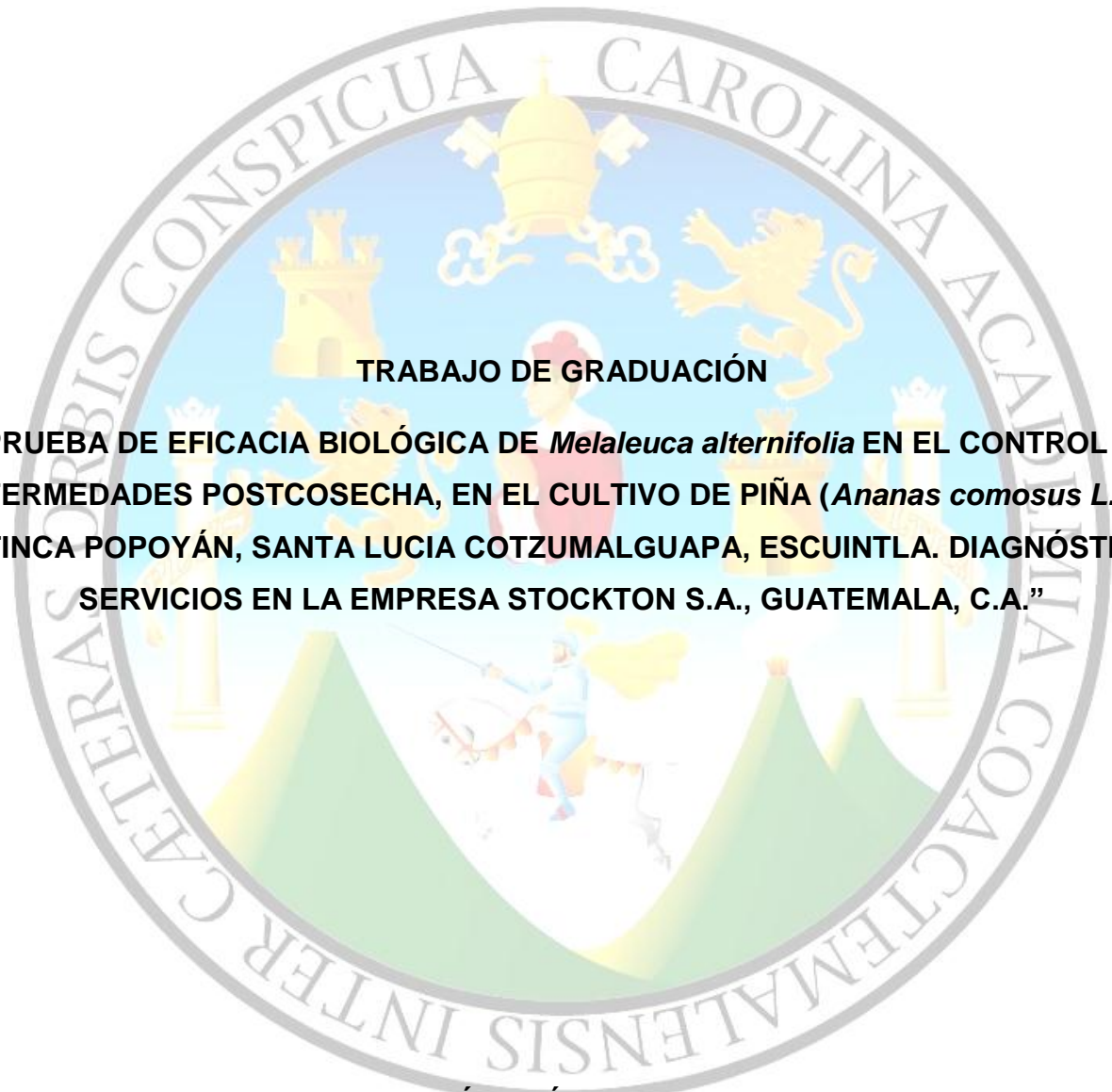


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**AREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**“PRUEBA DE EFICACIA BIOLÓGICA DE *Melaleuca alternifolia* EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA, EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus L.*), EN LA FINCA POPOYÁN, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA EMPRESA STOCKTON S.A., GUATEMALA, C.A.”**

**AXEL RAÚL JUÁREZ ORELLANA**

**GUATEMALA, MARZO DE 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**“PRUEBA DE EFICACIA BIOLÓGICA DE *Melaleuca alternifolia* EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA, EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus L.*), EN LA FINCA POPOYÁN, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A., DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN LA EMPRESA STOCKTON S.A., GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.”**

**TESIS**

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

**POR**

**AXEL RAÚL JUÁREZ ORELLANA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, MARZO 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RECTOR**

**Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Mario Antonio Godínez López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Dr.</b>	<b>Tomas Antonio Padilla Cámbara</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Dra.</b>	<b>Griselda Lily Gutiérrez Álvarez</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. M.A.</b>	<b>Jorge Mario Cabrera Madrid</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>P. en Electrónica</b>	<b>Carlos Waldemar De León Samayoa</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr.</b>	<b>Marvin Orlando Sicajau Pec</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Juan Alberto Herrera Ardón</b>

**Guatemala, marzo de 2019**



Guatemala, marzo de 2019

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado “Prueba de eficacia biológica de *Melaleuca alternifolia* en el control de enfermedades postcosecha, en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L.), en la finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A., Diagnostico y Servicios en la empresa Stockton S.A., Guatemala, 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, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AXEL RAÚL JUÁREZ ORELLANA





## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Creador y dador de vida, en quien todo lo puedo y me da fuerzas en todo momento, permitiéndome alcanzar una meta más en mi vida

### **A MIS PADRES:**

Raúl Esteban Juárez López y María del Carmen Orellana Lima, quienes con esfuerzo y perseverancia me han guiado desde pequeño por un camino correcto y me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida.

### **A MIS HERMANOS:**

Esteban y Braian, ya que aunque las ramas de un árbol crezcan en distinta dirección, siempre tendrán las mismas raíces. Gracias por su apoyo.

### **A MI FAMILIA:**

A todos los Juárez y a todos los Orellana. Aunque la distancia no nos deja vernos seguido, me han dado palabras de ánimo para poder llegar a este día tan especial.

### **A MI ASESOR:**

Ing. Carlos Gonzales por orientarme con su conocimiento para culminar la última etapa dentro de esta gloriosa facultad.

### **A LA EMPRESA STOCKTON:**

Ileana, Chofo, Pedro, José Ángel, Rodrigo, Víctor, Roni, Javier, Porfirio y doña Mari. Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado y brindarme su amistad.

### **A MIS AMIGOS:**

Barbara, Andre, Mónica, Elena, Cano y a toda la manada. Gracias por las alegrías compartidas tanto dentro como fuera de esta casa de estudios.



## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

### **DIOS:**

Omnisciente, Omnipresente y Omnipotente.

### **GUATEMALA:**

País de la eterna primavera.

### **USAC:**

Grande entre las del mundo.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA:**

Guiándome en el camino del conocimiento dándome lecciones no solo académicas sino también para mi vida personal.

### **STOCKTON S.A.**

Lugar que me permitió desarrollarme y adquirir experiencia en el ámbito laboral, demostrándome que para obtener resultados diferentes hay que hacer cosas diferentes.

### **FINCA POPOYÁN SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA:**

Por darme la oportunidad de poder realizar mi investigación dentro de sus instalaciones, brindándome el apoyo y el conocimiento requerido.



## CONTENIDO GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN GENERAL.....	ix
1. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA STOCKTON S.A. GUATEMALA.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 METODOLOGIA .....	6
1.4.1 Análisis del organigrama .....	6
1.4.2 Ubicación y jerarquización de los proyectos .....	6
1.4.3 Problemas que afectan las actividades en la empresa. ....	7
1.5 RESULTADOS .....	8
1.5.1 Organigrama empresarial.....	9
1.5.1.1 Gerente regional:.....	10
1.5.1.2 Asistente general de gerencia: .....	10
1.5.1.3 Gerente de ventas: .....	11
1.5.1.4 Gerente de Investigación y Desarrollo:.....	12
1.5.1.5 Gerente Financiero:.....	12
1.5.1.6 Contador General: .....	13
1.5.1.7 Vendedor: .....	14
1.5.1.8 Promotor:.....	15
1.5.2 Proyectos de Stockton S.A.....	16
1.5.2.1 Finca Pampoijlá .....	16
1.5.2.1 Finca Los Andes.....	16
1.5.2.1 Finca Panamá .....	17

1.5.2.2	Finca Popoyán.....	17
1.5.2.3	Finca Popoyán (CCIPPP -Centro de Capacitación, Innovación y Producción Popoyán Priva-) .....	18
1.5.2.4	Jerarquización de los proyectos .....	18
1.5.3	Problemas que afectan a la empresa.....	19
1.6	CONCLUSIONES.....	22
2.	INVESTIGACIÓN.....	23
2.1	INTRODUCCIÓN.....	25
2.2	DEFINICION DEL PROBLEMA .....	26
2.3	MARCO TEÓRICO.....	27
2.3.1	Marco Conceptual.....	27
2.3.1.1	Piña ( <i>Ananas comosus</i> L.).....	27
2.3.1.2	Incidencia .....	33
2.3.1.3	Severidad .....	34
2.3.1.4	Prueba de eficacia biológica.....	34
2.3.1.5	Diferencia entre eficacia y eficiencia.....	34
2.3.1.6	Reglamento para extender el registro del uso de productos agrícolas.....	35
2.3.1.7	Certificación Global G.A.P. ....	38
2.3.1.8	Timorex Gold .....	39
2.3.1.9	Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de los microorganismos.....	41
2.3.2	Marco referencial .....	42
2.3.2.1	Popoyán .....	42
2.3.2.2	Fungicidas utilizados .....	43
2.3.2.3	Frutos tratados en la planta procesadora .....	44
2.3.2.4	Cuarto con temperatura controlada .....	44
2.4	OBJETIVOS.....	46
2.4.1	Objetivo general.....	46

2.4.2	Objetivos específicos .....	46
2.5	HIPÓTESIS.....	47
2.6	METODOLOGÍA .....	48
2.6.1	Diseño experimental .....	48
2.6.2	Tratamientos y repeticiones .....	50
2.6.2.1	Unidad experimental.....	50
2.6.2.2	Croquis de campo .....	51
2.6.3	Manejo del experimento.....	51
2.6.4	Descripción de las variables.....	52
2.6.4.1	Determinación del agente causal .....	52
2.6.4.2	Porcentaje de la severidad .....	52
2.6.4.3	Eficacia biológica .....	53
2.6.4.4	Días control .....	53
2.6.4.5	Análisis económico .....	54
2.6.5	Calendario de aplicaciones y tomas de datos .....	54
2.6.6	Análisis de las variables .....	55
2.6.6.1	Determinación del agente causal .....	55
2.6.6.2	Porcentaje de severidad .....	55
2.6.6.3	Eficacia biológica .....	56
2.6.6.4	Días control .....	57
2.6.6.5	Costos .....	57
2.6.6.6	Análisis de varianza.....	58
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	59
2.7.1	Determinación de patógenos presentes.....	59
2.7.2	Porcentaje de severidad .....	60
2.7.3	Porcentaje de eficacia biológica.....	62

2.7.4	Días control .....	64
2.7.4.1	Temperatura controlada (7°C) .....	64
2.7.4.2	Temperatura ambiente (media de 27.5 °C) .....	67
2.7.5	Análisis de costos .....	69
2.8	CONCLUSIONES .....	71
2.9	RECOMENDACIONES.....	72
2.10	ANEXOS .....	73
2.10.1	Glosario.....	73
2.10.2	Costo tratamiento 1 .....	74
2.10.3	Costo tratamiento 2 .....	74
2.10.4	Costo tratamiento 3.....	75
2.10.5	Costo tratamiento 4.....	75
2.10.6	Costo tratamiento 6.....	76
2.10.7	Identificación en laboratorio de <i>Thielaviopsis</i> .....	77
2.10.8	Identificación en laboratorio de <i>Penicillium sp.</i> .....	78
2.10.9	Solicitud para la rectificación de registro de productos agroquímicos .....	79
2.10.10	Usos aprobados de Timorex Gold.....	80
3.	SERVICIOS.....	81
3.1	INTRODUCCIÓN.....	83
3.2	AREA DE INFLUENCIA.....	84
3.2.1	Proyectos de Stockton S.A.....	84
3.2.2	Finca Pampojilá.....	84
3.2.3	Finca Los Andes y Finca panamá .....	84
3.2.4	Finca Popoyán .....	84
3.3	OBJETIVO GENERAL.....	85
3.4	SERVICIO PRESTADO.....	85



