizantes y la mayoría de fungicidas, careciendo de efectos inhibidores o contraproducentes (Echemendia, 1994).

#### **2.4.4.2 Mecanismo de acción**

Las plantas disponen de varias vías y mecanismos, para resistir el ataque de diversos patógenos. Aunque algunas veces, el patógeno supera la propia defensa vegetal, produciendo una infección muy difícil de combatir, siendo posible aumentar las defensas de la planta frente a dichos agentes patógenos (Echemendia, 1994).

El uso de *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrol, es mayoritariamente preventivo, ya que si todavía no ha habido ataque, la planta está preparada y protegida para impedir la infección fúngica, y si ésta se ha producido ya, la acción del hongo *Trichoderma* proporciona a la planta una ayuda fundamental para superar dicha infección, llegando en algunos casos a controlarla (Echemendia, 1994).

El mecanismo exacto de biocontrol que utiliza el hongo, está todavía por descubrirse, pero fruto de numerosas investigaciones llevadas a cabo con cepas de este género, se obtienen las siguientes aproximaciones:

Actúa mediante dos mecanismos: Antibiosis (por secreción de sustancias que actúan contra los hongos patógenos) y Mico parasitismo (por alimentarse de hongos patógenos) (Echemendia, 1994).

El mico parasitismo se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma* sp., siendo el mejor mecanismo de control biológico para distintas enfermedades fúngicas (Echemendia, 1994).

En el proceso de destrucción de los patógenos por el hongo *T. harzianum*, intervienen una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas (Echemendia, 1994).

El mecanismo de “competencia” que poseen algunas cepas de *Trichoderma* sp., se considera esencial para la prevención de enfermedades, pues la zona colonizada no podrá ser ocupada por ningún patógeno (Echemendia, 1994).

Debido al aumento de crecimiento de las raíces, que se genera por la secreción de fitohormonas, existe una mejora en la tolerancia al estrés hídrico (Echemendia, 1994).

En algunos casos se especula la capacidad de solubilización de algunos nutrientes minerales como zinc o fósforo, escasamente solubles o insolubles (Echemendia, 1994).

Es difícil determinar exactamente los mecanismos de acción que emplean las cepas autóctonas del hongo *T. harzianum*, seleccionadas para el producto IAB-32, pero en definitiva proporciona una elevada defensa frente al ataque de hongos por vías diferentes, quedando demostrado en laboratorio y ensayos en campo, los siguientes resultados:

Es efectivo como tratamiento de semillas para hortícolas, extensivos y ornamentales. Aunque no hay que crearse falsas expectativas, al momento de compararse con el nivel de erradicación de enfermedad, que posee un fungicida químico. El hongo *T. harzianum* coloniza las raíces, aumenta la salud y masa radicular y consecuentemente, se

obtienen mayores rendimientos, lo cual no se consigue con un fungicida convencional (Echemendia, 1994).

Es efectivo empleado como aditivo a turbas empleadas en semilleros, o aplicada directamente en trasplantes, plantas de maceta o invernaderos. Puede reducir el uso de plaguicidas, limitando el ataque de enfermedades de raíz y ofrecer protección a largo plazo, para los trasplantes en campo (Echemendia, 1994).

#### **2.4.4.3 *Bacillus subtilis***

Algunas bacterias, como *Bacillus subtilis*, *streptomyces* sp, y *pseudomonas* sp., también son utilizadas como organismos antagonistas (Echemendia, 1994).

La bacteria *Bacillus subtilis* no tiene potencial patógeno, no produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas con propiedades anti fúngicas, como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticidas y fungicidas. La subtilina liberada por *Bacillus subtilis* actúa sobre la pared celular de hongos. Otras características son:

Corresponde a una bacteria Gram positiva (Echemendia, 1994).

Producen endosporas, las que son termo resistente y también resisten a factores físicos perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos (Echemendia, 1994).

Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones (Echemendia, 1994).

Muchos *bacillus* producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, graminicidina y circulina (Echemendia, 1994).

Son fermentativas, fermentando caseína y almidón (Echemendia. 1994).

Los callos en general, crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno (ANASAC.CL, 2013).

Viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70 grados centígrados (ANASAC.CL, 2013).

El límite inferior de pH para el género *Bacillus* es de 2 a 3 (Echemendia, 1994).

*B. subtilis* es conocido por ser antagonista de muchos hongos patógenos vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos, que incluyen la competencia por nutrientes; exclusión de sitio; colonización de la bacteria en el patógeno y/o la liberación de componentes celulares durante el crecimiento, en orden de eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato (Echemendia, 1994).

El proceso de liberación del contenido celular se cree que ha evolucionado, así el organismo protege su nicho, inhibiendo el crecimiento de los competidores y utilizando la misma fuente nutricional, e incluso posiblemente consumiendo a los competidores. Sumado al antagonismo/competencia y liberación de contenido celular, *B. subtilis* también ha demostrado inducir la resistencia sistémica natural de la planta contra patógenos bacterianos y fúngicos, propiedad llamada Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) (ANASAC.CL, 2013).

El tratamiento de semillas como los cereales, maíz dulce y zanahorias con suspensiones acuosa, pastas o polvos que contienen a las bacterias *B. subtilis* cepa A 13, han protegido a las plantas contra los patógenos de la raíz y ha dado como resultado, un mejor crecimiento y producción de esos cultivos, cuando varias clases de frutos de hueso, es decir, duraznos, nectarinas, albaricoques y ciruelos; fueron tratados, después de haber sido cosechados, con suspensiones de la bacteria antagonista *B. subtilis*, permanecieron libres de la pudrición causada por el hongo monilinia fructuicola, cuando menos durante nueve días (Echemendia, 1994).

## **2.4.5 CARACTERÍSTICAS DE FUNGICIDA DE CONTACTO (DHITANE)**

### **2.4.5.1 Ingrediente activo**

Mancozeb 80%

### **2.4.5.2 Modo de acción**

Libera metilisotiocianato que inactiva los grupos sulfhidrilo esenciales para las células de los hongos. Esta acción se verifica antes de la entrada del tubo germinal de las esporas (Nufarm.com, 2010).

- De acción preventiva.
- De amplio espectro.
- De adecuada residualidad.
- Compatible con muchos otros plaguicidas.
- Posee en su molécula tanto Mn (16%), como Zn (2%)
- No es fitotóxico.
- Apropriado para uso foliar, tratamiento de semillas o para aplicaciones al suelo.

- Baja toxicidad y reducido impacto ambiental: DL50> 7500 mg y menor solubilidad en agua.
- Escaso riesgo de surgimiento de resistencias.
- Con reducido grado de humedad, se obtiene un mayor grado de estabilidad durante el almacenamiento.

### **2.4.5.3 Compatibilidad**

Es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común, así como con fertilizantes foliares y reguladores de crecimiento (Nufarm.com, 2010).

## **2.4.6 Características de fungicida sistémico benomil 50 wp**

### **2.4.6.1 Generalidades**

Ingrediente activo: Benomyl

Nombre química: Methyl -1- (butylcarbamoil)-2- benzimidazole carbamate.

Grupo químico: Benzimidazoles

Formulación: Polvo mojable

Concentración: 500 g/kg

Uso: Fungicida

### **2.4.6.2 Características**

Benomyl 50 WP es un fungicida sistémico perteneciente al grupo químico de los benzimidazoles, de gran eficacia para tratamientos preventivos como curativos. El producto se absorbe por las hojas y raíces de las plantas tratadas. Actúa interfiriendo la síntesis de ADN (ANASAC.CL, 2013).

### **2.4.6.3 Medidas para la protección del medio ambiente**

Es levemente tóxico para aves, ligeramente tóxico para peces y microcrustáceos acuáticos. Prácticamente es no tóxico para abejas. Se debe evitar contaminar fuentes de agua (ANASAC. CL, 2013).

#### 2.4.6.4 precauciones y advertencias de uso

No aspirar las gotas de la aspersion. “No comer, beber o fumar durante las operaciones de mezcla y aplicaciones”. Durante la manipulacion del producto “Utilice ropa protectora durante el manipuleo, aplicaciones y para ingresar al área tratada en las primeras 24 horas”. Usar delantal impermeable, mascara con filtro,guantes y botas (ANASAC. CL, 2013).

## 2.5 OBJETIVOS

### General

- ✓ Determinar que método de control biológico o químico es más eficiente para el control y prevención de la incidencia y severidad de antracnosis, causado por el hongo *Colletotrichum* sp.

### Específicos

- ✓ Evaluar el uso de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y la rotaciones de fungicidas químicos y biológicos sobre la incidencia y severidad de Antracnosis, causado por el hongo *Colletotrichum* sp.
- ✓ Determinar económicamente el tratamiento que tenga el mejor uso sobre la incidencia y severidad de Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum* sp.

## 2.6 HIPÓTESIS

La aplicación de fungicidas sistémicos de contacto y productos biológicos serán efectivas en el manejo de la enfermedad Antracnosis, ocasionada por (*Colletotrichum* sp.), en palma aceitera.

## 2.7 METODOLOGÍA

### 2.7.1 Metodología experimental

#### 2.7.1.1 Material que se utilizó

La variedad de palma africana utilizada fue Deli x Ghana (Figura 1).

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad, conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR) y fueron introducidas a Costa Rica desde la estación experimental de Kade, Ghana, en 1977.

Crecimiento del tronco: Lento (<60 cm/año).

Racimo: Mediano (13-15 kg).

Fruto: Mediano (9-11 g).

Aceite en el racimo: Excelente (> 28%).

Tolerancia a la sequía: Moderada.

Tolerancia a bajas temperaturas: Moderada.

Tolerancia a baja luminosidad: Alta.



Figura 8: Palma Africana.

#### 2.7.1.2 Fungicidas químicos y biológicos evaluados

- a. *Trichoderma harzianum*: Producto proveniente de mezcla de cepas del hongo procedente de la empresa, Naturaceites S.A., Guatemala. La dosis aplicada, se realizó de la siguiente manera: se utilizó una probeta de 100 ml. Se aplicaron 0.08 ml/planta. Se procedió a aplicar directamente al bulbo de la planta (tronco), para que la solución sea absorbida por la planta de una manera rápida hacia las raíces.
- b. *Bacillus subtilis*: Producto proveniente de mezcla de cepas de la Bacteria procedente de la empresa, Naturaceites S.A. Guatemala. Para la aplicación del producto, se utilizó una bomba de mochila de 16 litros. Se aplicaron 0.88 ml/planta, en el área foliar de la misma.
- c. Benomil 50 wp: Para la aplicación del producto, se utilizó una bomba de mochila de 16 litros. Se aplicaron 12 ml/planta, en el área foliar de la misma.

- d. Dhitane: Para la aplicación del producto, La metodología de aplicación, se utilizó una bomba de mochila de 16 litros. Se aplicaron 12 ml/planta, en el área foliar de la misma.

## 2.7.2 Evaluación del uso de fungicidas y agentes de control biológico

### 2.7.2.1 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar, debido a que el sustrato que se utiliza en el vivero de palma africana, es suelo proveniente del área, el cual no es homogéneo, considerándose que existe un gradiente de variabilidad, que justifica el uso de este diseño. Dentro de cada bloque se distribuyeron 5 tratamientos y un testigo, así como se utilizaron 5 repeticiones o bloques (López, 2008).

El modelo asociado a este diseño experimental se muestra a continuación:

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

#### Siendo:

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

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = error asociado a la ij-ésima unidad experimental (López, 2008).

### 2.7.3 Unidad experimental.

La unidad experimental estuvo compuesta por 3 líneas de 8 palmas, a una distancia de 100 cm entre planta y 0.86 metros entre surco, en una distribución al tresbolillo, para un total de 24 plantas de palma africana. El área de cada unidad experimental fue de 20.64 m<sup>2</sup>. Para todo el experimento se utilizaron un total de 720 plantas y un área total de 619.20 m<sup>2</sup>. El experimento estuvo compuesto por un total de 30 unidades experimentales (t x r = 6 x 5 = 30 U.E) (Figura 9), (López, 2008).

parcelas de tratamientos distribuidas

I	II	III	IV	V
T0R1	T3R2	T2R3	T4R4	T0R5
T4R1	T5R2	T5R3	T5R4	T3R5
T1R1	T0R2	T3R3	T3R4	T5R5
T3R1	T1R2	T4R3	T1R4	T4R5
T5R1	T2R2	T0R3	T2R4	T1R5
T2R1	T4R2	T1R3	T0R4	T2R5

Figura 9. Croquis de los Tratamientos.

#### 2.7.4 Aplicación de tratamientos

Se utilizaron 2 bombas de mochila de 16 litros nuevas, asignándole una bomba específica a cada fungicida para evitar contaminaciones. La aplicación fue de forma directa a la planta y al suelo (Figura 10, 11, 12).



Figura 10. Aplicación de los diferentes Insumos, para el control de Antracnosis, 2013, Finca Rancho Maya, los Amates, Izabal.



Figura 11. Aplicación de los diferentes tratamientos, 2013, Finca Rancho Maya, los Amates, Izabal.



Figura 12. Aplicación de *Trichoderma harzianum* directamente al suelo, 2013, Finca Rancho Maya, los Amates, Izabal.

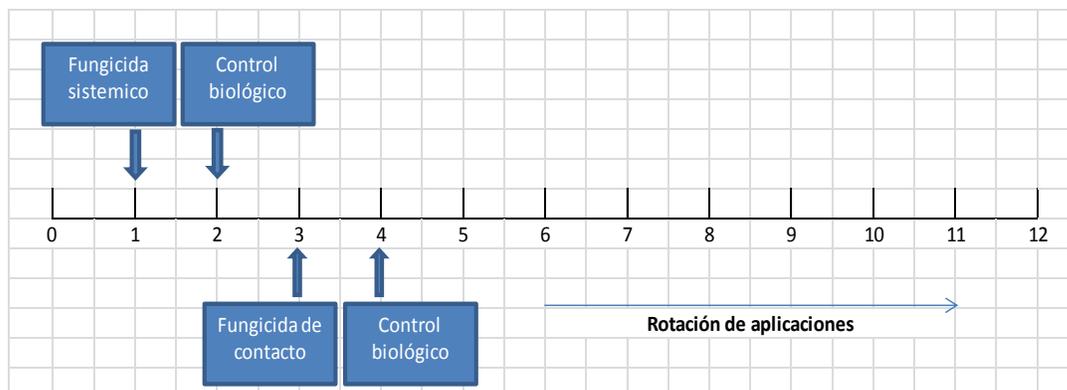


Figura 13. Rotación de las aplicaciones.