3.4.1	Mejoramiento de la eficiencia en el proceso de investigación y entrega de resultados de la empresa Stockton S.A.....	85
3.4.1.1	Definición del problema .....	85
3.4.1.2	Objetivos específicos.....	86
3.4.1.3	Metodología.....	86
3.5	EVALUACIÓN Y RESULTADOS.....	89
3.5.1	Tomas de Datos.....	89
3.5.2	Análisis de la Información .....	92
3.5.3	Elaboración de informe que muestra resultados. ....	97
3.5.3.1	Resultados.....	97
3.6	BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	107

## INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Organigrama de los puestos laborales de la empresa Stockton S.A. ....	9
Figura 2. Árbol de la problemática dentro del área de investigación y desarrollo de la empresa Stockton S.A. ....	20
Figura 3. Microscopia de <i>Penicillium funiculosum</i> . ....	31
Figura 4. Microscopia de <i>Thielaviopsis paradoxa</i> . ....	33
Figura 5. Macrolocalización de la finca Popoyán, Escuintla. ....	42
Figura 6. Forma de almacenaje de los frutos dentro del cuarto con temperatura controlada. ...	45
Figura 7. Tanques de aplicación de los tratamientos. ....	52
Figura 8. Escala diagramática de la severidad de hongos del pedúnculo en piña. ....	53
Figura 9. <i>Penicillium sp.</i> encontrado en el pedúnculo del fruto de piña ....	59
Figura 10. <i>Thielaviopsis paradoxa</i> encontrado en fruto de piña ....	60
Figura 11. Días control de patógenos en el pedúnculo postcosecha en piña a temperatura controlada. ....	65
Figura 12. Días control de patógenos en el pedúnculo postcosecha en piña a temperatura ambiente. ....	67
Figura 13A. Identificación de <i>thielaviopsis paradoxa</i> ....	77
Figura 14A. Identificación de <i>Penicillium sp.</i> ....	78
Figura 15A. solicitud para rectificar un producto agroquímico ante el MAGA ....	79
Figura 16. Instrucciones para el ingreso de los datos en el software creado. ....	92
Figura 17. Lectura 1, ingreso de los datos de la primera fecha de evaluación. ....	93
Figura 18. Lectura 2, ingreso de datos de la segunda fecha de evaluación. ....	94
Figura 19. Prueba de T student para comparaciones entre tratamientos. ....	95
Figura 20. Gráficas comparadoras de variables entre tratamientos. ....	96
Figura 21. Evaluación de las variables en los distintos momentos de tomas de datos. ....	97
Figura 22. Comportamiento de la incidencia de roya durante el tiempo de evaluación. ....	99
Figura 23. Comportamiento del control de roya en el tiempo. ....	101
Figura 24. Comportamiento de la defoliación a lo largo del tiempo. ....	103
Figura 25. Comportamiento del porcentaje de crecimiento de las bandolas a lo largo del tiempo. ....	105

## INDICE DE CUADROS

### Página

Cuadro 1. Objetivos de los proyectos de la empresa Stockton S.A.....	18
Cuadro 2. Taxonomía del cultivo de piña.....	27
Cuadro 3. Taxonomía de <i>Penicillium funiculosum</i> .....	30
Cuadro 4. Taxonomía de <i>Thielaviopsis paradoxa</i> .....	32
Cuadro 5. Taxonomía de <i>M. alternifolia</i> .....	40
Cuadro 6. Niveles del factor temperatura.....	48
Cuadro 7. Niveles del factor concentración de producto.....	49
Cuadro 8. Factores evaluados con sus respectivas combinaciones.....	49
Cuadro 9. Descripción general de los tratamientos utilizados en el ensayo.....	50
Cuadro 10. Aleatorización de los tratamientos dentro del cuarto frío y a temperatura ambiente.....	51
Cuadro 11. Momentos de las tomas de datos durante el ensayo.....	54
Cuadro 12. Análisis de varianza para el porcentaje severidad.....	60
Cuadro 13. Prueba de medias Tukey para el porcentaje de severidad.....	61
Cuadro 14. Análisis de varianza para el porcentaje de eficacia biológica.....	63
Cuadro 15. Prueba de medias Tukey para el porcentaje de eficacia biológica.....	63
Cuadro 16. Cantidad de frutos dañados en las distintas fechas de lecturas a temperatura controlada.....	65
Cuadro 17. Cantidad de días que los tratamientos evaluados tuvieron control en temperatura controlada.....	66
Cuadro 18. Cantidad de frutos dañados en las distintas fechas de lecturas a temperatura ambiente (media de 27.5 °C).....	68
Cuadro 19. Cantidad de días control para los tratamientos evaluados a temperatura ambiente (media de 27.5 °C).....	68
Cuadro 20. Costos totales por la aplicación de un litro de tratamiento evaluado.....	69
Cuadro 21A. Costo por litro de aplicación de la dosis baja de <i>Melaleuca alternifolia</i> .....	74
Cuadro 22A. Costo por litro de aplicación de la dosis media de <i>Melaleuca alternifolia</i> .....	74
Cuadro 23A. Costo por litro de aplicación de la dosis alta de <i>Melaleuca alternifolia</i> .....	75
Cuadro 24A. Costo por litro de aplicación de la mezcla de <i>Melaleuca alternifolia</i> y Triadimefón.....	75
Cuadro 25A. Costo por litro de aplicación de Triadimefón.....	76

Cuadro 26A. Usos de Timorex Gold 22.3 EC .....	80
Cuadro 27. Cuadro para toma el registro de información de campo en cultivo de café.....	87
Cuadro 28. Toma de datos de las variables primer fecha.....	89
Cuadro 29. Toma de datos de las variables segunda fecha. ....	90
Cuadro 30. Toma de datos de las variables tercera fecha.....	91
Cuadro 31. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 1 .....	98
Cuadro 32. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 2 .....	98
Cuadro 33. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 3 .....	98
Cuadro 34. Promedio del porcentaje de control en la segunda lectura.....	100
Cuadro 35. Prueba de T para el porcentaje de control en la segunda lectura .....	100
Cuadro 36. Promedio del porcentaje de control en la tercera lectura .....	101
Cuadro 37. Prueba de T para el porcentaje de control en la tercera lectura.....	101
Cuadro 38. Media de los porcentajes de crecimiento foliar en la segunda lectura. ....	102
Cuadro 39. Prueba de T para el porcentaje de crecimiento foliar en la segunda lectura.....	102
Cuadro 40. Promedio del porcentaje de crecimiento foliar en la tercera lectura.....	103
Cuadro 41. Prueba de T para el porcentaje de crecimiento foliar en la tercera lectura. ....	103
Cuadro 42. Promedio del porcentaje de crecimiento de las bandolas en la segunda lectura..	104
Cuadro 43. Prueba de T para el crecimiento de las bandolas en la segunda lectura .....	104
Cuadro 44. Promedio del porcentaje de crecimiento de bandolas tercera lectura.....	105
Cuadro 45. Prueba de T para el crecimiento de bandolas en la tercera lectura .....	105

## RESUMEN GENERAL

Como parte final de los requisitos requeridos por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el periodo de febrero a noviembre del año 2016, mismo que se realizó en la empresa Stockton S.A., compañía global que desarrolla y distribuye productos para la protección de cosechas con soluciones ecológicamente respetuosas al medio ambiente en todo el mundo.

Entre las actividades realizadas se elaboró un diagnóstico de la situación de la empresa a nivel nacional, enfatizando sobre las actividades realizadas por cada uno de los miembros y específicamente se realizó un conteo para priorizar los proyectos en el área de investigación y desarrollo, con lo cual se determinó que los problemas que ocurren en dicha área son la extensión del uso del producto Timorex Gold en otros ámbitos agronómicos y la carencia de personal para el trabajo de campo.

Además se realizó la investigación denominada “Prueba de eficacia biológica de *Melaleuca alternifolia* en el control de enfermedades postcosecha, en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L.), en la Finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.”, en la cual se evaluaron 3 distintas dosis de *Melaleuca alternifolia*, una mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón y una dosis de Triadimefón, a dos distintas temperaturas, para controlar hongos (*Penicillium* y *Thielaviopsis*) que afectan el pedúnculo de los frutos de piña. Las variables a medir fueron: severidad, eficacia biológica, días control y el costo en la aplicación, determinando que la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón fue la que estadísticamente tuvo los mejores resultados disminuyendo la severidad, con mayor eficacia biológica, mantuvo por 21 días los frutos libres de hongos y tiene un costo menor en comparación a las distintas dosis de *Melaleuca alternifolia*.

Como servicios profesionales, se realizaron actividades para mejorar la eficiencia en el proceso de investigación y desarrollo de los proyectos llevados a cabo. Las actividades que se realizaron fueron, tomas de datos en campo de parcelas experimentales, análisis de la información recopilada, para lo cual se creó un software que permite el ingreso de datos específicamente para proyectos en café, las salidas del software muestran los porcentajes de incidencia, crecimiento

foliar, crecimiento por bandola y los porcentajes de control de las enfermedades según las diferentes lecturas. La última actividad llevada a cabo fue el monitoreo en el uso de un formato que la empresa utilizará en la elaboración de informes de los resultados de las investigaciones.







## 1.1 INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que depende en gran manera de la agricultura, existiendo así una gran variedad de especies cultivadas en distintas áreas con climas específicos. Todos los cultivos presentan en su ciclo de vida enfermedades que las atacan, produciendo su deterioro, mala calidad de cosechas e incluso muchas veces la muerte de la planta.

La empresa Stockton S.A. contribuye a darle solución a muchas de las enfermedades provocadas por hongos que afectan a los cultivos como café, solanáceas, cucúrbitaceas, musáceas y cultivos tropicales, a través de un portafolio de productos que atacan a los patógenos provocando su muerte.

El presente diagnóstico se realizó con el fin de conocer la situación actual de la empresa Stockton S.A., tomando contacto directo con la empresa y así comprender las condiciones en las que ésta se encuentra. Para determinar la situación actual se analizaron las diversas áreas de interés de la empresa y en base a una serie de datos tomados y ordenados se juzgó en que pasos del proceso existen deficiencias. Al hablar de procesos, el documento está enfocado en el área de investigación y desarrollo de la empresa.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El producto Timorex Gold 22.3 EC, importado y distribuido por la empresa Stockton S.A., es relativamente nuevo para muchos agricultores ya que este se introdujo al país en el año 2008 y para ampliar su registro de uso, se necesitan realizar pruebas de eficacia biológica en diversos cultivos. Esto provoca que las ventas de este producto no sean considerables.

Para poder llegar a la gran mayoría de productores, es necesario hacer ensayos con productores que puedan difundir a los demás productores la eficacia con la que trabaja Timorex Gold 22.3 EC. La principal limitante en esta actividad es que la empresa Stockton S.A., cuenta con personal limitado en el área de investigación y desarrollo, como resultado se tiene que las áreas en las que se trabaja y promueve el producto sean muy limitadas, haciendo lento el dar a conocer el uso de Timorex Gold 22.3 EC en otros cultivos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Conocer la empresa Stockton S.A., determinando si existen anomalías o deficiencias en los procesos y actividades que realizan.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1.3.2.1 Analizar la estructura y función del organigrama de los puestos de trabajo de los miembros de Stockton S.A. Guatemala, determinando las funciones de cada uno.
- 1.3.2.2 Ubicar y jerarquizar los proyectos de la empresa Stockton S.A.
- 1.3.2.3 Identificar y jerarquizar los problemas que puedan afectar las actividades que la empresa realiza.

## **1.4 METODOLOGIA**

Para la ejecución de los objetivos anteriormente planteados, fué necesario tomar contacto directo con Stockton S.A., para obtener información primaria con la que se pudo realizar el presente diagnóstico.

### **1.4.1 Análisis del organigrama**

Para dicho análisis, se tomó por medio de revisión bibliográfica el organigrama ya creado con las funciones de cada puesto de la empresa Stockton S.A., y se comprobó que cada una de las plazas colocadas dentro del mismo estuvieran ocupadas para verificar que la estructura estuviera completa. Para el análisis de las funciones, se tomó contacto directo con las personas encargadas cerciorándose que cumplieran con las funciones establecidas en los manuales de la empresa.

### **1.4.2 Ubicación y jerarquización de los proyectos**

Los proyectos a ubicar y jerarquizar fueron los establecidos en el área de investigación y desarrollo de la empresa Stockton S.A., para ubicarlos fue necesario realizar visitas a las áreas en las cuales se tienen implementadas parcelas experimentales donde se prueba la eficacia biológica de Timorex Gold 22.3 EC para el control de hongos fitopatógenos. La jerarquización de los proyectos se realizó tomando como criterio lo siguiente:

1. Si el producto Timorex Gold 22.3 EC tiene o no, registro en el cultivo en que se realiza la investigación.
2. La finca o empresa donde se realiza la investigación tiene potencial de compra, esto hace referencia a que en un futuro la finca o empresa pueda utilizar Timorex Gold en sus aplicaciones como su programa comercial.

3. La finca o empresa es influyente con otros productores, es decir que puedan divulgar el uso de Timorex Gold para aumentar la publicidad del mismo.
4. Proyectos que únicamente se les da continuidad para no perder la confianza del productor.
5. Proyectos que se realizan únicamente con fines investigativos.

### **1.4.3 Problemas que afectan las actividades en la empresa.**

Importante recalcar que al hablar de actividades en la empresa, se hace referencia a las actividades del área de investigación y desarrollo. Para analizar esta sección fue necesario tomar contacto directo con el personal de dicha área y enfocarse en las funciones que realizan, al tener esto claro se realizó un árbol de problemas con el cual se jerarquizó la problemática identificando el problema principal, sus causas y sus efectos.

## 1.5 RESULTADOS

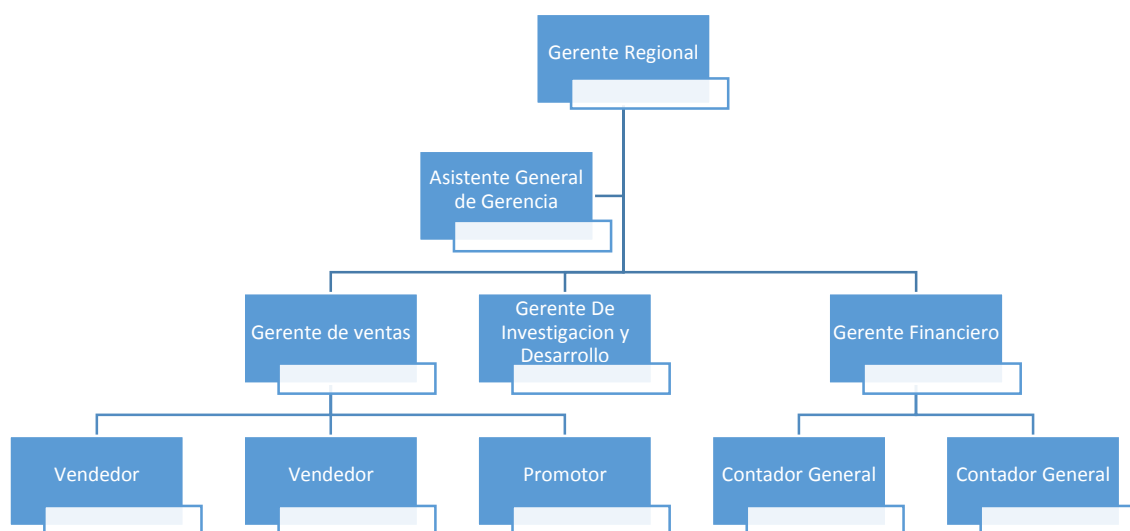
Stockton S.A., es una compañía global que desarrolla y distribuye productos para la protección de cosechas con soluciones ecológicamente respetuosas con el medioambiente. El grupo mantiene actualmente una presencia global en más de 30 países y cuenta con más de 320 productos registrados, entre los que destacan herbicidas, fungicidas e insecticidas. La empresa Stockton S.A. distribuye su propia línea de bio-pesticidas, los que desarrolla en su Centro de Investigación y Desarrollo en Israel (Centro de I&D).

En Guatemala, la empresa Stockton S.A., realiza ensayos en diversos cultivos para demostrar y comprobar la eficacia de sus productos y los productores de varias especies ya tienen a Stockton y su producto Timorex Gold 22.3 EC, posicionado como un fungicida que genera resultados positivos. Los cultivos en los que Timorex Gold 22.3 EC se utiliza, se encuentran: Café, Banano, Plátano, Piña, Melón, Sandía, Pepino, Tomate, Papa, Mango, Tabaco, Arroz, Alverja, Fresas y Maíz.

Según la información recopilada durante la estancia en la empresa Stockton S.A., se determinó que la empresa esta organizada de la siguiente forma.

### 1.5.1 Organigrama empresarial.

A continuación, se muestra la figura 1, la cual es el organigrama de la empresa Stockton S.A.



**Figura 1. Organigrama de los puestos laborales de la empresa Stockton S.A.**

La estructura del organigrama por su naturaleza es de tipo microadministrativo. Por su afinidad es de tipo formal ya que representa el modelo de funcionamiento planificado o formal de la empresa, y cuenta con el instrumento escrito de su aprobación. Por su ámbito es general ya que contiene información representativa de la empresa hasta determinado nivel jerárquico (desde gerencia general hasta los vendedores, promotores y contadores), según su magnitud y características. Por su contenido es integral ya que dicho organigrama es una gráfica de todas las unidades administrativas de la empresa Stockton S.A. y sus relaciones de jerarquía o dependencia. Por su presentación o disposición gráfica es de tipo vertical ya que presenta las unidades ramificadas de arriba hacia abajo a partir del titular (gerente general), en la parte superior, y desagregan los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada.

Las actividades de cada uno de los cargos, son las siguientes:

#### 1.5.1.1 Gerente regional:

- A. Planear y desarrollar metas a corto, mediano y largo plazo junto con objetivos anuales y entregar las proyecciones de dichas metas.
- B. Liderar la gestión estratégica.
- C. Liderar la formulación y aplicación del plan de negocios.
- D. Alinear a las distintas gerencias.
- E. Definir políticas generales de administración.
- F. Dirigir y controlar el desempeño de las áreas.
- G. Presentar al directorio estados de situación e información de la marcha de la empresa.
- H. Ser el representante de la empresa.
- I. Desarrollar y mantener relaciones político-diplomáticas con autoridades y reguladores (Ministerios, Contraloría, etc).
- J. Velar por el respecto de las normativas y reglamentos vigentes.
- K. Actuar en coherencia con los valores organizacionales.

#### 1.5.1.2 Asistente general de gerencia:

- A. Encargada de mantener en orden todas las actividades del gerente regional.
- B. Apoyar operativamente en la ejecución de planes y actividades administrativas realizadas en la empresa, contribuyendo con la aplicación de los procedimientos vigentes.
- C. Participar activamente en la gestión de la empresa, con el fin de alcanzar los objetivos y metas.
- D. Dar trámite a asuntos operativos y relacionados con la gestión de la empresa.



- E. Participar en la ejecución de los sistemas y procedimientos de la empresa, para procurar su efectividad.
- F. Implementar planes de acción, iniciativas y medidas correctivas relacionados con su ámbito de acción.
- G. Recibir y efectuar las llamadas telefónicas, o en su defecto tomar los mensajes cuando sea necesario.
- H. Brindar apoyo operativo a la gerencia general en aspectos relacionados con trámites presupuestales.
- I. Recibir, registrar, distribuir y archivar la documentación que ingresa a la gerencia general. Llevar el control sobre la correspondencia enviada.
- J. Administrar la agenda del gerente general.
- K. Redactar cartas, memorandos, circulares, correos electrónicos y demás documentos que sean requeridos por la gerencia general.
- L. Preparar la documentación para la revisión y firma del gerente general.
- M. Mantener la existencia de útiles de oficina y encargarse de su custodia y distribución.
- N. Elaborar las solicitudes de viajes y viáticos para el gerente general.

#### 1.5.1.3 Gerente de ventas:

- A. Preparar planes y presupuestos de ventas, de modo que debe planificar sus acciones, tomando en cuenta los recursos necesarios y disponibles para llevar a cabo dichos planes.
- B. Determinar la demanda del mercado.
- C. Establecer metas y objetivos tanto a largo como a corto plazo, influyendo a los subordinados para que la entidad valla en la misma dirección.
- D. Reclutamiento, selección y capacitación de los vendedores.
- E. Manejo del presupuesto establecido para las ventas
- F. Establecer contacto directo con los clientes, brindándoles la asesoría necesaria.

#### 1.5.1.4 Gerente de Investigación y Desarrollo:

- A. Realizar investigación, en diversas fincas y diversos cultivos, de los productos de la empresa para poder aprobar o extender su registro de uso.
- B. Realizar investigación para obtener resultados que pueden ser aplicados a nuevos procesos.
- C. Analizar e interpretar resultados a través de conocimientos adquiridos en la formación profesional.
- D. Exponer a las autoridades de la empresa los resultados preliminares y finales obtenidos en cada proyecto ejecutado.
- E. Manejar el presupuesto anual del área de investigación y desarrollo.
- F. Realizar los trámites pertinentes al registro y extensión de uso de los productos ante las autoridades.
- G. Brindar asesoría técnica a clientes que la necesiten.

#### 1.5.1.5 Gerente Financiero:

- A. Administrar el capital de la empresa Stockton S.A., planeando y controlando todas las actividades financieras según análisis previos de la información financiera.
- B. Planear las estrategias financieras de flujo de caja.
- C. Planear y proyectar el presupuesto de pagos de la compañía.
- D. Planear y proyectar el presupuesto de gasto de la compañía.
- E. Planear junto con la revisoría fiscal y el contador el cierre fiscal y su efecto contable.
- F. Responder ante la gerencia y presidencia, por la eficaz y eficiente administración de los recursos financieros y físicos de la empresa.
- G. Responder por la elaboración y presentación oportuna ante la gerencia de los estados financieros.
- H. Elaborar los informes de gestión que solicite la gerencia.

- I. Coordinar y supervisar la ejecución de las actividades administrativas delegadas a las dependencias bajo su cargo, para garantizar el adecuado desarrollo de los procedimientos administrativos del área.
- J. Definir y aplicar los parámetros para la presupuestación de ingresos, gastos y compra de activos, de acuerdo con las políticas definidas por gerencia.
- K. Establecer las metas de los indicadores de gestión definidos para el área, y efectuar seguimiento al cumplimiento de los mismos.
- L. Establecer las medidas requeridas para garantizar la protección de los recursos y activos de la empresa, evitando su uso inadecuado.
- M. Coordinar la ejecución de las actividades para la provisión de los servicios administrativos y logísticos que requiera la empresa para su operación.
- N. Controlar y autorizar la adquisición de bienes y servicios, controlar su suministro, almacenamiento, distribución y uso.
- O. Coordinar el manejo y actualización del inventario de los materiales, suministros y bienes utilizados por la empresa.
- P. Participar en los comités gerenciales.
- Q. Detectar situaciones, problemas causados o previsibles en el área a cargo y solucionarlas, previa sustentación ante la gerencia.
- R. Elaborar informes de gestión para ser presentado a la gerencia, así como los demás informes sobre el desarrollo de sus funciones que se le soliciten.