Las plantas de palma africana de cada bloque se les aplicaron el tratamiento cada 15 días, hasta que pasaran a campo definitivo (Figura 13).

### 2.7.5 Tratamientos evaluados (Cuadro 1).

Cuadro 6. Descripción de tratamientos para ensayo de evaluación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad de antracnosis, en fase de vivero.

No. de tratamiento	Codificación de tratamientos	1era. Aplicación	2da. Aplicación	3era. Aplicación	4ta. Aplicación
1	S-T-C-T	Fungicida sistémico	Trichoderma harzianum	Fungicida de contacto	Trichoderma harzianum
2	S-B-C-B	Fungicida sistémico	Bacillus subtilis	Fungicida de contacto	Bacillus subtilis
3	S-T-C-B	Fungicida sistémico	Trichoderma harzianum	Fungicida de contacto	Bacillus subtilis
4	Trichoderma	Trichoderma harzianum	Trichoderma harzianum	Trichoderma harzianum	Trichoderma harzianum
5	Bacillus	Bacillus subtilis	Bacillus subtilis	Bacillus subtilis	Bacillus subtilis
6	Testigo	Fungicida sistémico	Fungicida de contacto	Fungicida sistémico	Fungicida de contacto

B= *Bacillus subtilis*      C= Fungicida de contacto  
 S= Fungicida de sistémico    T= *Trichoderma harzianum*.

El tratamiento utilizado como testigo es la combinación de aplicación de un fungicida sistémico y de uno de contacto. Este tratamiento “Testigo” es el que utiliza la empresa Naturaceites S. A., para el control de la antracnosis.

## **2.8 CUANTIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD ANTRACNOSIS EN PALMA AFRICANA**

### **2.8.1 Incidencia y severidad de planta**

Para el registro de datos de estas variables, se ubicaron parcelas de 8 surcos continuos y 24 plantas continuas, en donde se cuantificó la enfermedad determinando incidencia y severidad de la enfermedad en las plantas de palma africana, durante el periodo que duró la evaluación que fue de 8 meses.

#### **A. Lectura de incidencia**

##### **2.8.1.1 Incidencia.**

Es la relación entre el número de plantas afectadas por la enfermedad y el número total de individuos en la plantación (Barea, 2006).

Para cuantificar la incidencia se utiliza la siguiente fórmula

$\% \text{ de incidencia} = (\text{Número de plantas enfermas} / \text{Número de plantas sanas}) \times (100)$   
(Barea, 2006).

Mediante observaciones de cada una de las unidades experimentales, en el estudio se estimó la incidencia. Estos datos se tomaron antes de cada aplicación, realizando lecturas de presencia (1) o ausencia de enfermedad (0) por planta, a partir de ello, se determinó la incidencia de la enfermedad en la población indicada.

## **B. Lectura de severidad**

### **2.8.1.2 Severidad.**

La severidad se define como la cantidad de tejido afectado por la enfermedad en una planta, expresado generalmente en % de área (Barea 2006).

La lectura de los porcentajes de severidad en cada una de las parcelas, se realizó mediante la observación de las hojas de las 24 plantas de cada unidad experimental. Estos datos se tomaron antes de cada aplicación, utilizando como indicador la presencia de los síntomas de la enfermedad en las hojas, comparados con un patrón. Cada grado representa un porcentaje de la enfermedad. Para ello se utilizó una adaptación de la escala logarítmica diagramática donde 0%= sano, 1 al 15%= muy bajo 16 a 25%= bajo 26 a 35%=medio 36 a 45% = alto 45 a 60%= severo (Figura 7), (Barea, 2006)



Figura 14. Escala descriptiva utilizada en la evaluación de productos químicos y biológicos, para el manejo de Antracnosis.

## **2.9 Evaluación de la eficiencia del uso de *trichoderma harzianum*, *bacillus subtilis* y fungicidas químicos**

Para lograr este objetivo, en las parcelas experimentales se establecieron por tratamiento, 3 surcos para un total de 24 plantas haciendo las aplicaciones y tomando datos antes de cada aplicación. Cada aplicación se realizó cada 15 días, donde se determinó la incidencia y severidad de la enfermedad.

## **2.10 Determinación económica de los tratamientos que sobre la incidencia y severidad de antracnosis**

Para lograr este objetivo se utilizó el método de Análisis Costo y Beneficio parciales (ABC), donde, todo está expresado en la misma unidad de medida, comparando los precios del mercado para cada producto y observando cual fue el producto con un mejor control de la enfermedad.

## **2.11 Análisis de la información**

### **2.11.1 Análisis temporal**

Se consolidaron las lecturas hechas en el transcurso de los 8 meses que duró el experimento, en una base de datos en Excel, para poder analizarlas con el programa de Infostat.

Para el conjunto de datos de enfermedad obtenidos en cada lectura, fueron graficadas las variables relacionadas a enfermedad (incidencia) en el eje "Y" y tiempo en el eje "X", a fin de obtener las curvas de progreso de la enfermedad para cada tratamiento evaluado.

El conjunto de datos de incidencia de la enfermedad, fue analizado con ayuda de software de INFOSTAT, para la obtención de modelos ajustables a los datos con sus respectivos análisis de varianza.

Con los valores de enfermedad inicial y enfermedad final, fue calculado "R" que constituye la tasa de incremento de la enfermedad en un periodo de tiempo, correspondiente al modelo seleccionado, para cada tratamiento.

## **2.12 Determinación del modelo a que corresponde el conjunto de datos de la intensidad de la enfermedad colectados en el tiempo (lecturas quincenales)**

Fue seleccionado el modelo que mejor describió el fenómeno a partir del mayor coeficiente de determinación “R”, el menor cuadrado medio del error. Se realizó un Análisis de la información.

Fue realizado con los datos de incidencia de enfermedad obtenidos en las 5 repeticiones, establecidas en los diferentes tratamientos.

## **2.13 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.13.1 Evaluación del uso de fungicidas y agentes de control biológico**

La aplicación de productos fungicidas y biológicos en el manejo de antracnosis en palma africana, tuvo diferente efecto de reducción de la enfermedad. Las aplicaciones de productos se iniciaron en el mes de febrero del año 2013 y finalizaron el 31 de mayo del mismo año.

Durante el proceso de evaluación, el tipo de riego aplicado al ensayo fue por aspersión, con una lámina de 15 mm diarios por planta, lo esencial para la plantas de vivero es de 3 a 8 mm diarios dependiendo de la edad (Lowe, 1968). Por lo que esa situación de alta humedad, provocó rápida reproducción del hongo o estructuras asexuales, a partir del inoculó primario presente en las hojas. Esta situación, incrementó la incidencia y severidad de la enfermedad en el cultivo de palma africana y fue observado en todos los tratamientos evaluados.

La etapa de sobrevivencia del hongo, en las plantas de palma es durante la época seca, específicamente en los meses de noviembre a abril. Cuando las lluvias aumentan aparecen nuevas lesiones, producto de la esporulación del hongo, intensificándose así la enfermedad.

Para realizar los análisis sobre la incidencia y severidad de la enfermedad, se hizo una base de datos consolidada de todas las tomas de datos de los tratamientos (Cuadro 7, 8, 9).

Cuadro 7. Base consolidada de toda la toma de datos para la evaluación de la incidencia y severidad en el cultivo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Grupo	Tratamiento	Repetición	Fecha de aplicación	frecuencia días	surco	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	% SEVERIDAD
Rotación	STCT	1	01/02/2013	0	1	12	0	10	12	30	28	31	15	17
Rotación	STCT	1	01/02/2013	0	2	15	18	15	16	25	13	37	10	19
Rotación	STCT	1	01/02/2013	0	3	0	20	0	0	14	22	0	0	7
Rotación	STCT	1	15/02/2013	15	1	12	0	15	14	32	35	36	18	20
Rotación	STCT	1	15/02/2013	15	2	15	20	18	20	28	20	37	12	21
Rotación	STCT	1	15/02/2013	15	3	0	24	0	0	20	25	0	0	9
Rotación	STCT	1	01/03/2013	30	1	15	0	20	17	35	38	40	22	23
Rotación	STCT	1	01/03/2013	30	2	18	23	20	23	32	23	40	14	24
Rotación	STCT	1	01/03/2013	30	3	0	26	3	0	25	28	0	3	11
Rotación	STCT	1	15/03/2013	45	1	18	0	23	18	35	40	42	25	25
Rotación	STCT	1	15/03/2013	45	2	22	24	23	25	32	25	40	17	26
Rotación	STCT	1	15/03/2013	45	3	0	27	5	0	25	30	0	5	12
Rotación	STCT	1	01/04/2013	60	1	20	0	25	20	37	43	44	28	27
Rotación	STCT	1	01/04/2013	60	2	23	26	25	27	34	28	42	19	28
Rotación	STCT	1	01/04/2013	60	3	3	28	7	0	26	32	0	7	13
Rotación	STCT	1	15/04/2013	75	1	20	0	23	19	35	43	45	30	27
Rotación	STCT	1	15/04/2013	75	2	23	25	23	25	33	27	43	20	27
Rotación	STCT	1	15/04/2013	75	3	3	27	7	0	24	30	0	9	13
Rotación	STCT	1	01/05/2013	90	1	19	0	20	22	33	41	43	29	26
Rotación	STCT	1	01/05/2013	90	2	21	23	20	26	30	25	42	18	26
Rotación	STCT	1	01/05/2013	90	3	3	25	6	0	22	29	0	10	12
Rotación	STCT	1	15/05/2013	105	1	15	0	18	20	33	38	42	27	24

C= Fungicida de Contacto  
P= Planta

S= Fungicida Sistémico  
T= *Trichoderma harzianum*

Cuadro 8. Toma de datos de los diferentes tratamientos sobre la incidencia de las plantas en vivero, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

1: Presencia									
0: Ausencia				tratamiento 1					
				Repetición 1.					
				1er. Muestreo 01-02-13					
	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	
S1	1	0	1	1	1	1	1	1	
S2	1	1	1	1	1	1	1	1	
S3	0	1	0	0	1	1	0	0	
				2do. Muestreo 15-02-13					
	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	
S1	1	0	1	1	1	1	1	1	
S2	1	1	1	1	1	1	1	1	
S3	0	1	0	0	1	1	0	0	
				3er. Muestreo 01-03-13					
	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	
S1	1	0	1	1	1	1	1	1	
S2	1	1	1	1	1	1	1	1	
S3	0	1	1	0	1	1	0	1	
				4to. Muestreo 15-03-13					
	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	
S1	1	0	1	1	1	1	1	1	
S2	1	1	1	1	1	1	1	1	
S3	0	1	1	0	1	1	0	1	
				5to. Muestreo 01-04-13					
	P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8	
S1	1	0	1	1	1	1	1	1	
S2	1	1	1	1	1	1	1	1	
S3	1	1	1	0	1	1	0	1	

S= Surco P= Planta

Cuadro 9. Toma de datos de los diferentes tratamientos sobre la severidad de las plantas en vivero, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

		tratamiento 1							
		Repetición 1.							
severidad %.									
		1er. Muestreo 01-02-13							
		P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8
S1		12	0	10	12	30	28	31	15
S2		15	18	15	16	25	13	37	10
S3		0	20	0	0	14	22	0	0
		2do. Muestreo 15-02-13							
		P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8
S1		12	0	15	14	32	35	36	18
S2		15	20	18	20	28	20	37	12
S3		0	24	0	0	20	25	0	0
		3er. Muestreo 01-03-13							
		P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8
S1		15	0	20	17	35	38	40	22
S2		18	23	20	23	32	23	40	14
S3		0	26	3	0	25	28	0	3
		4to. Muestreo 15-03-13							
		P1	P2	P3	P4	P5	p6	p7	p8
S1		18	0	23	18	35	40	42	25
S2		22	24	23	25	32	25	40	17
S3		0	27	5	0	25	30	0	5

S= Surco P= Planta

De acuerdo a lo observado en el periodo, al final de la evaluación las plantas de palma africana que fueron tratadas con *Trichoderma harzianum*, presentaron un 61% de incidencia, siendo un 4% mayor de incidencia que el testigo, el cual mostró una incidencia de 57% (Figura 15), el tratamiento testigo mostró mayor un control de la incidencia, que el tratamiento biológico.

Las plantas que fueron tratadas con *Bacillus subtilis*, presentaron una incidencia del 66%, siendo un 9 % mayor la incidencia que el testigo, el cual tuvo un valor de 57%, (Figura 15), El tratamiento testigo mostró un mayor control sobre la incidencia, que el tratamiento biológico.

Atendiendo a estos valores, el tratamiento testigo fue donde se observó menor daño de la enfermedad en palma africana. Este tratamiento testigo corresponde al método de control que utiliza la empresa Naturaceites, siendo una rotación de fungicida sistémico y de contacto, los cuales actúan previniendo y curando la enfermedad.