#### 1.5.1.6 Contador General:

- A. Apoyar en las actividades financieras al gerente financiero.
- B. Procesar, codificar y contabilizar los diferentes comprobantes por concepto de activos, pasivos, ingresos y egresos, mediante el registro numérico de la contabilización de cada una de las operaciones, así como la actualización de los soportes adecuados para cada caso, a fin de llevar el control sobre las distintas partidas que constituyen el movimiento contable y que dan lugar a los balances y demás reportes financieros.

- C. Verificar que las facturas recibidas en el departamento contengan correctamente los datos fiscales de la empresa que cumplan con las formalidades requeridas.
- D. Registrar las facturas recibidas de los proveedores, a través del sistema computarizado administrativo para mantener actualizadas las cuentas por pagar.
- E. Revisar el cálculo de las planillas de retención de Impuesto sobre la renta del personal emitidas por los empleados, y realizar los ajustes en caso de no cumplir con las disposiciones.
- F. Llevar mensualmente los libros generales de compras y ventas, mediante el registro de facturas emitidas y recibidas a fin de realizar la declaración de IVA.
- G. Elaborar los comprobantes de diario, mediante el registro oportuno de la información siguiendo con los principios contables generalmente aceptados, a objeto de obtener los estados financieros.
- H. Cumplir y hacer cumplir todas las recomendaciones de tipo contable, administrativo y fiscal, formuladas por el contralor interno, asesor fiscal / financiero.
- I. Llevar todos los movimientos o registros contables al programa que es el software utilizado por la empresa para dicha actividad.
- J. Elaboración de cheques para el recurso humano de la empresa, proveedores y servicios.
- K. Llevar libros contables (diario, mayor y inventarios).
- L. Control y ejecución de solvencias de seguro obligatorio.
- M. Realización de la relación de las cuentas por cobrar y por pagar.

#### 1.5.1.7 Vendedor:

- A. Afianzar alianzas con clientes existentes y nuevos clientes para poder generar ventas.
- B. Explorar permanentemente la zona asignada para detectar clientes potenciales.
- C. Evaluar nuevos usos o necesidades de consumo de los clientes activos.
- D. Realizar un seguimiento de consumos por cada cliente de su zona.

- E. Preparar pronósticos de venta en función del área asignada para ser evaluados por la supervisión.
- F. Definir las necesidades de material promocional y soporte técnico para su zona.
- G. Programar el trabajo en su área, anticipando los objetivos de cada gestión.
- H. Vender todos los productos que la empresa determine, en el orden de prioridades por ella establecidos.
- I. Cerrar las operaciones de venta a los precios y condiciones determinados por la empresa.
- J. Respetar los circuitos o itinerarios previamente trazados en su zona.
- K. Visitar a todos los clientes (activos y/o potenciales) de acuerdo a la zona o cartera establecida.
- L. Implementar los formularios y procedimientos para registrar las operaciones de venta.
- M. Mantener a los clientes informados sobre novedades, posibles demoras de entrega y cualquier otro tipo de cambio significativo.
- N. Concurrir a las reuniones de trabajo a que fuera convocado.

#### 1.5.1.8 Promotor:

- A. Dar a conocer el portafolio de productos de Stockton a personas que puedan estar interesadas en el uso de algún producto.
- B. Colaborar en la distribución y/o colocación de material promocional en los locales.
- C. Brindar asesoría técnica, comercial y promocional a sus clientes.
- D. Crear oportunidades y facilitar la llegada del personal de ventas al cliente.

Según el contacto directo que se tomó con cada uno de los trabajadores de la empresa Stockton S.A., se observó que todos los puestos de trabajo están ocupados y que cada uno de los integrantes cumplen con las funciones planteadas anteriormente.

### 1.5.2 Proyectos de Stockton S.A.

En el área de Investigación y Desarrollo de Stockton S.A., en la actualidad se realizan diversos proyectos con el fin de demostrarles a productores el funcionamiento y efectividad de los productos de la empresa Stockton S.A., así como también algunos proyectos que servirán para extender el registro de uso del producto Timorex Gold 22.3 EC. Los proyectos actuales son:

#### 1.5.2.1 Finca Pampojilá

Ubicada en el departamento de Sololá, Guatemala, se está realizando un ensayo en el cultivo de café (*Coffea arabica*), en el cual se compara la eficacia biológica de Timorex Gold, contra el testigo comercial que la finca aplica para controlar enfermedades de importancia como Roya (*Hemileia vastatrix*), Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*), Cercospora (*Cercospora beticola*) y Phoma (*Phoma sp.*). La finca Pampojilá es un cliente de la empresa Stockton S.A., sin embargo el ensayo se lleva a cabo en un área de 0.7 has (hectáreas), con el fin de extender registro del uso de Timorex Gold para Cercospora (*Cercospora beticola*) y Phoma (*Phoma sp.*) evaluando diferentes dosis de Timorex Gold.

#### 1.5.2.1 Finca Los Andes

Ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala, se está realizando un ensayo en el cultivo de café (*Coffea arabica*), donde se compara la eficacia biológica de Timorex Gold, contra el testigo comercial que la Finca aplica para controlar enfermedades de importancia como Roya (*Hemileia vastatrix*), Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*), Cercospora (*Cercospora beticola*) y Phoma (*Phoma sp.*). La finca Los Andes es un cliente de la empresa Stockton S.A., el ensayo se lleva a cabo en un área de 0.7 has, con el fin de mantener la relación técnica entre la empresa y la finca evaluando únicamente una dosis de Timorex Gold para comprobar su eficacia biológica contra las enfermedades mencionadas.

#### 1.5.2.1 Finca Panamá

Ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala, se está realizando un ensayo en el cultivo de café (*Coffea arabica*), donde se compara la eficacia biológica de Timorex Gold, contra el testigo comercial que la Finca aplica para controlar enfermedades de importancia como Roya (*Hemileia vastatrix*), Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*), Cercospora (*Cercospora beticola*) y Phoma (*Phoma sp.*). La finca Panamá aun no es cliente de la empresa Stockton S.A., el ensayo se lleva a cabo en un área de 0.7 has, con el fin de demostrar la eficacia biológica de Timorex Gold con la dosis que la empresa Stockton ha validado (1 litro / hectárea) contra las enfermedades mencionadas.

#### 1.5.2.2 Finca Popoyán

Ubicada en el Km 102, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, se está realizando un ensayo en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L.), donde a través de 3 diferentes dosis de Timorex Gold 22.3 EC, se está determinando el efecto que tiene Timorex Gold 22.3 EC, en el cultivo desde su siembra hasta llegar a la fuerza, al igual que el control que tiene sobre *Phytophthora parasítica* comparado contra el testigo comercial de la finca. El fin del ensayo es poder hacer que la finca Popoyán se interese en utilizar Timorex Gold 22.3 EC y se vuelva un cliente de la empresa Stockton S.A., así como también extender el registro del uso de Timorex Gold al cultivo de piña. De igual manera la finca Popoyán es influyente en el país sobre los productores de piña, por lo que se busca introducir a Timorex Gold 22.3 EC en su programa comercial para que los productores de otras fincas tomen como modelo a la finca Popoyán y utilicen el producto.

También se realiza un ensayo en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) en un área de 0.35 has, donde a través de una dosis de Timorex Gold se está determinando el efecto que éste tiene en plantas jóvenes (4 meses), controlando enfermedades como Mildiu polvoriento

(*Erysiphe cichoracearum*) o Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*). El fin de éste ensayo es únicamente investigativo.

#### 1.5.2.3 Finca Popoyán (CCIPPP -Centro de Capacitación, Innovación y Producción Popoyán Priva-)

Ubicada en el Km 77 carretera a Casillas, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala, se está realizando un ensayo en chile pimiento (*Capsicum annum*) evaluando una dosis de Timorex Gold bajo condiciones controladas, donde se está determinando el efecto que éste tiene alternándolo con el programa comercial para el control de Oidium (*Oidium caricae*), así como también el efecto que tiene en el tamaño de los frutos y el tiempo para cosecha. El fin de dicho ensayo es que la finca Popoyán se interese en Timorex Gold y lo utilice de manera comercial, volviéndose un cliente para la empresa Stockton S.A.

#### 1.5.2.4 Jerarquización de los proyectos

En el cuadro 1, se observa un listado de los proyectos anteriormente descritos, remarcando el objetivo de cada uno.

**Cuadro 1. Objetivos de los proyectos de la empresa Stockton S.A.**

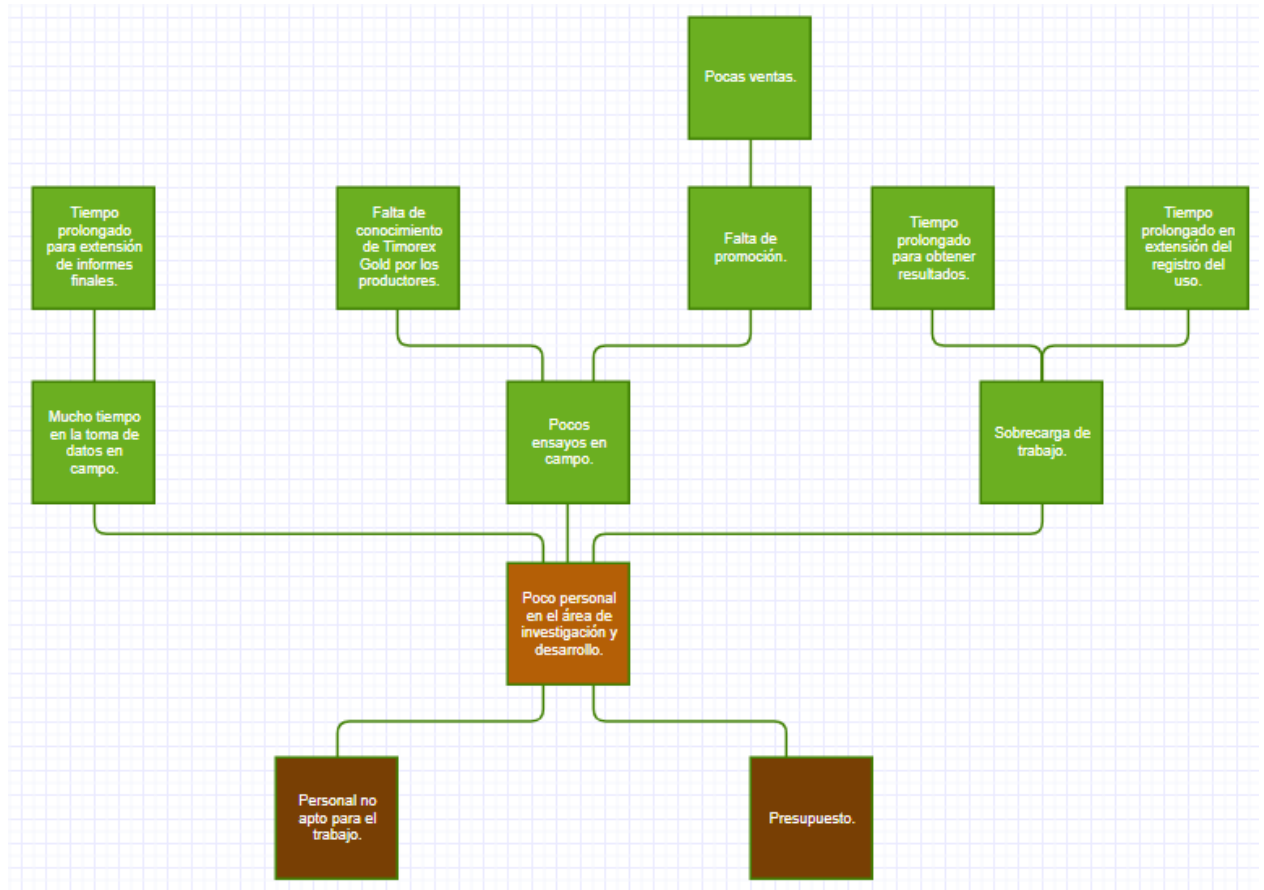
PROYECTO		OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN EN FUNCIÓN A TIMOREX GOLD 22.E EC				
		Extender el registro del uso	Ganar un cliente potencial	publicidad con otros productores	Mantener la relación con el productor	Investigación
FINCA	CULTIVO					
Pampojilá	Café					
Los Ándes	Café					
Panamá	Café					
Popoyán	Piña					
Popoyán	Papaya					
Popoyán	Chile pimiento					



Según la metodología de jerarquización definida en el numeral 1.4.2, el proyecto con mayor importancia se encuentra en la finca Popoyán, en el cultivo de piña, ya que tiene 3 objetivos marcados de vital importancia. Luego continúa el ensayo en la finca Pampojilá en el cultivo de café, ya que es un ensayo que se realiza con el fin de extender el registro del uso de Timorex Gold, lo prosiguen el ensayo en la finca Panamá en el cultivo de café juntamente con el ensayo en la finca Popoyán en el cultivo de chile pimiento ya que ambos tienen como objetivo ganar un cliente potencial para la empresa Stockton S.A., posteriormente sigue el ensayo en la finca Los Andes, el cual tiene como objetivo mantener la relación técnica de la empresa con el productor y finalmente se encuentra el ensayo en la finca Popoyán en el cultivo de papaya ya que únicamente tiene fines investigativos.