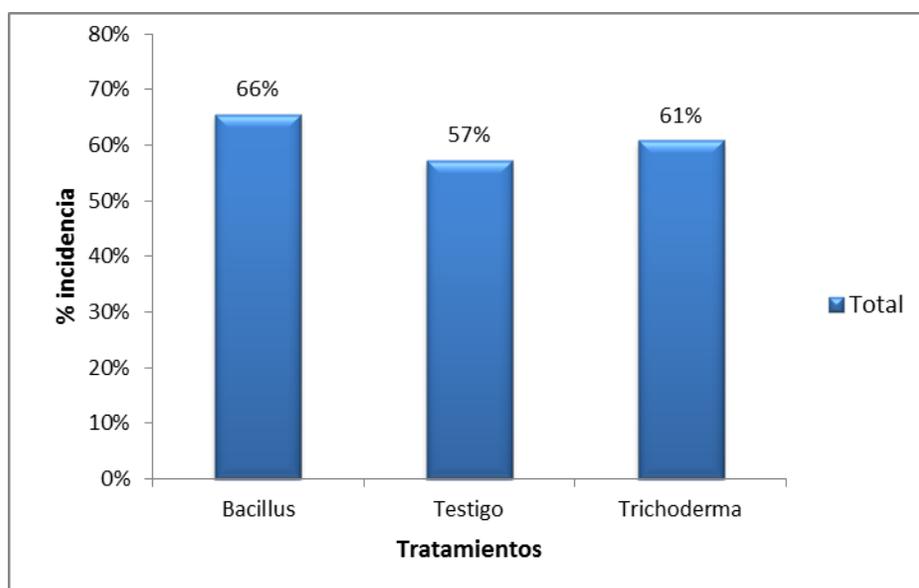


Figura 15. Progreso de la incidencia en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum sp.*, en la evaluación de tratamientos biológicos vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

De acuerdo a lo observado en el periodo, al final de la evaluación las plantas de palma africana que fueron tratadas con *Trichoderma harzianum*, presento el 7.6 % de severidad mientras que el testigo presento 6.8 %, siendo un 0.8% mayor que el testigo, en cuanto al *Bacillus subtilis*, presento el 7.8 % de severidad, siendo un 1% mayor que el testigo, (Figura 15). Por lo que el tratamiento testigo mostró mayor un control de la severidad, que los tratamientos de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*.

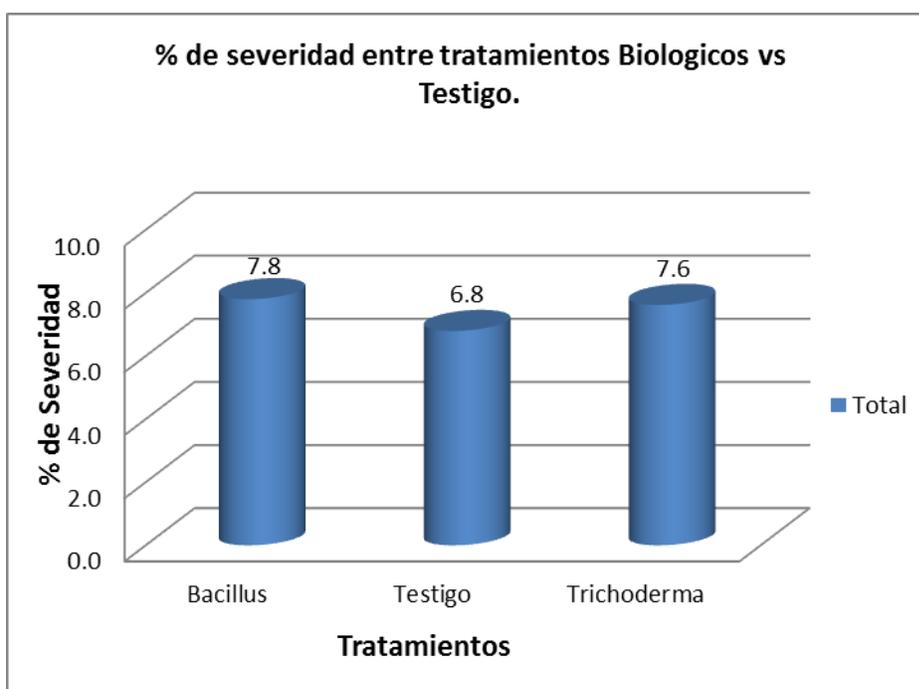


Figura 16. Progreso de la severidad, en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum sp.*, en la evaluación de tratamientos biológicos vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Analizando las curvas de la incidencia de antracnosis (Figura 16), se observó una tendencia similar de las plantas enfermas, entre los tratamientos de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el testigo. El testigo mostró un menor incremento en la contaminación de plantas sanas en comparación contra los tratamientos biológicos. Durante todo el período de evaluación el tratamiento testigo mostró un mejor control en la incidencia de la antracnosis.

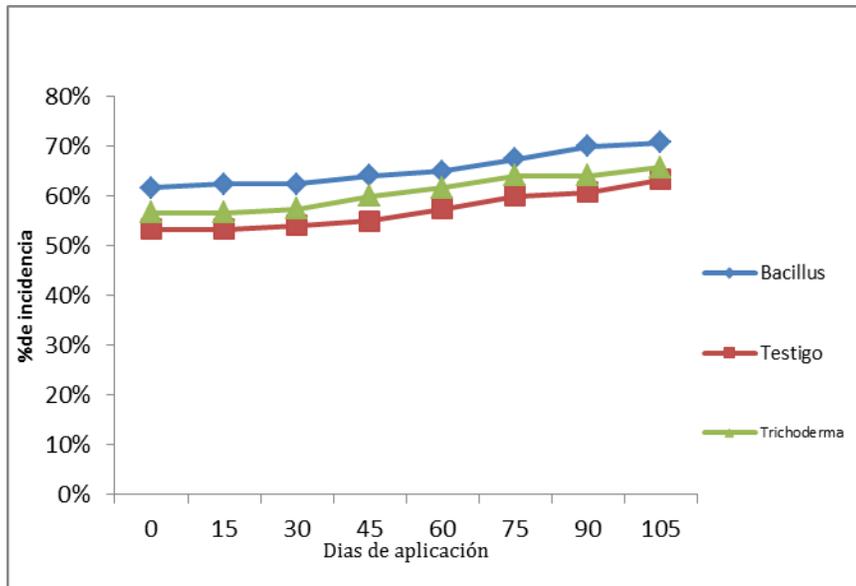


Figura 17. Comportamiento en cuando al tiempo de la incidencia en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum sp*, en la evaluación de tratamientos biológicos vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Analizando las curvas de severidad en la epidemia de antracnosis presentada en la (Figura 17), se observó tendencia similar de plantas enfermas entre los tratamientos de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el testigo, hasta los 60 días. A pesar de que en los primeros días de la aplicación de los tratamientos, los métodos de control biológico muestran un mejor control de la antracnosis, después de los 60 días el tratamiento testigo, mostró mejor efectividad en el control de la severidad, en comparación con los tratamientos biológicos.

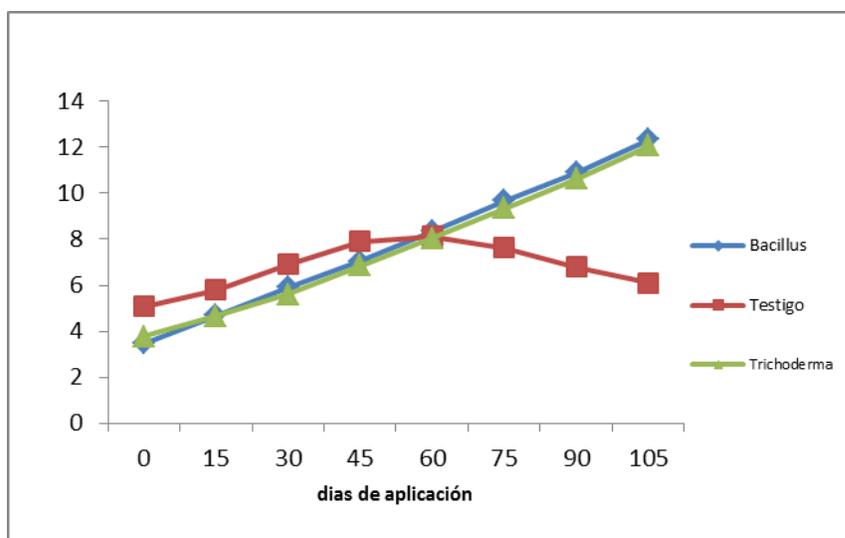


Figura 18. Comportamiento en cuando al tiempo de la Severidad, en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum sp.*, en la evaluación de tratamientos biológicos vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

El tratamiento químico utilizado por la empresa Naturaceites S. A., en la fase de vivero de palma africana fue la aplicación de la mezcla de fungicidas sistémicos y de contacto. El fungicida de contacto Dithane, es un fungicida de acción preventiva, que libera metilisotiocianato que vuelve inactivos los grupos de sulfidriilo, el cual es esencial para las células de los hongos, por lo que no las deja desarrollarse: Por otro lado, el fungicida sistémico Benomil 50 wp, actúa como preventivo y curativo, especialmente para el hongo *Colletotrichum sp*, interfiriendo en la síntesis de ADN durante la mitosis y en el mecanismo de transmisión del mensaje del ADN y ARN. Asimismo, impide el desarrollo de las hifas y el crecimiento del micelio, aunque permite la germinación de la espora, pero detiene el crecimiento del tubo germinativo provocando irregularidades en la división celular, produciendo células anormales que causan la muerte del hongo. (ANASAC.CL, 2013).

### 2.13.2 Análisis de varianza para la variable incidencia de Antracnosis

Se efectuó un análisis donde se muestra la incidencia de antracnosis, con un 0.64% de  $R^2$  ajustado y con un 5% de significancia, para la comparación de las medias de los tratamientos: *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el testigo. De acuerdo al análisis, se puede concluir que los tratamientos mostraron diferencia significativa, (cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de Varianza para la variable incidencia de Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum sp.*

Análisis de Varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Incidencia	720	0.65	0.64	23.01	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	F	P-valor
Modelo	5.57	5	1.11	43.96	< 0.0001
Tratamiento	5.57	5	1.11	43.96	< 0.0001
Error	18.1	714	0.03		
Total	23.67	719			

\*\*

\* Existe diferencia altamente significativa entre la media de los tratamientos ya que tiene un valor menor a 0.5.

### 2.13.3 Prueba de medias LSD Fisher

Según la prueba de medias, de acuerdo a los valores de incidencia de enfermedad, hubo la conformación de 6 tratamientos (cuadro 11). El tratamiento de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianu* y el testigo, mostraron resultado inferior en comparación a la aplicación del testigo, en cuanto a reducir la incidencia de Antracnosis.

El valor resultante del análisis de medias corresponde al tratamiento testigo con 0.57, indica que estadísticamente el testigo es diferente al restante de los tratamientos, menos a *Trichoderma harzianum*, ya que los valores fueron muy cercanos al testigo. Por lo que hubo diferencia significativa entre las medias de la aplicación del testigo vs *Bacillus subtilis*.

Cuadro 11. Prueba de medias LSD Fisher, para la variable incidencia de antracnosis causada por *Colletotrichum* sp, bajo condiciones de Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Existe diferencia significativa entre tratamientos y entre repeticiones.

Tratamiento	DMS: 0.04036			Alfa: 0.05		
	Media	n				
Testigo	0.57	120	A			
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.61	120	A			
<i>Bacillus subtilis</i>	0.66	120		B		
SBCB	0.72	120			C	
STCT	0.79	120				D
STCB	0.8	120				D

Las letras distintas indican diferencia significativas ( $p \leq 0.05$ ).

#### 2.13.4 Evaluando el uso de rotaciones de fungicidas químicos y biológicos sobre la incidencia y severidad de Antracnosis causado por el hongo (*Colletotrichum* sp.)

De acuerdo a lo observado, las plantas de palma africana que fueron tratadas con las diferentes rotaciones, se obtuvieron los siguientes resultados.

El tratamiento compuesto por fungicida sistémico, *Bacillus subtilis*, fungicida de contacto y *Bacillus subtilis* (SBCB), mostró un 72% de incidencia, existiendo así un 15 % más de plantas afectadas que el testigo, ya que el tratamiento testigo obtuvo un valor de 57 %, en cuanto al tratamiento compuesto por el fungicida sistémico, *Trichoderma harzianum*, fungicida de contacto y *Bacillus subtilis* (STCB), mostró un 80% de incidencia, existiendo un 23% más de plantas afectadas y concluyendo con el tratamiento que está compuesto por fungicida Sistémico, *Trichoderma harzianum*, fungicida de contacto, *Trichoderma harzianum* (STCT), mostro un 79 % de incidencia, por lo que existe un 22 % más de plantas afectadas en comparación al testigo (Figura 12 ).