### **1.5.3 Problemas que afectan a la empresa.**

Luego de tomar contacto directo con el personal del área de investigación y desarrollo de la empresa Stockton S.A., se pudieron determinar los problemas que afectan a la empresa mediante la metodología del árbol de problemas.



**Figura 2. Árbol de la problemática dentro del área de investigación y desarrollo de la empresa Stockton S.A.**

Según se puede analizar el árbol de problemas de la figura 2, el problema principal es el poco personal en el área de investigación y desarrollo de la empresa Stockton S.A., causado por el presupuesto limitado para la contratación de más personal y que dentro de la empresa no existe personal suficiente, ya que los demás trabajadores tienen otra carga de trabajo y no se les puede asignar más tareas. Las causas del poco personal en dicha área, provocan que para los ensayos en campo establecidos, el tiempo de toma de datos sea prolongado, lo cual a su vez genera que los informes finales tomen demasiado tiempo en poder ser presentados. El poco personal también afecta en el montaje de más ensayos en campo, ya que los ensayos se montan en fincas en diversos departamentos del país, y el hecho que sea una sola persona quien los atiende, provoca que no se puedan realizar más por no descuidar los establecidos, al no ejecutar más ensayos en campo, los productores no

pueden conocer el uso de Timorex Gold 22.3 EC y no se le realiza la promoción adecuada al producto, lo cual genera que exista un mercado en el cual aún no se ha logrado insertar el producto para generar ventas. Además de los problemas anteriores mencionados, también el poco personal genera una sobrecarga en el trabajo de la persona que administra el área de investigación y desarrollo lo cual aumenta el tiempo en el análisis de los datos tomados en campo, y los resultados se muestran de manera retardada, también provoca que los trámites ante el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se retarden y no se pueda extender rápidamente el registro del uso de Timorex Gold 22.3 EC.

## 1.6 CONCLUSIONES

- 1.6.1 La estructura del organigrama de los puestos de trabajo de la empresa Stockton S.A., es el más adecuado para la empresa, ya que es microadministrativo, formal, general, integral y vertical. Los puestos están ocupados todos de la mejor manera posible para que cada uno de los integrantes se desenvuelvan en el ámbito de su experiencia y que así la empresa funcione como un equipo sólido con resultados positivos.
- 1.6.2 El proyecto con mayor importancia se encuentra en la finca Popoyán, en el cultivo de piña, luego continúa el ensayo en la finca Pampojilá en café, lo prosiguen el ensayo en la finca Panamá en el cultivo de café juntamente con el ensayo en la finca Popoyán en el cultivo de chile pimienta, posteriormente sigue el ensayo en la finca Los Andes y finalmente se encuentra el ensayo en la finca Popoyán en el cultivo de papaya.
- 1.6.3 El problema principal en el área de investigación y desarrollo que afecta directamente a la empresa Stockton S.A., es la carencia de personal, lo cual provoca sobrecarga de trabajo sobre una sola persona, se aumenta el tiempo para mostrar los resultados de los ensayos en campo y no se aumenta el número de ensayos en campo para generar más promoción de Timorex Gold 22.3 EC y así aumentar las ventas.





## 2.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña en Guatemala, es un cultivo de mucha importancia entre las frutas tropicales, ocupando un lugar preferencial en el país ya que a nivel nacional genera 1,266,900 plazas de empleo directo en campo y produce 4,525 empleos permanentes, además su exportación genera un ingreso total de 2.150,017.00 dólares (BANGUAT, 2013).

Para efecto de la evaluación, se planteó la utilización de un fungicida botánico que contiene *Melaleuca alternifolia* como ingrediente activo, el cual por sus características antisépticas y antifúngicas, protege la salud del consumidor, previenen la contaminación de recursos naturales como suelo, agua y aire, da mayor seguridad al aplicador o a quien manipula el producto, y además en contraste con los productos químicos utilizados regularmente, las empresas certificadoras no tienen restringido su uso.

Se realizó el ensayo a temperatura ambiente ya que la piña que está en el mercado local no requiere de transporte refrigerado, también se realizó a temperatura controlada (7 °C) debido a que el transporte hacia otros países dura desde la salida del país hasta la llegada al puerto 14 días a USA y 24 días a Europa.

Se evaluaron 12 tratamientos dentro de los cuales, según las variables analizadas, los mejores resultados los presentaron el tratamiento 6 (testigo relativo) y el tratamiento 4 (mezcla del testigo relativo y *Melaleuca alternifolia*), en cuanto a severidad, tratamiento 6, severidad = 0.25 % y tratamiento 4, severidad = 0.42 %, así mismo la mayor eficacia biológica, tratamiento 6, eficacia biológica = 98.11 % y tratamiento 4 eficacia biológica = 97.15 %. En cuanto a control de la severidad, ambos tratamientos mantuvieron 21 días los frutos libres de inóculo y el costo por producto aplicado en el tratamiento 4 fue de Q. 3.63 por litro y el tratamiento 6 de Q. 3.17 por litro.

## 2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

En la finca Popoyán ubicada en el km 102 Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, en la planta postcosecha de piña, existen pérdidas de frutos, que de no ser controladas pueden llegar a ser hasta de 90 %, debido a hongos identificados por el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Universidad de San Carlos de Guatemala como *Penicillium funiculosum* y *Thielaviopsis paradoxa*.

El control comercial utilizado para disminuir la cantidad de hongos del pedúnculo, es un producto químico el cual debe estar en constante observación para que se regule la cantidad de residuos que la piña contenga (no mayor a 15 partes por millón) al llegar al país al cual será exportada (USA), de no ser menor al límite establecido, las autoridades proceden a la destrucción del producto lo cual representa una pérdida para la Finca Popoyán.



## 2.3 MARCO TEÓRICO

### 2.3.1 Marco Conceptual

#### 2.3.1.1 Piña (*Ananas comosus* L.)

La piña es una fruta compuesta, formada por 100 a 200 frutículos unidos a un eje central o corazón. Tiene forma cilíndrica o cónica, con una corona de hojas, que es una continuación del meristemo original que se extiende a través de la fruta. La piña forma parte de la familia de las Bromeliáceas. (Montero, 2005). En el cuadro 2 se observa la taxonomía del cultivo de piña.

**Cuadro 2. Taxonomía del cultivo de piña.**

cat <span>eg</span> oría	taxón
Reino:	<u>Plantae</u>
Phylum:	<u>Magnoliophyta</u>
Clase:	<u>Liliopsida</u>
Orden:	<u>Bromeliales</u>
Familia:	<u>Bromeliaceae</u>
Género:	<u>Ananas</u>
Especie:	<b><i>A. comosus</i> L.</b>

Fuente: SIOVM, 2005

La producción y cosecha de frutos de piña con la apariencia y atributos de calidad deseados, se consigue con una buena selección de prácticas desde la etapa de producción en el campo. El manejo posterior a la cosecha tiene por objeto conservar la calidad que se obtiene en el campo hasta el mercado meta y el consumidor final. (Montero, 2005).

La selección de variedades determina en gran medida la aceptación y precio de la fruta producida. Como características deseables se incluyen plantas sin espinas y de alto

rendimiento, que produzcan frutas resistentes al manejo y transporte, que tenga atributos de calidad que coincidan con las preferencias de los consumidores y las tendencias del mercado y con una vida comercial que les permita llegar con buena calidad hasta el cliente final. (Paull, 1993).

Para la selección de materiales con importancia comercial, se toman en cuenta el color de la piel y de la pulpa, el tamaño de la fruta, el contenido de sólidos solubles totales (que mide la cantidad de azúcares), la acidez titulable y el contenido de ácido ascórbico, este último, porque se ha encontrado que se relaciona directamente con la susceptibilidad de la fruta al daño por frío, siendo menos sensible cuanto mayor sea el contenido de ese ácido (Paull, 1993).

Es importante que el productor conozca el efecto de las prácticas que se realizan en el campo antes de la cosecha, sobre la calidad final de la piña, ya que esto permitirá definir su estrategia para dar un mejor uso a los recursos con que cuenta y producir frutos de mejor calidad y mayor resistencia al manejo. (Montero, 2005).

La cosecha es un aspecto clave para la calidad de la piña que se comercializa. Los cosechadores deben decidir cuáles frutas cosechar, siguiendo las indicaciones de sus supervisores o de la planta empacadora, en cuanto a apariencia es decir que debe tener superficie uniforme y no tener golpes, color aun verdosa iniciando a madurar y el tamaño que determinará el tipo de fruta a exportar. Los cosechadores realizan su labor a lo largo de los surcos y deben tomar en sus manos cada fruta y aplicar una pequeña torsión hacia abajo, para que esta se desprenda de la planta madre. Se movilizan con canastos, cajas o sacos a través de la hilera y van cosechando y colocando la fruta en ellos. Luego son cargadas en carretas, camionetas (pick-ups) o camiones y se llevan a la empacadora. La fruta no se debe colocar directamente sobre el suelo, por el riesgo de entrada de patógenos a través del corte del pedúnculo, que podrían causar enfermedades durante la comercialización de la piña. (Montero, 2005).

La piña necesita también protección con fungicidas en la etapa postcosecha, tratamiento que se hace de manera complementaria a los cuidados en la etapa de producción, durante su crecimiento y desarrollo. Una práctica común es la aplicación del fungicida con la cera, con la ventaja de que se logra una distribución uniforme sobre la cáscara de la fruta, a la vez que permite que el fungicida tenga un mayor efecto residual a través del tiempo. (Montero, 2005).

#### A. Enfriamiento

Las condiciones óptimas para el almacenamiento y transporte de la piña son 85 - 90% HR (humedad relativa) a una temperatura de 7 °C a 10 °C (fruta madura) o 10 °C - 13 °C (fruta verde-madura). Bajo esas condiciones se logra que la vida comercial de la fruta alcance un máximo de tiempo para que llegue a otros países sin problemas. La tasa respiratoria es un indicador de la velocidad con que ocurren las reacciones y cambios dentro de la fruta, de manera que es importante reducir la temperatura de la fruta tan pronto como sea posible para disminuir la velocidad del deterioro del producto y extender su vida comercial. La piña se puede enfriar en una cámara fría con o sin sistema de aire forzado. (MAG, 1991).

#### B. Enfermedades postcosecha

Los mayores problemas para la piña fresca son la pudrición negra, el oscurecimiento interno, la pudrición en los frutículos, hongos sobre la superficie de la fruta, daños en la corona por ácaros rojos y daños mecánicos ocurridos durante y después de la cosecha. (Rohrbach, 1993).

Algunos defectos leves que cuentan con cierto nivel de tolerancia durante los procesos de selección son los cuellos de botella (base angosta de la corona), suciedad, pedúnculos excesivamente largos y formación de nódulos en la base de la fruta. El origen de muchos de estos defectos proviene de la etapa de producción agrícola, por factores nutricionales,

fisiológicos, genéticos o ambientales por el ataque de insectos o microorganismos patógenos. (Montero, 2005).