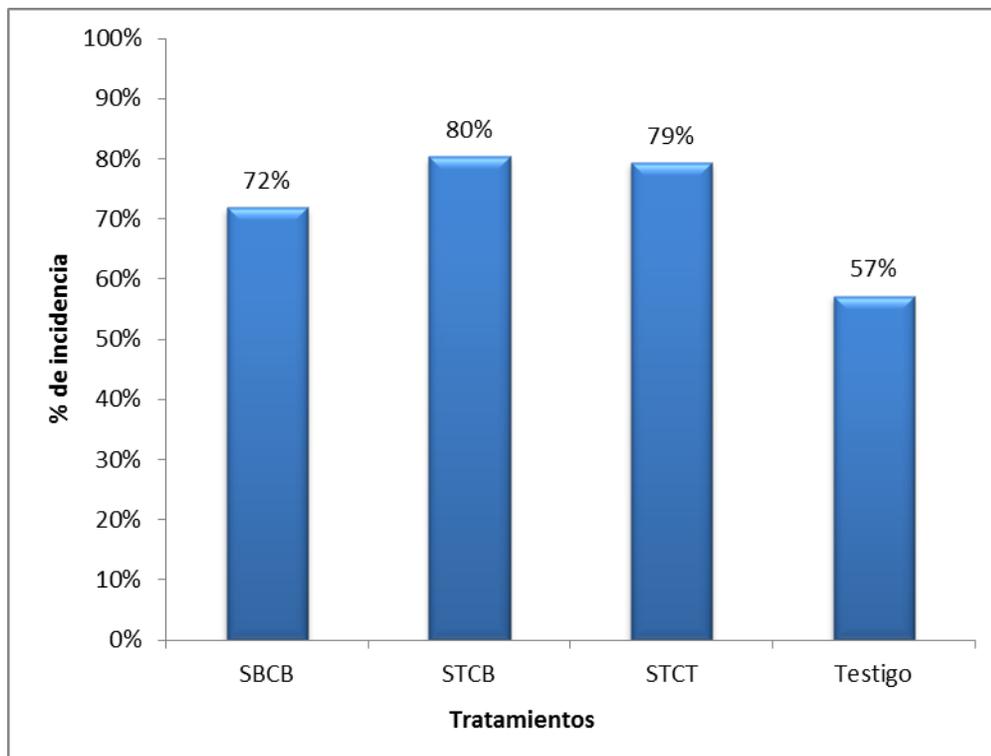


Figura 19. Porcentaje total de la incidencia en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum* sp. en la evaluación de rotaciones biológicas y químicas vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

En la severidad de la enfermedad, el tratamiento testigo mostró un 6.8 % de plantas afectadas mientras que el tratamiento compuesto por fungicida sistémico, *Bacillus subtilis*, fungicida de contacto y *Bacillus subtilis* (SBCB), mostró un 10.7 %, alcanzando un 3.9 % más de plantas afectadas. El tratamiento compuesto por fungicida sistémico, *Trichoderma harzianum*, fungicida de contacto y *Bacillus subtilis* (STCB) mostro un 11 %, alcanzando un 4.2 % más de plantas afectadas, en cuanto al tratamiento compuesto por fungicida sistémico, *Trichoderma harzianum*, fungicida de contacto y *Trichoderma harzianum* (STCT), mostro un 11.8 %, alcanzando un 5 % más de plantas afectadas en comparación al testigo (Figura 19).

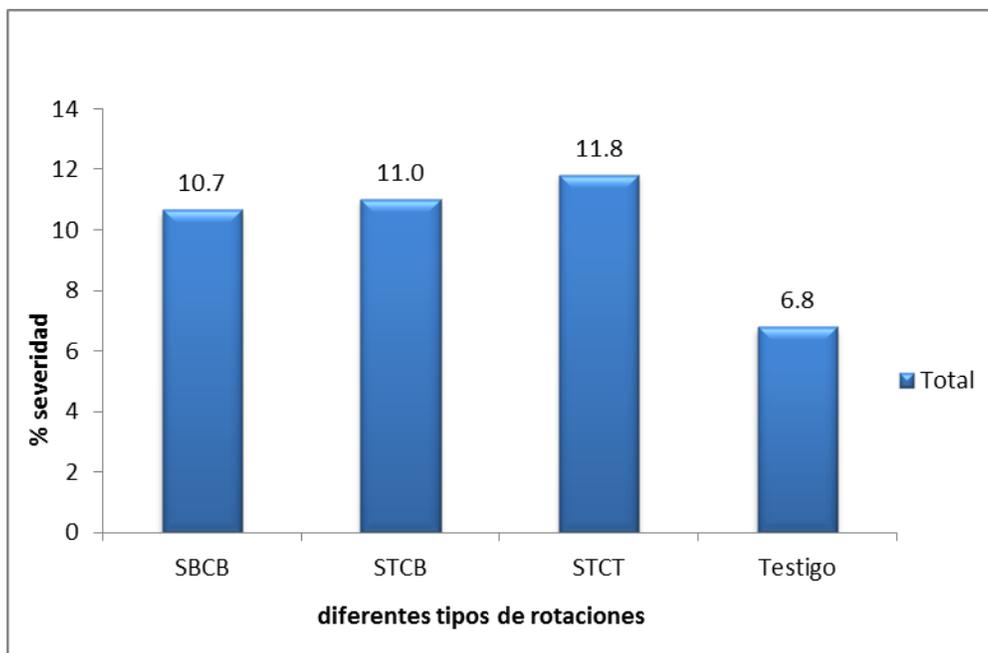


Figura 20. Progreso de la severidad, en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum* sp. Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Analizando las curvas en la epidemia de antracnosis, se observó que los tratamientos obtuvieron un similar comportamiento en la incidencia de la enfermedad, en el tiempo que duraron las aplicaciones del ensayo. También se puede observar que el tratamiento testigo mostró un menor número de plantas enfermas contra las demás rotaciones (Figura 20).

Por lo que el tratamiento testigo fue más efectivo, ya que es una mezcla de fungicidas de contacto y sistémico. El fungicida de contacto ayudo a mantener protegida la planta, por lo que no hubo un aumento severo de antracnosis. Así mismo, el fungicida sistémico propicio la formación de células anormales, las cuales causan la muerte del hongo, reduciendo las condiciones para el incremento de la enfermedad de Antracnosis (ANASAC.CL. 2013).

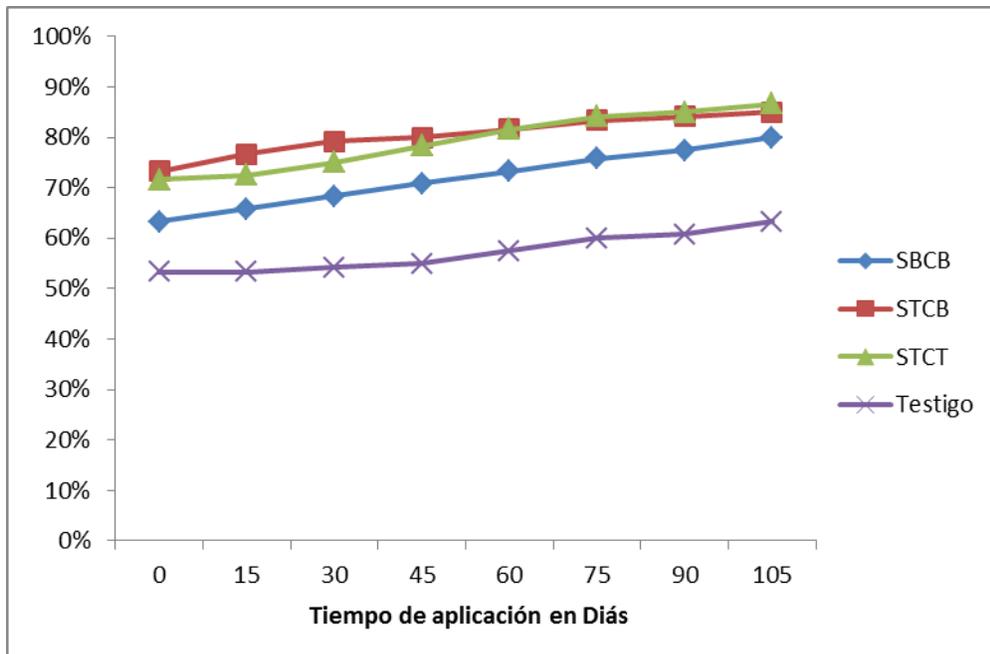


Figura 21. Comportamiento de la incidencia en el tiempo, en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum* sp., en la evaluación de rotaciones biológicas y químicas vs testigo, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Analizando las curvas en la epidemia de antracnosis, se observó que los tratamientos obtuvieron un comportamiento similar en la severidad donde se muestra que en el día 60 hacia el ultimo día que fue el 105, en el tratamiento (STST) y el testigo empezaron a disminuir, mientras que en los tratamientos (SBCB) y (STCB) las disminución de la severidad se mostró en el día 75 mostro menos severidad fue el testigo (Figuera 21).

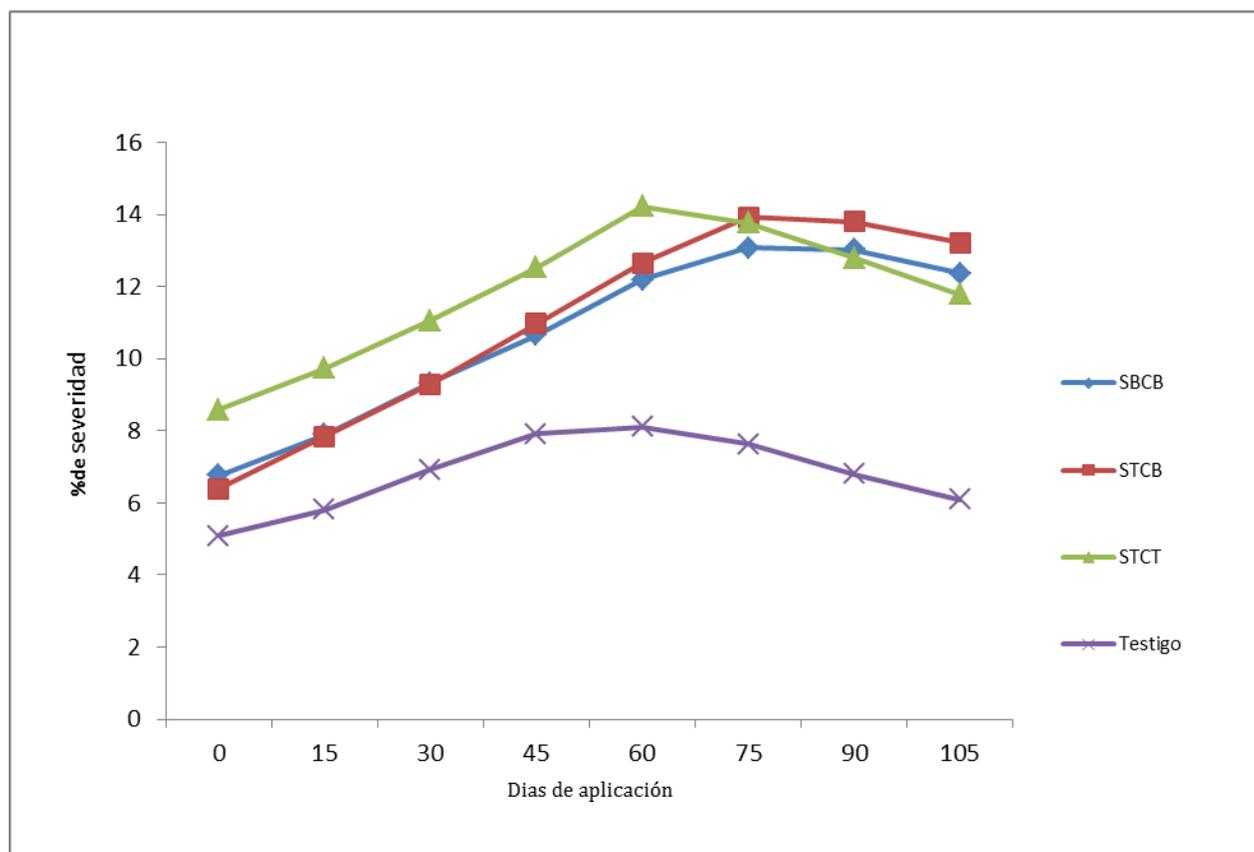


Figura 22. Comportamiento en cuando al tiempo de la Severidad, en la enfermedad Antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum* sp. Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

### 2.13.5 Análisis de varianza para la variable incidencia de Antracnosis

Se efectuó un análisis donde se muestra la incidencia de antracnosis, con un 0.67 % de  $R^2$  ajustado y con un 5% de significancia, para la comparación de las medias de los tratamientos: de Rotaciones y el testigo. De acuerdo al análisis, se puede concluir que los tratamientos mostraron diferencia significativa (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de Varianza para la variable incidencia de Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum* sp.

Análisis de Varianza				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incidencia	720	0.68	0.67	23.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	F	P-valor
Modelo	4.92	2	2.46	94.03	< 0.0001
Tratamiento	4.92	2	2.46	94.03	< 0.0001
Error	18.75	717	0.03		
Total	23.67	719			

\*\*

\* Existe diferencia altamente significativa entre la media de los tratamientos ya que tiene un valor menor a 0.5.

### 2.13.6 Prueba de medias LSD Fisher

Según la prueba de medias, de acuerdo a los valores de incidencia de enfermedad, se conformaron 3 grupos, (cuadro 13). Los tratamientos consistentes en fungicidas biológicos y las rotaciones, fueron inferiores a la aplicación del testigo, en cuanto a reducir la incidencia de antracnosis.

El valor resultante del análisis de medias corresponde al tratamiento Testigo con 0.57. Este valor indica estadísticamente que el testigo es diferente a los restantes tratamientos. Habiendo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento biológico y las rotaciones, los que ejercieron menos control sobre el hongo de la antracnosis.

Cuadro 13. Prueba de medias LSD Fisher, para la variable incidencia de Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum* sp, bajo condiciones de Finca de Finca Rancho maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Tratamiento	DMS: 0.04036			Alfa: 0.05	
	Media	n			
Testigo	0.57	120	A		
Biologico	0.63	120		B	
rotacion	0.77	120			C

Las letras distintas indican diferencia significativas ( $p \leq 0.05$ ).

### 2.13.7 Determinar económicamente el tratamiento que tenga el mejor uso sobre la incidencia y severidad de Antracnosis

#### 2.13.7.1 Análisis de costos de los tratamientos evaluados sobre la incidencia y severidad de Antracnosis

Se realizó una base de datos, con los diferentes materiales e insumos y sus respectivos análisis de costos, que aplicaron para la evaluación de los diferentes tratamientos, donde se puede observar el total de dinero invertido en las diferentes aplicaciones que se dio en cada tratamiento (cuadro 14).