Según Montero, 2005, los Hongos que afectan a los frutos postcosecha de piña son: *Penicillium funiculosum*, *Fusarium guttiforme*, *Thielaviopsis paradoxa* y *Aspergillus nidulans*.

a. *Penicillium funiculosum* Thom (1910)

En el cuadro 2, se observa la taxonomía de *Penicillium funiculosum*, la cual nos muestra que es un hongo de la familia *Trichocomaceae* dentro del phylum *Ascomycota*.

**Cuadro 3. Taxonomía de *Penicillium funiculosum***

categoria	taxón
Reino:	<u>Fungi</u>
Phyllum:	<u>Ascomycota</u>
Clase:	<u>Eurotiomycetes</u>
Subclase:	<u>Eurotiomycetidae</u>
Orden:	<u>Eurotiales</u>
Familia:	<u>Trichocomaceae</u>
Género:	<u><i>Penicillium</i></u>
Especie:	<b><i>P. funiculosum</i></b>

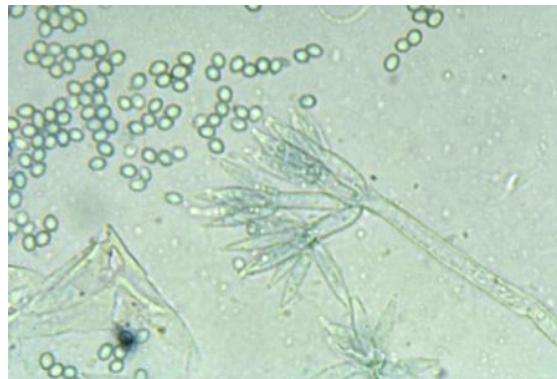
Fuente: EOL, 2016

Esta enfermedad causa una coloración negruzca, de consistencia semidura y acuosa, en algunas partes de la fruta. Las lesiones se manifiestan cuando el fruto ya está maduro, etapa en la cual están muy extendidas y la pulpa muy dañada, por lo que el fruto pierde todo el valor comercial. (MAG. 1991).

Este hongo se produce en zonas tropicales y templadas. Esta especie ha sido aislada en distintos sustratos y hábitats como papel, cuero, agua, sedimentos de estuarios, suelos cultivados o no cultivados, pintura, polvo, alimentos como frutas, brotes, cereales y otros. (CRCC, 2013).

Emana toxinas como giberelinas y patulina. Las enzimas que produce son ácido carboxipeptidasa y celulosa. Su desarrollo y crecimiento pueden variar según el medio en el que se encuentre. El crecimiento de *P. funiculosum*, puede ocurrir de 8 °C a 42 °C con un óptimo de 25 °C a 28 °C, esta especie no puede sobrevivir durante 30 minutos expuestos a 70 °C. Es acidofólica soportando pH hasta de 2. (CRCC, 2013).

La Figura 3, muestra a *Penicillium funiculosum* visto desde un microscopio óptico con un aumento de 10X



Fuente: Hasan HA, 1994

**Figura 3. Microscopia de *Penicillium funiculosum*.**

b. *Thielaviopsis paradoxa*

En el cuadro 4, se puede observar la taxonomía de *Thielaviopsis paradoxa*, la cual nos indica que es un hongo de la familia *Ceratobasidiaceae* dentro del phylum *Ascomycota*.

**Cuadro 4. Taxonomía de *Thielaviopsis paradoxa*.**

categoria	taxón
Reino:	<u>Fungi</u>
Phyllum:	<u>Ascomycota</u>
Clase:	<u>Sardariomycetes</u>
Orden:	<u>Ceratobasidiales</u>
Familia:	<u>Ceratobasidiaceae</u>
Género:	<u><i>Thielaviopsis</i></u>
Especie:	<b><i>T. paradoxa</i></b>

Fuente: Martinez, et al, 2006

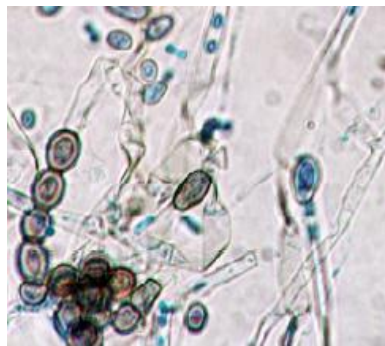
Es causante de la pudrición del material vegetal para la plantación y de los frutos en postrecolección. Es la enfermedad más grave de postcosecha; puede comenzar en el tallo y avanzar a través de la mayor parte de la pulpa con sólo un oscurecimiento ligero de la piel como síntoma externo. Se presenta en casi la totalidad de los países productores de piña. (Martinez, et al. 2006).

Este hongo produce varios tipos de esporas, tanto sexualmente (ascosporas) como asexualmente (micro y macroconidios). Estos últimos viven libremente en el suelo y en los tejidos enterrados, donde pueden persistir por un año o más. El inóculo se mueve en el campo por medio del viento y la irrigación. La penetración en los tejidos sanos es a través de las lesiones ocasionadas por los insectos, las labores de cultivo o por el roce de una hoja con otra. (Martinez, et al. 2006).

El hongo crece favorablemente con temperaturas de 25 °C a 31 °C, con un óptimo de 28 °C. A 7 °C su crecimiento se detiene completamente. Un pH de 5,5 a 6,6 también es favorable para el hongo, aunque su incidencia no es tan marcada. Los propágulos de la corona son los más susceptibles al ataque del hongo, los bulbillos o retoños de la base del fruto son menos susceptibles y los vástagos son los más resistentes.

En los órganos afectados, con el tiempo se pueden observar las estructuras de reproducción sexual (ascas), en la forma de corpúsculos de color marrón o negro, esféricos (200 a 350 micras de diámetro) e inmersos en el tejido infectado.

La enfermedad se puede presentar en cualquier parte de la planta, pero el mayor daño es la pudrición del fruto, que puede manifestarse también durante la etapa de conservación. Los síntomas foliares consisten en manchas de tamaño regular de coloración blanca amarillenta. Los frutos presentan áreas húmedas que pasan de color amarillo, amarillo oscuro, pardo a negruzco cuando están en descomposición. Las áreas afectadas se reblandecen y adquieren un olor muy característico, la podredumbre se extiende desde el extremo hasta el corazón de la fruta. En la base de los vástagos y en el tallo la coloración es similar a la de los frutos. (Martinez, et al. 2006). La figura 4 muestra a *Thielaviopsis paradoxa* visto desde un microscopio óptico con un aumento de 10X



Fuente: Matias, C, 2012

**Figura 4. Microscopia de *Thielaviopsis paradoxa*.**

#### 2.3.1.2 Incidencia

Es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo (plantas, frutos, hojas, etc.) Afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado expresada en %. (Ej.: 20 % de plantas con manchas). Es un valor objetivo. Esta medida es útil para medir el patrón de distribución en el campo de enfermedades donde toda la planta está afectada. Se

utiliza principalmente para enfermedades causadas por hongos de suelo y enfermedades sistémicas. (Garcia M, 2013).

#### 2.3.1.3 Severidad

Es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo. Es subjetiva y hace referencia al % del área necrosada o enferma de una hoja, fruto, espiga, etc. Es el parámetro que mejor está relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados. (Garcia M, 2013).

#### 2.3.1.4 Prueba de eficacia biológica

Las pruebas de eficacia biológica determinan el grado de eficiencia que experimenta un agente químico o biológico contra determinado agente etiológico (microorganismo). Estas pruebas permiten conocer la dosis óptima de un agroquímico o agroinsumo para controlar a un patógeno específico, posibilitan observar la eficacia biológica de las sustancias químicas ante los cambios del medio ambiente y la dinámica de la enfermedad *in situ*. Lo anterior, asegura el éxito del control aplicado en el momento oportuno, con máxima efectividad y con el mínimo de costo-producto, en beneficio de la agricultura, del medio ambiente y de los agricultores. (LIDAG 2013).

#### 2.3.1.5 Diferencia entre eficacia y eficiencia

La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos, en tanto que la eficacia hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos,



es decir, no importa si fuimos eficientes en el proceso llevado a cabo para alcanzar el objetivo y ser eficaces. (Gerencie, 2016).

#### 2.3.1.6 Reglamento para extender el registro del uso de productos agrícolas.

##### A. Resolución No. 118-2004 (COMIECO)

Según COMIECO (consejo de ministros para la integración económica), la evaluación biológica de un fungicida incluye una serie de ensayos de eficacia en el que se involucra tanto la susceptibilidad del hospedero, el patógeno y las condiciones ambientales, como los factores que influyen en el resultado. (SIECA, 2004).

##### B. Condiciones experimentales.

###### a. Elección del cultivo y del cultivar.

El cultivar seleccionado debe ser susceptible a la enfermedad a controlar.

###### b. Condiciones del ensayo

Las condiciones agronómicas del cultivo (tipo de suelo, fertilización, cultivar, etc.) deben ser uniformes para todas las parcelas y concordantes con las prácticas culturales locales. El ensayo debe establecerse en campos uniformes, en el área en que la enfermedad ocurre regularmente; en algunos casos es necesario inocular artificialmente para alcanzar niveles cuantificables.

c. Diseño e instalación del ensayo.

Los tratamientos son: el o los productos a prueba, el producto de referencia y el testigo sin tratar, cuando el cultivo y la enfermedad lo permitan, el testigo sin tratar las parcelas dispuestas en bloques Completos al Azar u otro diseño afín. Debido al riesgo de la infección cruzada, puede ser necesario tratar la parcela control, si el daño aumenta a un nivel inaceptable.

d. Tamaño de parcela

El tamaño es variado, dependiendo del cultivo, y a las características de distribución espacial de la enfermedad.

e. Repeticiones

El número puede ser de tres, considerando que el ensayo es repetido en otras condiciones, para poder contar con mayor información del producto.

f. Aplicaciones de los tratamientos

- Producto(s) en prueba

El nombre del producto bajo investigación y su formulación.

- Producto de referencia

Un producto registrado que se considera satisfactorio en la práctica. En general, el tipo de formulación y el modo de acción deben ser lo más cercano al del producto en prueba, esto dependerá del objetivo del ensayo.

- Modo de Aplicación

La aplicación debe ser conforme a las buenas prácticas agrícolas.

- Tipo de aplicación

De acuerdo a las instrucciones indicadas en la etiqueta y panfleto.

- Tipo de equipo a usarse

Debe utilizarse un equipo que asegure una distribución uniforme del producto en toda la parcela o asegurar el direccionamiento preciso de la aplicación, cuando así sea conveniente. Los factores que actúan sobre la eficacia, la persistencia del control, así como la selectividad, como la presión de aplicación, el tipo de boquilla, deben ser cuidadosamente registrados, conjuntamente con cualquier desviación de la dosis que supere un 10%. Al momento de las aspersiones, hay que tener cuidado con la deriva entre las parcelas.

- Momento y frecuencia de la aplicación

Se consideran los que se han propuesto para la etiqueta y panfleto. El momento de la aplicación depende de las características de la enfermedad, en muchos casos deberán iniciarse las aplicaciones cuando se observen los primeros síntomas, en otros casos cuando las condiciones ambientales sean las propicias. Debe registrarse el número y las fechas de las aplicaciones.

- Dosis y volúmenes de aplicación

Debe ser acorde con las especificaciones en la etiqueta y panfleto. Debe ensayarse a las dosis recomendadas y a otras dosis, como el doble de la recomendada para la evaluación de la fitotoxicidad. La cantidad de mezcla dependerá del producto, del equipo de aplicación y de la experiencia local. Debe registrarse el peso o volumen del producto formulado por hectárea. También es útil registrar la cantidad de ingrediente activo por hectárea. (SIECA, 2004).

#### 2.3.1.7 Certificación Global G.A.P.

Global G.A.P. (Good Agronomic Practices) es una organización global con un objetivo fundamental: la producción agrícola segura y sostenible a nivel mundial. Se establecen normas voluntarias para la certificación de productos agrícolas en todo el mundo, y cada vez más productores, proveedores y compradores están armonizando sus normas de certificación para que se ajusten a las requeridas por Global G.A.P.

Esta certificación, garantiza mediante un mecanismo de regulación internacional que los alimentos que consumen los países importadores estén libres de cualquier tipo de contaminación o virus, partículas o desechos que pueda conllevar a su población, enfermedades por el consumo directo de alimentos frescos. (Global G.A.P.). Por este

motivo es que la piña que se utiliza para exportación debe cumplir con normas de seguridad como lo es la aplicación de fungicidas que no generen trazas o bien deben cuidar que no exista inóculo al ingresar el producto a otro país.

#### 2.3.1.8 Timorex Gold

Es un fungicida botánico con un novedoso modo de acción multisitio y de amplio espectro, con actividad protectante y sistémica. Contiene compuestos orgánicos (metabolitos especializados) que ocurren naturalmente y se degradan con facilidad dentro de las plantas. Timorex Gold se formula a partir del aceite de *Melaleuca alternifolia* (*Myrtaceae*), originaria de Australia, con propiedades medicinales, que se ha utilizado en medicina humana como antibiótico, antiséptico y antifúngico, el extracto de *Melaleuca alternifolia* contiene más de 100 metabolitos, dentro de los que destacan diversos terpenos y fenoles. Terpenos (diterpenos, triterpenos, sesquiterpenos) como el 4-Terpnen-ol y Fenoles los cuales ejercen numerosas funciones protectoras en las plantas y constituyen un sistema de defensa crucial para la supervivencia de las especies vegetales como que alteran la estructura biológica de la pared y membrana celular, ocasionan el vaciado de citoplasma y afectan la respiración celular y la permeabilidad del patógeno. Sus mecanismos de acción contra los patógenos son el rompimiento de la pared celular y la membrana celular de las células de los hongos causando un desequilibrio osmótico, altera la estructura de las mitocondrias del hongo, afectando la respiración celular, inhibe la germinación de estructuras reproductivas e inhibe el crecimiento del tubo germinativo. Éste penetra la cutícula de la hoja y se difunde por el mesófilo a través de las membranas celulares (compuestas por fosfolípidos). (Stockton, 2013).

Timorex Gold 22.3 EC, tiene usos aprobados para piña, pero únicamente en cultivo en campo, controlando la pudrición del corazón *Phytophthora parasítica*. En dosis de 1.5 L/ha a 2.5 L/ha.

### A. Árbol de Té (*Melaleuca alternifolia*)

*Melaleuca alternifolia*, comúnmente conocido como corteza de papel de hojas angostas (Narrow-leaved Paperbark), árbol del té de hojas angostas (Narrow-leaved Tea-tree) o nieve en verano (Snow-in-summer), es una especie de árbol o arbusto en el género de plantas *Melaleuca*, de la familia *Myrtaceae*. Es nativo de Australia en terrenos húmedos y pantanosos de la costa norte de Nueva Gales del Sur. Es un arbusto que alcanza los 5 metros de altura, tiene hojas estrechas y aromáticas, lineares, 10 mm - 35 mm de largo y 1 mm de ancho. Las flores blancas crecen en espigas de 3-5 cm de largo. El fruto es pequeño y leñoso en forma de copa mide 2 mm - 3 mm de diámetro. (Martínez, 2012).

#### a. Taxonomía:

El cuadro 5 muestra la taxonomía de *Melaleuca alternifolia* la cual es una planta de la familia *Myrtaceae*.

**Cuadro 5. Taxonomía de *M. alternifolia***

categoria	taxón
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Myrtales</i>
Familia:	<i>Myrtaceae</i>
Género:	<i>Melaleuca</i>
Especie:	<b><i>M. alternifolia</i></b>

Fuente: Martínez, S, 2012

#### b. Aplicaciones y usos en la agronomía

- En plantas funciona como un fungicida de amplio espectro.

### c. Composición química

El producto es un aceite esencial (*Melaleuca alternifolia*) siendo un líquido de incoloro a ámbar pálido, con un olor fuerte característico. Se obtiene de las hojas y ramas frescas por destilación.

Este aceite tiene un centenar de componentes. Los principales componentes químicos son una mezcla compleja de alcoholes mono y sesquiterpénicos:

- Terpineno-4-ol (29 % – 45 %)
- $\gamma$ -terpina (10 % – 28 %)
- $\alpha$ -terpina (2,7 % – 13 %)
- 1,8-cineol (4,5 % – 16,5 %)

#### 2.3.1.9 Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de los microorganismos

La temperatura es un factor primordial para el crecimiento y metabolismo de las células. A medida que la temperatura aumenta, las reacciones bioquímicas al interior de la célula se aceleran, provocando un aumento en el crecimiento y desarrollo de microorganismos. Sin embargo, por arriba de una cierta temperatura, proteínas y ácidos nucleicos principalmente, pueden ser desnaturalizados. De igual manera las bajas temperaturas, provocan que las reacciones bioquímicas en las células se desaceleren, las temperaturas demasiado bajas pueden provocar que la actividad celular sea nula e incluso la muerte de los microorganismos. (Sevastianos, 1999).

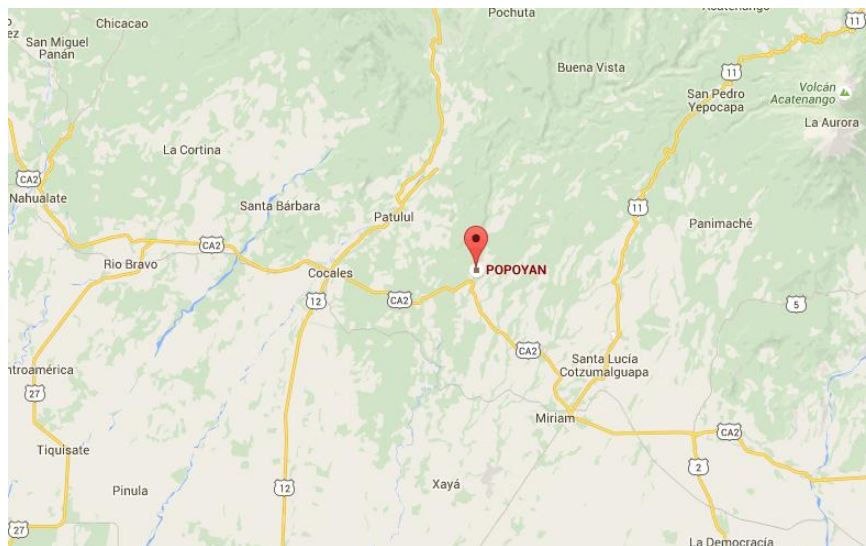
### 2.3.2 Marco referencial

La presente investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Finca Popoyán, en el Municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.

#### 2.3.2.1 Popoyán

Popoyán es una empresa que en la actualidad exporta frutos de piña (*Ananas comosus*) a Estados Unidos, Canadá, Europa, El Caribe y a toda Centroamérica, que cuenta con más de cuatro mil clientes en Guatemala y varios a nivel internacional, que importa tecnología de última generación adaptada principalmente al clima tropical proveniente de naciones líderes en la rama de la agricultura como son Estados Unidos, Holanda e Israel. (Popoyán, 2015).

La empresa Popoyán tiene fincas productoras en algunas regiones de Guatemala. La investigación que se planteó en este documento fue realizada en la Finca Popoyán ubicada en el Km 102 ruta CA2, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala.



Fuente: GoogleMaps, 2016

**Figura 5. Macrolocalización de la finca Popoyán, Escuintla.**



Dentro de las actividades de la finca está la producción de piña para exportación y para el mercado nacional, contando con un galardón al “Mejor exportador del año” otorgado por la Asociación de exportadores de Guatemala (AGEXPORT) y por otra parte la certificación “Global G.A.P” que la avala como una compañía que cumple con los más exigentes estándares de calidad.

Según el encargado de la planta de almacenamiento de piña postcosecha en la finca Popoyán, declaró que tienen reportados problemas de patógenos (hongos del pedúnculo) los cuales deben controlar para poder cumplir con las normativas Global G.A.P. y así poder exportar su producto, de lo contrario representaría pérdidas considerables a la finca, rechazando el embarque (100 % del producto).

#### 2.3.2.2 Fungicidas utilizados

En la planta de almacenamiento postcosecha de piña de la Finca Popoyán, para el control de los hongos del pedúnculo, utilizan Bayletón 25 WP el cual tiene como ingrediente activo Triadimefón. La dosis utilizada es de 1 g/L a 1.5 g/L de agua, la cual es la que recomienda el panfleto y que tiene uso aprobado para postcosecha en piña.

El producto que se evaluó en esta investigación, fue Timorex Gold 22.3 EC que tiene como ingrediente activo *Melaleuca alternifolia*, con el cual se realizó el ensayo para el registro de su uso en postcosecha en piña, según la normativa SIECA, 2004., al realizar un ensayo de registro, se requiere evaluar distintas dosis, para dicho caso se evaluaron dosis de (446 ppm y 223 ppm), (669 ppm y 446 ppm), (892 ppm y 669 ppm) y una mezcla de 292 ppm de Triadimefón y 225 ppm de Timorex Gold.

#### A. Forma de aplicación

La forma de aplicación de los productos (fungicidas para el control de los hongos del pedúnculo) dentro de la planta procesadora de piñas postcosecha en la Finca Popoyán, se realiza de manera industrial, lo cual significa que los frutos son trasladados desde el campo hacia la planta, y al momento de su ingreso, son colocados en una banda sobre la cual, en su recorrido, los frutos son rociados con la dosis del fungicida utilizado inicialmente, y posterior, dentro de la misma banda, es rociado con una mezcla de cera y fungicida. Al terminar el recorrido durante la banda, las piñas se colocan en cajas para su almacenamiento y transporte.

#### 2.3.2.3 Frutos tratados en la planta procesadora

##### A. Variedad MD2

MD2: también llamada Amarilla o Dorada, “Golden Ripe”, “Extra Sweet” y “Maya Gold”, es un cultivar híbrido derivado de la Cayena lisa. La empresa Del Monte la comercializa como Dorada extra dulce (Gold extra sweet) desde 1996. La planta es de rápido crecimiento que resulta en un ciclo de producción más corto; además los rendimientos de producción y de tamaño de la fruta son altos y es una fruta muy dulce y jugosa, aunque más susceptible al daño mecánico que la Champaka (Geesink, 1996). Actualmente es la de mayor auge y preferencia en el mercado internacional por sus atributos sensoriales, logrando mayores precios que otras variedades.

#### 2.3.2.4 Cuarto con temperatura controlada

Al momento del almacenaje de los frutos, estos son trasladados a un cuarto frío dentro de la misma planta procesadora, el cual está aclimatado a una temperatura de 7 °C.

### A. Distribución de los frutos en la planta procesadora

Para tener un mejor orden dentro del cuarto frío, las cajas son apiladas en torres una sobre otra tal como se observa en la figura 6, la estructura de la caja permite la aireación de todos los frutos para evitar así pérdidas por cambios en la temperatura.



**Figura 6. Forma de almacenaje de los frutos dentro del cuarto con temperatura controlada.**

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica de 3 diferentes dosis de *Melaleuca alternifolia* a 2 diferentes temperaturas para el control de enfermedades postcosecha que presenten los frutos de piña para las condiciones de la finca Popoyán.

### 2.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar los hongos fitopatógenos que aparezcan en la evaluación postcosecha en el pedúnculo de los frutos de piña.
2. Comparar la severidad de hongos del pedúnculo entre *Melaleuca alternifolia* y el testigo relativo.
3. Determinar la eficacia biológica de las distintas dosis de *Melaleuca alternifolia*.
4. Determinar el tratamiento que presente mayor número de días en el control de los hongos del pedúnculo.
5. Diferenciar el tratamiento de mejores condiciones en función de los costos de aplicación.