Cuadro 14 Materiales e insumos aplicados en los diferentes tratamientos con sus respectivos costos, Finca Rancho maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

Insumo	Aplicación	Palmas	Costo de producto aplicado	Jornales pagados	total de costo/aplicación	costo/planta	plantas/ha	costo/ha	total/costo/ensayo
trichoderma	1	120	Q1.90	Q2.57	Q4.47	Q0.04	11,494	427.90	Q4.47
trichoderma	2	360	Q5.70	Q7.70	Q13.40	Q0.04	11,494	427.90	Q17.87
trichoderma	3	120	Q1.90	Q2.57	Q4.47	Q0.04	11,494	427.90	Q22.34
trichoderma	4	240	Q3.80	Q5.13	Q8.93	Q0.04	11,494	427.90	Q31.27
trichoderma	5	120	Q1.90	Q2.57	Q4.47	Q0.04	11,494	427.90	Q35.74
trichoderma	6	360	Q5.70	Q7.70	Q13.40	Q0.04	11,494	427.90	Q49.14
trichoderma	7	120	Q1.90	Q2.57	Q4.47	Q0.04	11,494	427.90	Q53.61
trichoderma	8	240	Q3.80	Q5.13	Q8.93	Q0.04	11,494	427.90	<b>Q62.54</b>
Bacillus Sub.	1	120	Q7.39	Q2.57	Q9.96	Q0.08	11,494	953.76	Q9.96
Bacillus Sub.	2	240	Q14.78	Q5.13	Q19.91	Q0.08	11,494	953.76	Q29.87
Bacillus Sub.	3	120	Q7.39	Q2.57	Q9.96	Q0.08	11,494	953.76	Q39.83
Bacillus Sub.	4	360	Q22.17	Q7.70	Q29.87	Q0.08	11,494	953.76	Q69.70
Bacillus Sub.	5	120	Q7.39	Q2.57	Q9.96	Q0.08	11,494	953.76	Q79.66
Bacillus Sub.	6	240	Q14.78	Q5.13	Q19.91	Q0.08	11,494	953.76	Q99.57
Bacillus Sub.	7	120	Q7.39	Q2.57	Q9.96	Q0.08	11,494	953.76	Q109.53
Bacillus Sub.	8	360	Q22.17	Q7.70	Q29.87	Q0.08	11,494	953.76	<b>Q139.40</b>
Benomil 50 wp	1	480	Q4.48	Q10.27	Q14.75	Q0.03	11,494	353.19	Q14.75
Benomil 50 wp	2	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	Q14.75
Benomil 50 wp	3	120	Q1.12	Q2.57	Q3.69	Q0.03	11,494	353.19	Q18.44
Benomil 50 wp	4	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	Q18.44
Benomil 50 wp	5	480	Q4.48	Q10.27	Q14.75	Q0.03	11,494	353.19	Q33.19
Benomil 50 wp	6	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	Q33.19
Benomil 50 wp	7	120	Q1.12	Q2.57	Q3.69	Q0.03	11,494	353.19	Q36.87
Benomil 50 wp	8	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	<b>Q36.87</b>
Dhitane	1	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	Q0.00
Dhitane	2	120	Q0.53	Q2.57	Q3.10	Q0.03	11,494	296.68	Q3.10
Dhitane	3	360	Q1.59	Q7.70	Q9.29	Q0.03	11,494	296.68	Q12.39
Dhitane	4	120	Q0.53	Q2.57	Q3.10	Q0.03	11,494	296.68	Q15.49
Dhitane	5	0	0	0	Q0.00	Q0.00	11,494	-	Q15.49
Dhitane	6	120	Q0.53	Q2.57	Q3.10	Q0.03	11,494	296.68	Q18.58
Dhitane	7	360	Q1.59	Q7.70	Q9.29	Q0.03	11,494	296.68	Q27.88
Dhitane	8	120	Q0.53	Q2.57	Q3.10	Q0.03	11,494	296.68	<b>Q30.97</b>

En las casillas donde se encuentran 0, es porque en ese momento no se aplicó dicho insumo al ensayo.

En la siguiente gráfica se puede observar el costo de aplicación por cada insumo que se utilizó en la evaluación de control de antracnosis. El tratamiento con más costo es la aplicación de control biológico de *Bacillus subtilis*, en la 4ta y 8va aplicación, con un valor de Q. 29.85. El segundo tratamiento con el mayor costo es del de *Trichoderma harzianum*, en la 2da y 6ta aplicación, un gasto de Q. 13.40; el tercer lugar lo ocupó el tratamiento de Benomil 50 wp, en su 1 y 5 aplicación, con un costo de Q. 14.75; finalmente el tratamiento de Dhitane, en su aplicación 3ra y 7ma, con un costo de Q. 9.29. Por lo tanto, se puede observar que los tratamientos químicos resultan ser más económicos y más efectivos en el control de la antracnosis, que los tratamientos biológicos. En estos costos van incluidos los costos de los jornales, precios de cada producto y la cantidad de producto que se aplicó a todo el ensayo (Figura 23).

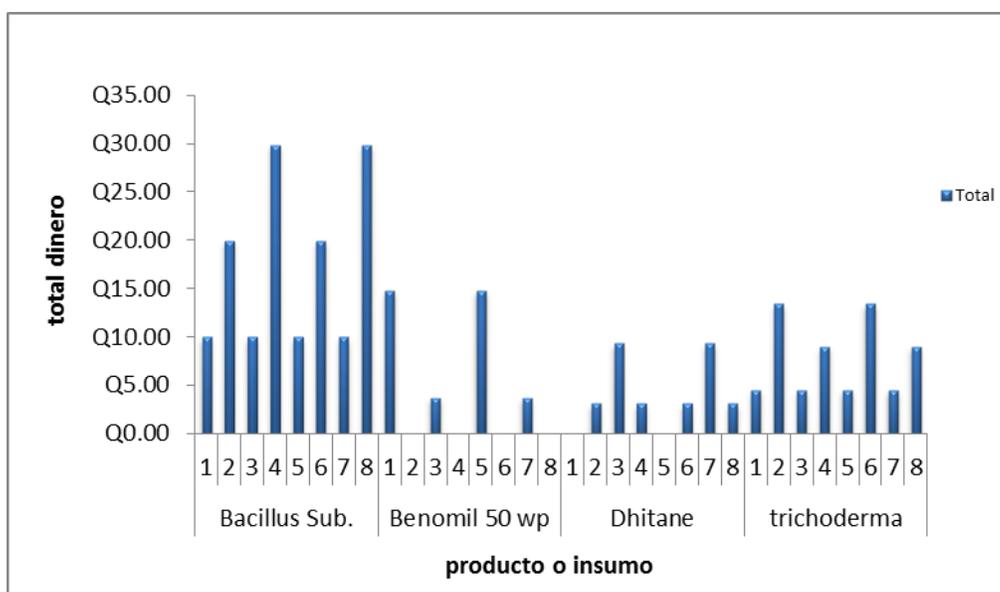


Figura 23. Costos por insumos utilizados en el control de antracnosis en Palma Africana, con diferente cantidad de aplicaciones y precios, para cada producto, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

En la siguiente gráfica, se puede observar el costo total gastado de cada insumo en la finalización del ensayo, por lo que la cantidad total gastada de mayor a menor fue: *Bacillus subtilis* Q. 139.40, *Trichoderma harzianum* Q. 62.54, Benomil 50 wp Q. 36.87 y Dhitane Q. 30.97. En estos costos va incluido los jornales y precios de cada producto con la cantidad de producto que se aplicó a todo el ensayo (Figura 24).

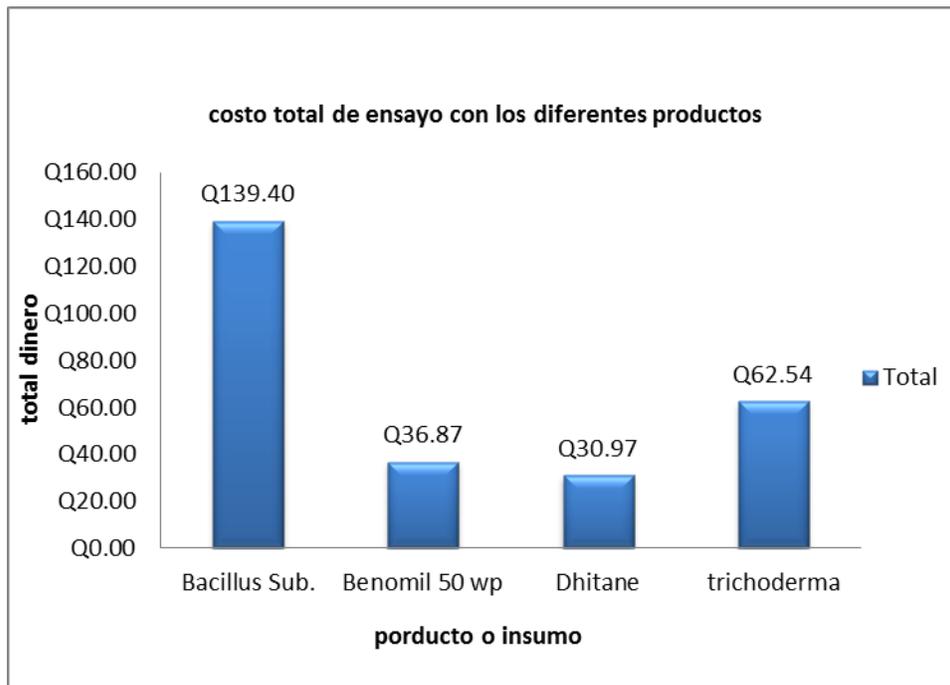


Figura 24. Costos totales de los diferentes productos o insumos utilizados en el control de antracnosis en Palma Africana, Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

En la siguiente gráfica, se puede observar el costo total de cada tratamiento por hectárea. Se observa que el tratamiento más económico y más efectivo para el control de la antracnosis, en plantas de palma africana en la fase de vivero, es el testigo, con un costo de 657.95 quetzales, mientras el más caro y menos efectivo es el tratamiento de *Bacillus subtilis*, con un costo de 1930.24 quetzales. Otros valores se pueden observar en la figura 25. En estos costos van incluidos los costos de los jornales de aplicación del producto, la cantidad y costos de cada producto químico o biológico utilizado en el todo el ensayo.

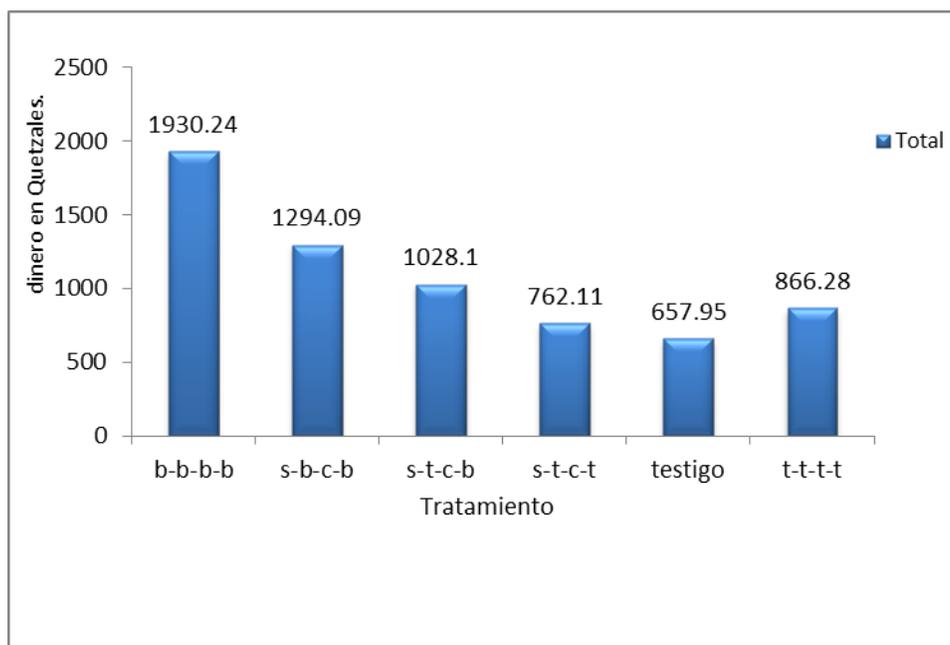


Figura 25. Costos totales por hectárea de los diferentes tratamientos utilizados en el control de antracnosis ocasionado por el hongo *Colletotrichum* sp. Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

En el siguiente cuadro, se puede observar el análisis de costo, para los diferentes tratamientos, como el costo por hectárea, en donde se puede observar que el costo más alto por hectárea es el tratamiento 5, con un costo de Q 1930.24, mientras que el más bajo fue el tratamiento testigo con un costo de Q 657.95 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Costos de los diferentes tratamientos en el ensayo, como también el costo por hectárea, Finca Rancho maya, Los Amates, Izabal. Guatemala, 2013.

No. tratamiento	tratamiento	plantas	costo/tratamiento	costo/ha
1	s-t-c-t	480	Q31.46	Q762.11
2	s-b-c-b	480	Q53.42	Q1,294.09
3	s-t-c-b	480	Q42.44	Q1,028.10
4	t-t-t-t	480	Q35.76	Q866.28
5	b-b-b-b	480	Q79.68	Q1,930.24
6	testigo	480	Q27.16	Q657.95

## 2.14 CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento biológico de *Trichoderma harzianum*, obtuvo una incidencia de 61%, versus el tratamiento testigo que obtuvo un 57 %, por lo que la incidencia fue un 4 % arriba del testigo. En cuanto a la severidad *Trichoderma harzianum* tuvo un valor de 7.6%, mientras que el testigo tuvo un valor de 6.8 %, por lo cual hay una diferencia de 0.8 % mayor sobre el testigo. El tratamiento de *Bacillus subtilis*, obtuvo una incidencia de 66 %, y una severidad del 7.8%, por lo que estuvo arriba un 9% en la incidencia y un 1% en la severidad comparado con el testigo. En cuanto a las rotaciones de SBCB, se obtuvo una incidencia de 15% y una severidad de 3.9% mayor que el testigo, la rotación de STCB, obtuvo una incidencia de 23 % y una severidad de 4.2% mayor que el testigo, mientras que la rotación de STCT, obtuvo una incidencia de 22 % y una severidad de 5% mayor que el testigo. Por lo tanto, el mejor tratamiento para controlar la antracnosis en fase de vivero de palma africana es el tratamiento testigo.
  
- ✓ El tratamiento más económico y eficaz en el control de la enfermedad de antracnosis fue el tratamiento testigo, con un costo por hectárea de Q657.95.

## 2.15 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda como parte de un Programa de Manejo Integrado de la Enfermedad de antracnosis: mantener el distanciamiento adecuado de las palmas para evitar el rose de las hojas entre ellas y así se evitar el contagio de la enfermedad.
- ✓ Mantener el riego adecuado a la plantación en cuanto a la edad, ya que si las plantas presentan un estrés hídrico, son altamente vulnerables al ataque de antracnosis y realizar una fertilización basada en recomendaciones técnicas.
- ✓ Desarrollar una investigación, en donde se evalúen los impactos ambientales del uso de los productos, Benomil 50, Dhitane, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*. Esto en fase de vivero de palma africana.

## 2.16 BIBLIOGRAFÍA

1. ACNUR.org. 2013. El cultivo de la palma africana en El Choco (en línea). Colombia. Consultado 20 nov 2013. Disponible en [http://www.acnur.org/t3/fileadmin/scripts/doc.php?file=t3/uploads/media/COI\\_1937](http://www.acnur.org/t3/fileadmin/scripts/doc.php?file=t3/uploads/media/COI_1937)
2. ANASAC.CL. 2013. Características principales de Benomyl 50 wp (en línea). Chile. Consultado 20 nov 2013. Disponible en <http://www.anasac.cl/AGROPECUARIOS/polyben-50-wp>
3. Argueta, Otto. 2006. Municipio los Amates, departamento de Izabal, Guatemala. Tesis Lic. Administrador de Empresas. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Economicas. 110 p.
4. Arteaga Espitia, K; Hernández, K; Martínez, W. 2011. Manejo de enfermedades en palma africana (*Elaeis guineensis*) en La Doctrina (en línea). Colombia, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agronómica. 8 p. Consultado 28 set 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/46885924/Manejo-de-Enfermedades-en-Palma-Africana>
5. Barea V, GI. 2006. Patometria incidencia y severidad (en línea). US. Consultado 28 set 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/jesusmamani961/patometria-incidencia-y-severidad>
6. Echemendia, M. 1994. Algunos aspectos biológicos de *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* y su posible uso como biocontrol. In Cultivos tropicales. Cuba, INCA. 180 p.
7. EnergyStarke.com. 2013. Ideas y soluciones tecnológicas (en línea). México. Consultado 15 set 2013. Disponible en [http://energystarke.com/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=40](http://energystarke.com/site/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=40)
8. Indexmundi.com. 2013. Precios de aceite de palma africana (en línea). Estados Unidos. Consultado 15 set 2013. Disponible en <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aceite-de-palma>
9. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos; fundamentos y aplicaciones en la agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 170 p.
10. Lowe, JW. 1968. Notas sobre el cultivo de la palma de aceite en Colombia. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Algodonero. 77 p.
11. Nufarm.com. 2010. Ficha técnica de Dithane (en línea). Chile. Consultado 20 nov 2013. Disponible en [http://www.nufarm.com/Assets/20867/1/ft\\_mancozeb.pdf](http://www.nufarm.com/Assets/20867/1/ft_mancozeb.pdf)

## 2.17 ANEXOS

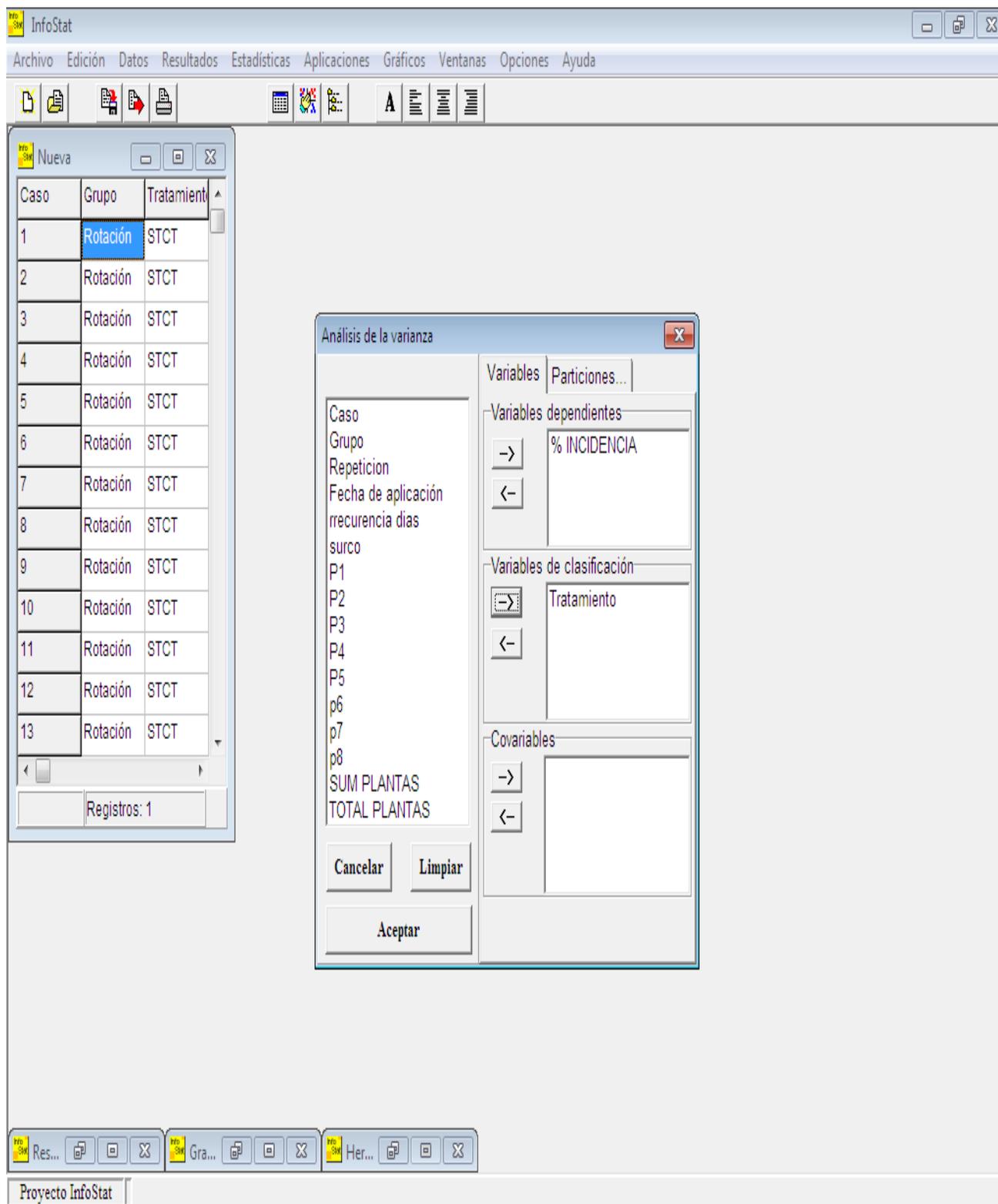


Figura 26. Metodología para el análisis de varianza.

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% INCIDENCIA	720	0.65	0.64	23.01

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

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	5.57	5	1.11	43.96	<0.0001
Tratamiento	5.57	5	1.11	43.96	<0.0001
Error	18.10	714	0.03		
Total	23.67	719			

Test : LSD Fisher Alfa: 0.05 DMS: 0.04036

Error: 0.0254 gl: 714

Tratamiento Medias n

Testigo	0.57	120	A
Trichoderma	0.61	120	A
Bacillus	0.66	120	B
SBGB	0.72	120	C
STGT	0.79	120	D
STGB	0.80	120	D

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

Figura 27. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO DE LA FINCA RANCHO MAYA, LOS AMATES, IZABAL**

### 3.1 PRESENTACIÓN

En el Diagnóstico del vivero de la finca Rancho Maya, se recomendó que se realice un censo de plantas en los diferentes pantes y una bitácora, de los problemas del vivero. Asimismo, se planteaba la necesidad de realizar la evaluación de fertilizantes para poder aumentar el desarrollo del cultivo en fase de vivero, a través de un ensayo.

El primer servicio consistió en elaborar un censo de las plantas de palma africana, presentes en los diferentes pantes y construir una bitácora del vivero.

El segundo servicio consistió en realizar un ensayo de 3 presentaciones, de fertilizante de liberación controlada (Osmocote), sobre el crecimiento del cultivo de palma africana, evaluando mediante un análisis descriptivo, diferentes parámetros siendo estos: altura de planta, diámetro de tallo, y número de hojas. Este ensayo persiguió evaluar alternativas más eficientes, que permitan reducir la intensidad de mano de obra, manteniendo o mejorando la calidad de planta para trasplante.

### 3.2 SERVICIOS PRESTADOS

#### **3.2.1 Servicio 1: Elaboración de censo y bitácora del vivero de palma Africana (*Elaeis guineensis*), en la Finca Rancho Maya, en el Municipio de los Amates, departamento de Izabal, Guatemala C.A.**

#### **3.2.2. Objetivos**

##### **3.2.2.1 General**

Elaborar una base de datos de cantidades de palmas presentes en vivero así como del manejo agronómico establecido para dichas plantas.

##### **3.2.2.2 Específicos**

- Conocer el área neta que posee el vivero en la finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.
- Conocer cantidad de plantas que posee el vivero en la finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.

### 3.2.3 MATERIALES

- Libreta de campo
- Computadora
- Lapiceros
- Calculadora
- Instrumento para medir cantidad de agua
- Cubeta
- Manguera
- Cinta métrica

### 3.2.4 Metodología

#### 3.2.4.1 Fase de Campo:

Para la realización del censo, se elaboró un formato de los detalles específicos que se quieren del vivero, los cuales son:

- Se procedió a recorrer el área contabilizando el número de plantas, por variedad, área por pante y área total del vivero.
- Se procedió a sacar una cinta métrica, para medir la distancia que había entre planta y entre surco.
- Se procedió a realizar un recorrido al área de los pantes, para contabilizar cada hilera que había por pante.
- Se procedió a observar los rótulos establecidos de los pantes, donde tienen la información de la fecha de trasplante del pre-vivero a vivero y del vivero a campo definitivo.
- Se midió el caudal que expulsa el cañón de riego para poder determinar la cantidad de agua aplicada, también conocer qué tipo de riego se utiliza en el vivero.
- Con el método de observación se procedió a elaborar un croquis, el cual se trazó en un programa de computadora, para conocer la estructura de los pantes y del vivero completo.

### 3.2.4.2 Fase de Gabinete:

- En una hoja electrónica del programa Excel, se ingresaron los datos para tenerlos en una forma sistematizada y ordenada.

### 3.2.5 Resultados

#### 3.2.5.1 Inventario de Materiales del Vivero

Estos recursos en listados son los básicos que debe poseer un vivero para un buen manejo y poder realizar apropiadamente cada una de sus actividades como los son para el almacenamiento de los productos y herramientas hay que contar con una bodega, las bombas para las aplicaciones de productos, toneles independientes para cada una de las mezclas necesarias de productos, capas, mascarillas, lentes y guantes para la protección de los aplicadores de productos los palines para el mantenimiento de drenajes y la elaboración de sangrías las tuberías hidrantes, codos y aspersores para la actividad de riego, (cuadro 16).

Cuadro 16. Recursos materiales que posee el vivero.

<b>RECURSOS</b>		
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FUERA DE USO</b>
Bodega	1	
Bombas	7	1
Toneles	2	
Capas	5	
Mascarillas	5	
Lentes	3	
Guantes	0	
Palines	2	
Aspersores	2	3
Palas	2	
Piochas	1	
Martillos	1	
Tuberías	105	
Hidrantes	10	
Tapones	5	
Llaves codo	5	

### 3.2.5.2 Personal del vivero

En el cuadro 2, se observa la cantidad de personas que trabajan en el vivero, cada quien con sus actividades específicas. Se observa que es mayor el personal para las aplicaciones de fungicidas y los fertilizadores. El total del personal del vivero es 18 personas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Recurso Humano que posee el vivero.

PERSONAL	
ACTIVIDADES	CANTIDA /PERSONAS
Riego	2
Aplicaciones Fungicidas	5
Mantenimiento drenajes	3
Acarreo de Fertilizantes	2
Fertilizadores	4
Guardianes	1
Caporales	1

### 3.2.5.3 Cantidad de plantas en el vivero

Cuadro 18. Número de plantas por pante, en el vivero de la finca Rancho Maya.

Número de pante	Variedad	Número de plantas	Número de hileras	Planta de descarte	Nuevo total de plantas	Área por pante en m <sup>2</sup>
1	Nigeria	4,934	31	60	4,874	4,243.24
2	Nigeria	10,715	61	80	10,635	9,214.90
3	Nigeria	10,965	62	85	10,880	9,429.00
4	Nigeria	9,205	61	74	9,131	7,916.30
5	Ghana	1,845	15	30	1,815	1,586.70
	Totales	37,664	230	329	37,335	32,390.14

En la siguiente Figura, se observa la estructura de los pantes establecidos en el vivero de la Finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.

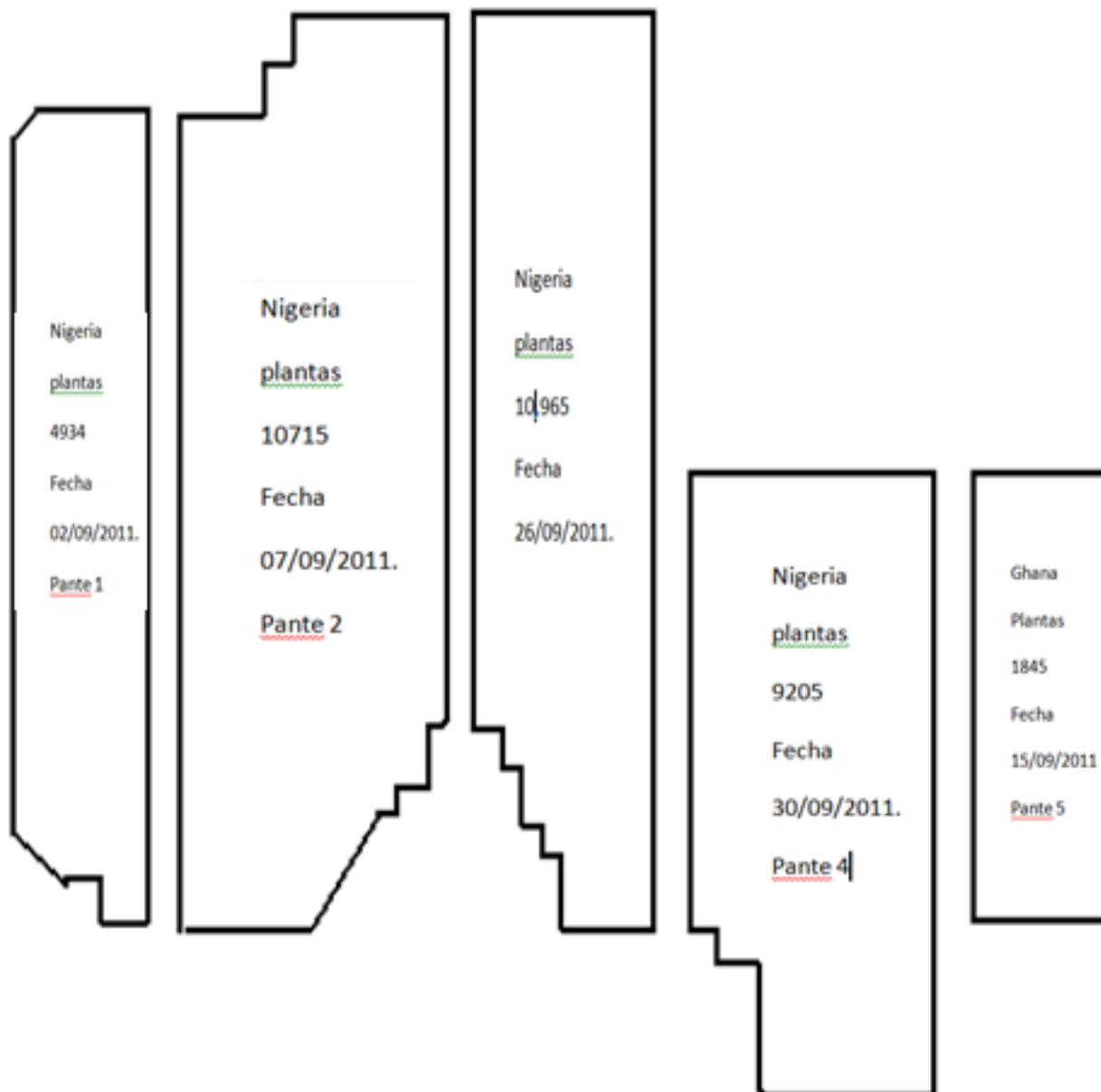


Figura 28. Croquis de los pantes en el vivero.



Figura 29. Vivero Finca Rancho Maya



Figura 30. Riego por aspersión establecido en el vivero de Finca Rancho Maya.

### 3.2.5.4 Plan de control químico

En el siguiente cuadro, se puede observar las aplicaciones de fungicidas realizadas en el vivero de Finca Rancho Maya, Los amates, Izabal. Estas aplicaciones están orientadas hacia el control de hongos, siendo un tipo de aplicación foliar y el producto utilizado es “Pronto”, en dosis de 50ml por 16 litros de agua.

Cuadro 19. Aplicación de Fungicidas en el área del vivero.

FECHA DE APLICACION	NUMERO DE PANTE
11/04/2012	1, 2
12/04/2012	3
13/04/2012	4
14/04/2012	5
05/05/2012	1, 2
06/05/2012	3
07/05/2012	4
08/05/2012	5
01/06/2012	1, 2
02/06/2012	3
03/06/2012	4
06/06/2012	5

En el siguiente cuadro, se puede observar las aplicaciones de Herbicidas realizadas en el vivero de Finca Rancho Maya, Los amates, Izabal. El propósito de aplicarlas es realizar el control de malezas, en los diferentes pantes. El tipo de aplicación es directa a la planta, utilizando la combinación de los productos Elosate y Coltar, en dosis de 50 cc de Elosate y 75 ml de Coltar, en 16 litros de agua.

Cuadro 20. Aplicación de Herbicida en el área del vivero.

FECHA DE APLICACION	NUMERO DE PANTE
14/03/2012	1, 2
15/03/2012	3, 4
16/03/2012	5
18/04/2012	1, 2
19/04/2012	1, 2
20/04/2012	3, 4
16/05/2012	1, 2
17/05/2012	3, 4
18/05/2012	5

En el siguiente cuadro, se puede observar las aplicaciones de Insecticida realizadas en el vivero de Finca Rancho Maya, Los amates, Izabal. Estas aplicaciones están orientadas al control de las plagas de la palma africana, siendo una aplicación foliar, utilizando dosis de 50 cc de producto por 16 litros de agua.

Cuadro 21. Aplicación de Insecticida en el área del vivero.

FECHA DE APLICACIÓN	NUMERO DE PANTE	PRODUCTO
02/05/2012	1, 2	CPF 48
03/05/2012	3	CPF 48
04/05/2012	4	CPF 48
05/05/2012	5	CPF 48
23/05/2012	1, 2	Malation
24/05/2012	3	Malation
25/05/2012	4	Malation
26/05/2012	5	Malation
01/06/2012	1, 2	CPF 48
02/06/2012	3	CPF 48
03/06/2012	4	CPF 48
04/06/2012	5	CPF 48

En el siguiente cuadro, Se puede observar la aplicación de Fertilizantes con fecha y dosis, realizadas en el vivero de Finca Rancho Maya, Los amates Izabal.

Cuadro 22. Aplicación de Fertilizante en el área del vivero.

Aplicación	Edad en semanas	aplicaciones cada 15 días	Gramos de fertilizante				
			Fertilizantes en gramos				
			DAP (18-46-0)	15-15-15	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	KC I	KMAG
1	10	26 al 30 de Sep. 2011	5				
2	12	10 al 12 Oct. 2011		5			
3	14	24 al 28 Oct. 2011					
4	16	07 al 11 Nov. 2011			7		
5	18	21 al 25 Nov. 2011					7
6	20	05 al 09 Dic. 2011		9			
7	22	19 al 23 Dic. 2011			9		
8	24	02 al 06 Ene. 2012				15	
9	26	16 al 20 Ene. 2012		12			
10	28	30 Ene al 03 Feb. 2012		15			
11	30	13 al 17 de Feb. 2012					15
12	32	27 al 02 de Mar. 2012		18			
13	34	12 al 16 de Mar. 2012			18		
14	36	26 al 30 de Mar. 2012					20
15	38	9 al 13 Abr. 2012		20			
16	40	23 al 27 de Abr. 2012				25	
17	42	07 al 11 de May. 2012		25			
18	44	21 al 25 de May. 2012					30
19	46	04 al 08 de Jun. 2012			30		
20	48	18 al 22 de Jun. 2012				30	
21	50	02 al 06 de Jul. 2012		30			
22	52	16 al 20 de Jul. 2012		30			
	<b>total/palma</b>		<b>5</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>72</b>

### 3.2.6 CONCLUSIÓN

- En términos generales el vivero de la finca Rancho Maya, se encuentra en buen estado, ya que cuenta con todos los materiales y métodos, para el buen manejo de un vivero. Existen problemas que se monitorean y se le dan seguimiento con un programa de manejo agronómico establecido por la empresa, el cual se cumple, excepto los factores climáticos de tiempo como la lluvia que suspenden todo tipo de actividades establecidas. La única desventaja es el presupuesto, ya que cuenta con muy poco personal para realizar todas las actividades en el tiempo establecido en el vivero.
- El área establecida de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) en el vivero es de 3.27 ha.
- La cantidad de palmas en total después del descarte de plantas malas en el área de vivero es de 37,335.

**3.2.2 Servicio 2: Evaluación de 3 presentaciones del fertilizante de liberación controlada Osmocote sobre el crecimiento del cultivo de palma Africana (*Elaeis guineensis. Jacq.*), en la fase de vivero en la finca Rancho Maya, municipio de Los Amates, Departamento de Izabal, Guatemala, CA.**

**3.2.3 Objetivos:**

**3.2.3.1 General:**

Evaluar el efecto de 3 presentaciones de liberación del fertilizante Osmocote, en el crecimiento de plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis jacq.*), en la fase de vivero.

**3.2.3.2 Específicos:**

Comparar la eficiencia de las distintas presentaciones de liberación del fertilizante Osmocote, en contraste con la fertilización establecida en el área de vivero de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*).

**3.2.4 Materiales y Metodología**

**3.2.4.1 Materiales**

- Palmas
- Terreno
- Fertilizantes
  - DAP
  - TRIPLE 15
  - TRIPLE 20
  - KCL
  - KMAG
  - MOP
  - SULFATO DE AMONIO
  - OSMOCOTE 12-14
  - OSMOCOTE 8-9
  - OSMOCOTE 3-4
- Personal para la aplicación

- Cubetas
- Medidas para aplicación
- Rótulos
- Libreta de campo

### **3.2.5 Metodología**

El ensayo de Osmocote se inicio con un reconocimiento del área donde se encontraba ubicado el vivero, determinando así el área adecuada para el establecimiento del ensayo sobre la evaluación de las distintas formas, en base a tiempo de liberación del fertilizante Osmocote, se determinó el área con las siguientes especificaciones :

- Palmas con edades en el rango de 5 meses de edad.
- Área con porcentaje de pendiente bajo.
- Área homogénea.
- Las plantas tiene que ser de la misma variedad.
- Descripción de variables:
- Las variables a evaluar en el ensayo se describen a continuación:

#### **3.2.5.1 Descripción de variables**

Altura de la planta: se midió desde el inicio del estipe hasta el ápice de la hoja más larga.

Número de hojas verdaderas emitidas por planta: se contaron el número total de hojas de cada palma.

Emisión foliar: Se tomó el dato numérico de hojas emitidas desde el comienzo del ensayo hasta el fin del mismo, señalizándola con pintura o cinta de color.

#### **3.2.5.2 Descripción del fertilizante**

En el cuadro 23, se observa la descripción de las presentaciones del Fertilizante Osmocote, donde se establecen las presentaciones y los meses en que se tarda el fertilizante en liberarse completamente.

Cuadro 23. Descripción de presentaciones del fertilizante Osmocote.

Presentación del fertilizante	Tiempo de liberación (meses)
Osmocote 12-14	12-14
Osmocote 8-9	8-9
Osmocote 3-4	3-4

Fuente: Empresa Naturaceites.

### 3.2.5.3 Descripción de tratamientos

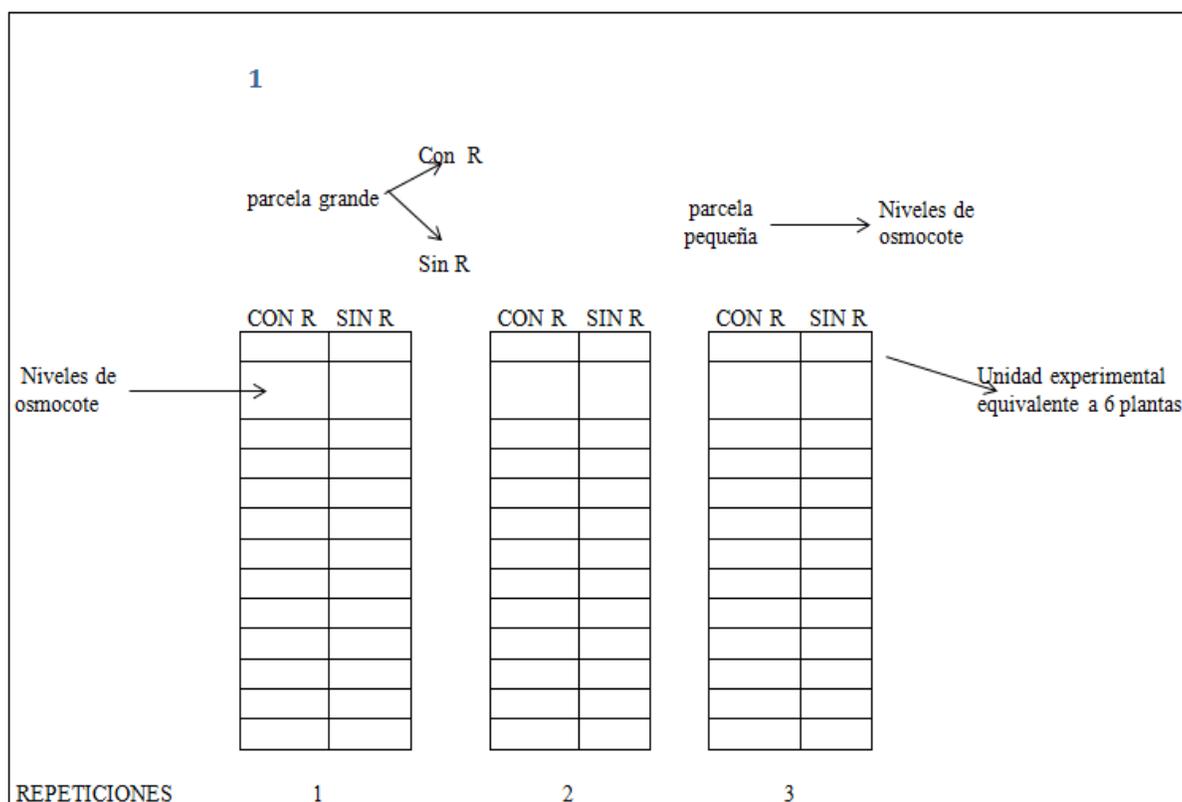


Figura 31. Distribución de los tratamientos.

En la figura 31, se observan la distribución de los tratamientos en dos sub-bloques, los cuales se diferencian entre sí por la variable refuerzo de fertilización K-Mg' que se hará solamente en el sub-bloque A. Los tratamientos corresponden a una combinación de dosis y frecuencia de aplicación, ajustados por la longevidad del Osmocote. Los tratamientos T1 al T4 recibirán solamente la primera aplicación de Osmocote 12-14; tratamientos T5 al T7, recibirán la primera y segunda aplicación con Osmocote 12-14 y 8-9, respectivamente; los tratamientos T8 al T10, recibirán las tres aplicaciones de las presentaciones de Osmocote

12-14, 8-9 y 3-4 meses. El testigo relativo, T11, se basará en la programación de fertilización convencional establecida para las plantas de vivero. El testigo absoluto, T12, permitirá evaluar el comportamiento de las plantas sin fertilización alguna hasta la finalización de la etapa de vivero. Los tratamientos que corresponden al sub-bloque A recibirán un refuerzo de fertilización aportando a los 8 y 10 meses de edad, 2 aplicaciones de 15 g/bolsa cada uno de KCl y 2 aplicaciones de 15 g/bolsa cada uno de KMg.

3.3 En el cuadro 24, se observan las dosis, tiempo, aplicaciones, descripción y codificación de las diferentes presentaciones del fertilizante, en el vivero de la finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.

Cuadro 24. se observa los diferentes tratamientos y las diferentes aplicaciones realizadas en el vivero de Finca Rancho Maya los Amates Izabal.

Sub-Bloque	No. de tratamiento	Codificación de tratamiento	Descripción de tratamientos		
			gr/palma		
			Osmocote 12-14	Osmocote 8-9	Osmocote 3-4
			1era. Aplicación	2da. Aplicación	3era. Aplicación
A	1	O50+R <sup>¶</sup>	50	0	0
A	2	O75+R	75	0	0
A	3	O100+R	100	0	0
A	4	O125+R	125	0	0
A	5	O25-25+R	25	25	0
A	6	O50-25+R	50	25	0
A	7	O50-50+R	50	50	0
A	8	O75-25-25+R	75	50	25
A	9	O50-50-25+R	50	50	25
A	10	O50-50-50+R	50	50	50
A	11	Fert. Conv. <sup>§</sup>	Fert. Normal	Fert. Normal	Fert. Normal
A	12	Testigo absoluto	0	0	0
B	1	O50	50	0	0
B	2	O75	75	0	0
B	3	O100	100	0	0
B	4	O125	125	0	0
B	5	O25-25	25	25	0
B	6	O50-25	50	25	0
B	7	O50-50	50	50	0
B	8	O75-50-25	75	50	25
B	9	O50-50-25	50	50	25
B	10	O50-50-50	50	50	50
B	11	Fert. Conv. <sup>§</sup>	Fert. Normal	Fert. Normal	Fert. Normal I
B	12	Testigo absoluto	0	0	0

**¶ +R= refuerzo: 2 aplicaciones de KCl 15g/bolsa y 2 aplicaciones de KMg 15g/bolsa.**



Figura 32. Croquis de las parcelas establecidas en el vivero.



Figura 33. Aplicación de fertilizante Osmocote

### 3.2.6 Resultados

Como se puede observar en la siguiente gráfica, en el acumulado de las 5 lecturas, que se hicieron una por mes por 5 meses, los resultados de la variable Número de hojas, el mejor resultado lo mostró el tratamiento 5, de la parcela con refuerzo de la cual se aplicaron 25 gr. de la presentación 12-14 meses y 25 gr. de la presentación de 8-9 meses, ya que obtuvo una cantidad mayor de hojas en comparación a los demás tratamientos. Y en la parcela sin refuerzo fue el tratamiento 8, que consiste en 75 gr. de la presentación 12-14, 50 gr. de la presentación 8-9 y 25 gr. de la presentación 3-4 meses de liberación, el que obtuvo una cantidad de hojas mayor en comparación a los demás tratamientos.

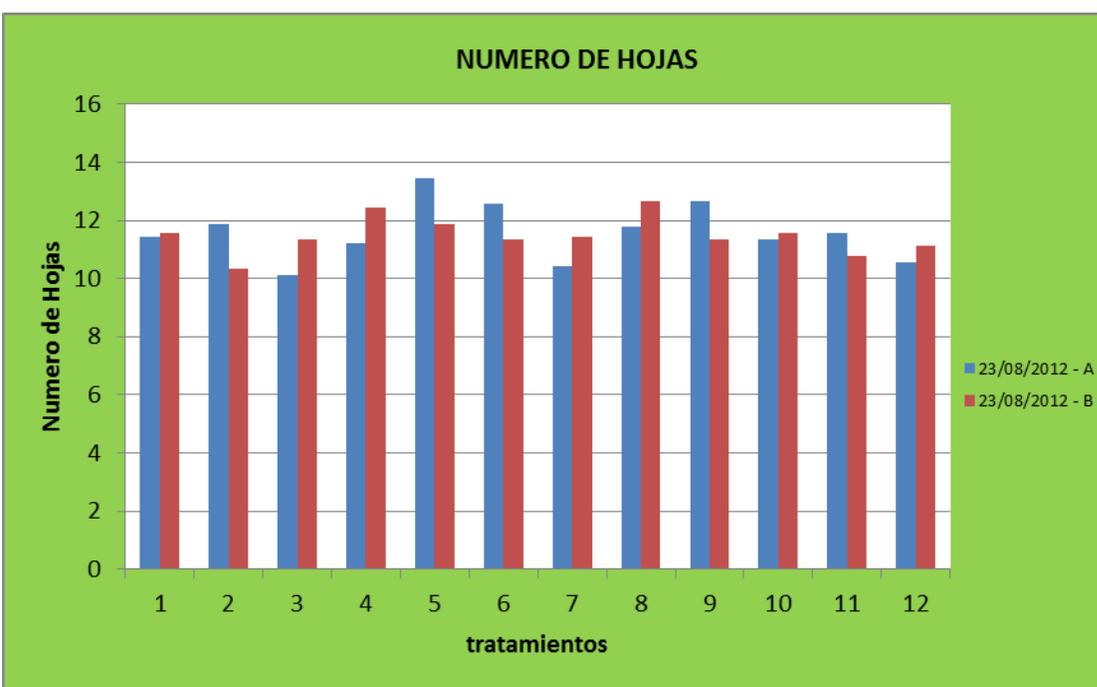


Figura 34. Altura de plantas del ensayo en vivero

Como se puede observar en la gráfica 35, en el acumulado de las 5 lecturas, que se hicieron una por mes durante los 5 meses. , En la figura 60, se muestran los resultados de la variable diámetro de planta, donde el tratamiento 7 mostró los mejores resultados, en las parcelas con refuerzo con un diámetro de 6.3 cm, esto en comparación a los demás tratamientos. La aplicación fue la siguiente; 50 gr. de la presentación 12-14 y 50 gr. de la presentación 8-9. De la parcela sin refuerzo, fue el tratamiento 6 con un diámetro de 6.25 cm, con una aplicación de; 50 gr. de la presentación 12-14 meses y 25 gr. de la presentación de 8-9 meses.

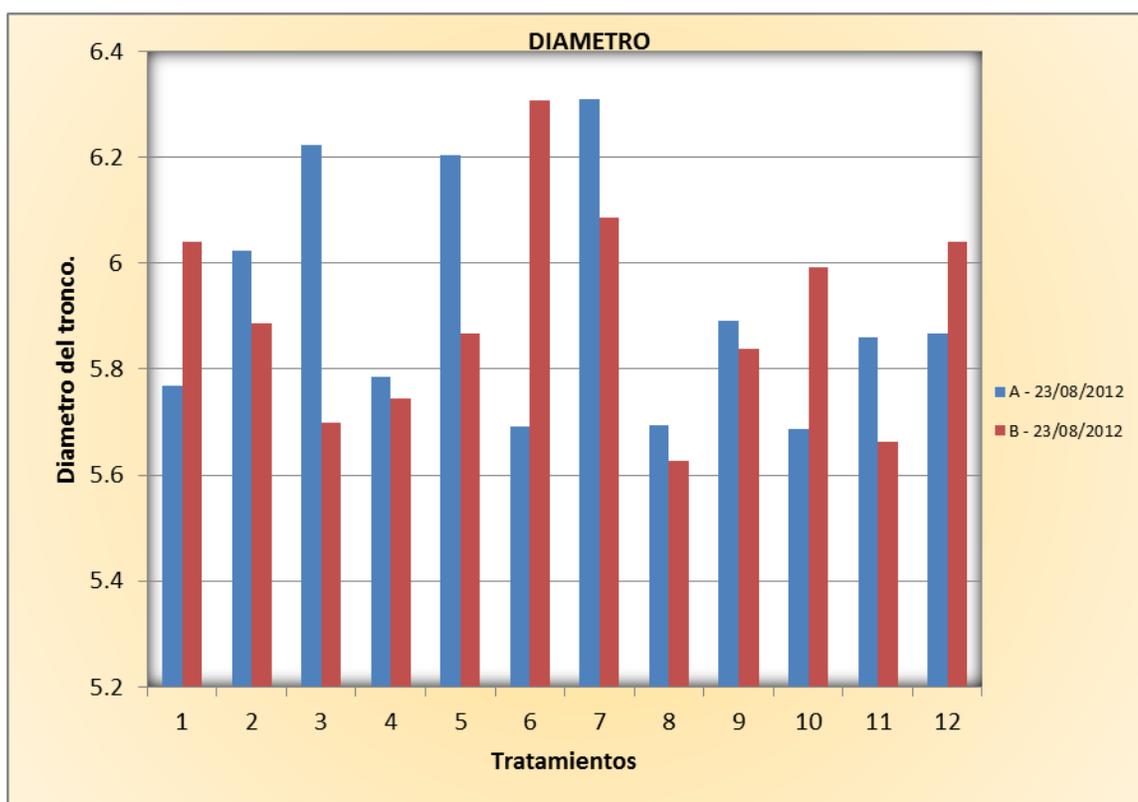


Figura 35. Diametro de plantas del ensayo en vivero



Figura 36. Medición de Diámetro

Como se muestra en la siguiente gráfica, los resultados de la variable altura de planta, en donde el tratamiento 6 en la parcela con refuerzo, mostro la mayor altura, con 147 cm. El tratamiento 6, está compuesto por 50 gr. de la presentación 12-14 y 25 gr. de la presentación 8-9 meses de liberación. En la parcela sin refuerzo, el tratamiento que mostró la mayor altura fue el 5, con una altura de 148 cm. La dosis de este tratamiento, está compuesto de 25 gr. de la presentación de liberación lenta de 12-14 meses y 25 gr. de la presentación de liberación lenta de 8-9 meses. Los otros tratamientos mostraron menores alturas.

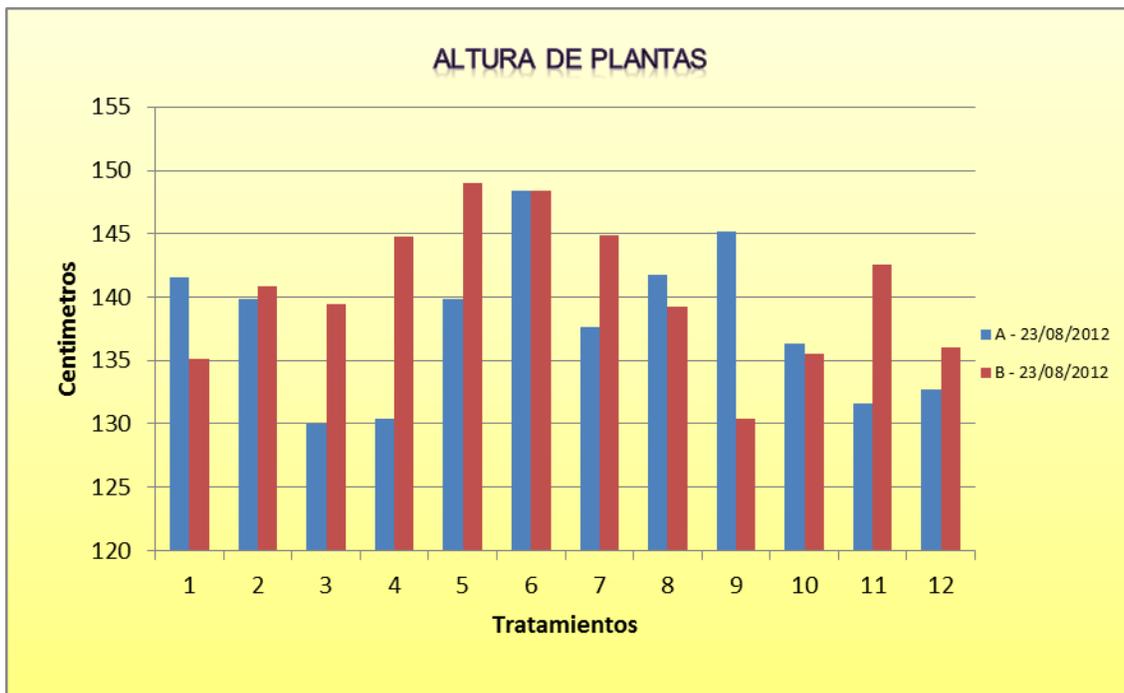


Figura 37. Altura de planta.



Figura 38. Medición de altura de planta.

### 3.2.7 Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos, se determinó que la aplicación del fertilizante de liberación controlada (Osmocote), influye positivamente en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, en la fase de vivero del cultivo de la palma aceitera.
- En base a los resultados obtenidos se determinó que la aplicación del fertilizante de liberación lenta (Osmocote), tiene una mayor influencia en el desarrollo de la planta comparándolo con la fertilización convencional, que se aplica en el vivero de la finca Rancho Maya, Los Amates, Izabal.