## 2.5 HIPÓTESIS

La implementación del uso de *Melaleuca alternifolia*, debido a su modo de acción multisitio y ser de amplio espectro, disminuirá la severidad de hongos del pedúnculo de los frutos postcosecha, alargando los días control, así como también disminuirá los costos de aplicación.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo combinatorio con 2 factores dispuesto en un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los factores evaluados fueron:

- Factor 1: estuvo representado por las distintas temperaturas a las que se evaluaron los tratamientos detallado en el cuadro 6

**Cuadro 6. Niveles del factor temperatura**

<b>Nivel</b>	<b>Temperatura</b>
1	7 °C
2	Temperatura ambiente

- Factor 2: estuvo definido por la concentración del producto a aplicar, el cual se detalla en el cuadro 7

Cuadro 7. Niveles del factor concentración de producto

nivel	producto	método de aplicación	Dosis de aplicación (g/L, cm <sup>3</sup> /L)	Dosis de aplicación (ppm)	Ingrediente activo por litro (g/L)
C1	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis baja	tanque fungicida (solo)*	2.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	446 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.446 g/L
		tanque de mezcla*	1.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	223 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.223 g/L
C2	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis media	tanque fungicida (solo)*	3.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	669 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.669 g/L
		tanque de mezcla*	2.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	446 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.446 g/L
C3	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis alta	tanque fungicida (solo)*	4.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	892 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.892 g/L
		tanque de mezcla*	3.0 cm <sup>3</sup> /L Timorex	669 ppm	<i>Melaleuca alternifolia</i> 0.669 g/L
C4	Programa comercial + <i>Melaleuca alternifolia</i> (mezcla)	tanque fungicida (solo)*	0.7 g/L Bayleton + 0.5 cm <sup>3</sup> /L Timorex	180 ppm Bayleton + 112 ppm Timorex	Triadimefon 0.180 g/Kg + <i>M. alternifolia</i> 0.112 g/L
		tanque de mezcla*	0.45 g/L Bayleton + 0.5 cm <sup>3</sup> /L Timorex	113 ppm Bayleton + 112 ppm Timorex	Triadimefon 0.113 g/Kg + <i>M. alternifolia</i> 0.112 g/L
C5	Testigo absoluto.	Sin aplicación.	-----	-----	-----
C6	Testigo relativo	tanque fungicida (solo)*	1.52 g/L Bayleton	380 ppm	Triadimefón 0.38 g/L
		tanque de mezcla*	1.0 g/L Bayleton	250 ppm	Triadimefón 0.25 g/L

\*ver inciso 2.6.3

La interacción entre los factores que se evaluaron (temperatura y concentración del producto) se detallan en el cuadro 8:

Cuadro 8. Factores evaluados con sus respectivas combinaciones.

Factor 1 (temperatura)	Factor 2 (concentración del producto)					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
7 °C	C1 - 7 °C	C2 - 7 °C	C3 - 7 °C	C4 - 7 °C	C5 - 7 °C	C6 - 7 °C
Temperatura Ambiente (TA)	C1 - TA	C2 - TA	C3 - TA	C4 - TA	C5 - TA	C6 - TA

## 2.6.2 Tratamientos y repeticiones

Se evaluaron en total 12 tratamientos con 3 repeticiones (COMIECO 118-2004), 6 tratamientos fueron evaluados bajo un ambiente que simuló el transporte (exportación) hacia otros países (7 °C) con la cual se logró que la actividad enzimática disminuyera y la fruta no se deteriorara en el transporte, y los otros 6 tratamientos a temperatura ambiente (27.5 °C), que fue para evaluar las condiciones que tiene el fruto que se queda para comercializar en el mercado local.

Los tratamientos evaluados en ambos niveles de temperatura y las distintas concentraciones de los productos aplicados, se describen en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Descripción general de los tratamientos utilizados en el ensayo.**

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	CONCENTRACIÓN DEL PRODUCTO
T1	7 °C	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis baja
T2	7 °C	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis media
T3	7 °C	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis alta
T4	7 °C	Programa comercial + <i>Melaleuca alternifolia</i> (mezcla)
T5	7 °C	Testigo absoluto.
T6	7 °C	Testigo relativo
T7	Temperatura ambiente	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis baja
T8	Temperatura ambiente	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis media
T9	Temperatura ambiente	<i>Melaleuca alternifolia</i> dosis alta
T10	Temperatura ambiente	Programa comercial + <i>Melaleuca alternifolia</i> (mezcla)
T11	Temperatura ambiente	Testigo absoluto.
T12	Temperatura ambiente	Testigo relativo

### 2.6.2.1 Unidad experimental

Las unidades experimentales evaluadas fueron cajas de 75 cm X 40 cm, que contenían piña (tamaño 8), cada caja contenía 8 piñas sobre las cuales se realizaron las tomas de datos.



### 2.6.2.2 Croquis de campo

Las unidades experimentales estuvieron divididas en 6 tratamientos dentro de un cuarto con temperatura controlada a (7 °C), y los otros 6 tratamientos a la temperatura ambiente de Santa Lucia Cotzumalguapa (temperatura media = 27.5 °C) la aleatorización estuvo dispuesta de la manera que lo detalla el cuadro 10.

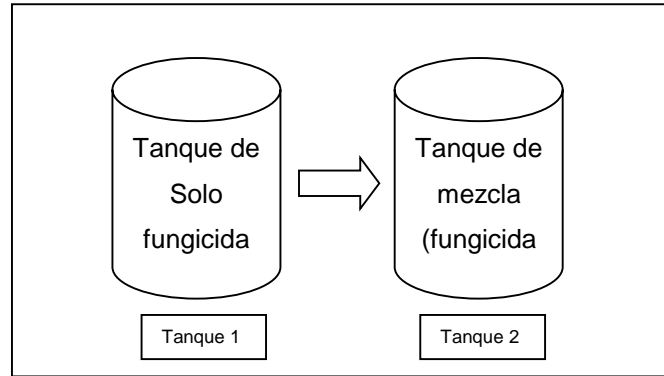
**Cuadro 10. Aleatorización de los tratamientos dentro del cuarto frío y a temperatura ambiente.**

T2 - R2	T3 - R3	T5 - R2	
T6 - R1	T3 - R1	T6 - R3	
T3 - R2	T2 - R1	T5 - R3	
T4 - R2	T5 - R1	T1 - R3	
T1 - R1	T6 - R2	T1 - R2	
T4 - R3	T2 - R3	T4 - R1	
T8 - R2	T9 - R3	T11 - R2	
T12 - R1	T9 - R1	T12 - R3	
T9 - R2	T8 - R1	T11 - R3	
T10 - R2	T11 - R1	T7 - R3	
T7 - R1	T12 - R2	T7 - R2	
T10 - R3	T8 - R3	T10 - R1	

T: tratamiento, R: repetición

### 2.6.3 Manejo del experimento

El modo de la aplicación para cada tratamiento fue por inmersión, existiendo dos tanques para sumergir la fruta, el primer tanque contenía el fungicida (solo) y el segundo tanque contenía una mezcla de fungicida y cera (el fungicida en una dosis menor que el primer tanque). (Ver figura 7). Todos los tratamientos pasan inicialmente por el tanque 1 e inmediatamente pasan al tanque 2. Las dosis de fungicida por tratamiento para cada tanque se definen en el inciso 2.6.1, cuadro 7.



**Figura 7. Tanques de aplicación de los tratamientos.**

La cera utilizada únicamente cumple la función de recubrimiento de los frutos para alargar la vida en anaquel, ya que evita la oxidación disminuyendo la respiración aeróbica, así como la transpiración (técnico agrícola, 2011). La cera en una dosis de 80 mililitros por litro aplicado, se mezcla con una dosis menor de fungicida (cuadro7), para asegurar el control de hongos fitopatógenos.

## **2.6.4 Descripción de las variables**

### **2.6.4.1 Determinación del agente causal**

El agente causal es el microorganismo fitopatológico que afecta a los frutos de piña de diversas maneras según la especie. En este caso se determinaron aquellos hongos que afectaron directamente el pedúnculo de la piña

### **2.6.4.2 Porcentaje de la severidad**

Entendiendo como severidad a la cantidad de microorganismos (hongos) capaces de provocar una infección en el pedúnculo de los frutos postcosecha, se procedió a determinar la severidad de los hongos fitopatógenos. Para la toma de datos de severidad de los hongos del pedúnculo, se utilizó la escala de Alvarado, E. y Cols. (2006), utilizada en la evaluación

de fungicidas biológicos para el control postcosecha de la pudrición de corona y pedúnculo en piña (figura 8).



**Figura 8. Escala diagramática de la severidad de hongos del pedúnculo en piña.**

#### 2.6.4.3 Eficacia biológica

Se entiende la eficacia biológica, a la prueba que determina el grado de eficiencia que experimenta el agente químico o biológico contra determinado agente etiológico, es decir cuál tratamiento utiliza menos recursos para el control o bien cuál es el tratamiento que mejor controla la severidad de los hongos. Se aplicó la fórmula de Abbott para determinar la eficacia biológica por tratamiento.

#### 2.6.4.4 Días control

Son los días, desde que se inicia la evaluación, que las piñas mantienen el pedúnculo libre de patógenos, es decir, que no presentan ningún porcentaje de severidad. Para determinar los días control, se realizaron tomas de datos cada 3 días, iniciando desde el día de la

aplicación de los tratamientos, dichos datos se analizaron utilizando como comparador los grados de la escala diagramática propuesta por Alvarado (figura 8).

#### 2.6.4.5 Análisis económico

Es la cuantificación del costo que se genera por la aplicación a los frutos postcosecha, con las dosis evaluadas en cada uno de los tratamientos.

### 2.6.5 Calendario de aplicaciones y tomas de datos

Se realizó una aplicación para cada tratamiento únicamente al inicio del ensayo, las tomas de datos se realizaron cada 3 días (cuadro 11), tomando en cuenta que la fruta a exportar demorará entre 15 a 24 días para que llegue a su destino, se realizaron tomas de datos tanto a temperatura controlada como a temperatura ambiente. A temperatura controlada la evaluación se realizó durante 21 días. La fruta evaluada para el mercado nacional mantuvo 15 días de evaluación debido a la aparición temprana de hongos.

**Cuadro 11. Momentos de las tomas de datos durante el ensayo.**

	<b>Fechas de toma de datos</b>	<b>Días acumulados</b>
<b>1ra</b>	30 junio 2016	0 días
<b>2da</b>	01 julio 2016	2 días
<b>3ra</b>	03 julio 2016	4 días
<b>4ta</b>	06 julio 2016	7 días
<b>5ta</b>	08 julio 2016	9 días
<b>6ta</b>	10 julio 2016	11 días
<b>7ma</b>	13 julio 2016	14 días
<b>8va</b>	15 julio 2016	16 días
<b>9na</b>	17 julio 2016	18 días
<b>10ma</b>	20 julio 2016	21 días

## 2.6.6 Análisis de las variables

A los datos sobre severidad y eficacia biológica, se les realizó un análisis de varianza, realizando un análisis de áreas bajo la curva según las distintas fechas de tomas de datos, esto con el fin de analizar la investigación a lo largo de todo el tiempo sin que existieran datos atípicos que pudieran alterar los resultados.

### 2.6.6.1 Determinación del agente causal

Al momento de presentarse signos y síntomas de patógenos en alguno de los tratamientos, se trasladaron los frutos con presencia al Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Esto se realizó con el único fin de determinar de manera precisa los patógenos que afectan en postcosecha a la piña cosechada.

En relación a los hongos identificados se realizaron los análisis de las variables descritas posteriormente.

### 2.6.6.2 Porcentaje de severidad

Para calcular el porcentaje de severidad se utilizó la escala propuesta por Alvarado, E. y Cols. (2006), y posterior a tener los datos finales, se realizó una conversión de la escala con la fórmula de Townsend y Heuberguer con la cual se pasaron los valores de la escala a porcentaje de infección. La fórmula de Townsend y Heuberguer es la siguiente:

$$\%S = \left( \frac{\sum nb}{(N - 1) T} \right) * 100$$

En donde:

- %S = porcentaje de severidad
- n = Número de frutos enfermos
- b = Grado de la escala utilizada para evaluar hongos del pedúnculo
- N = Número más alto de la escala utilizada para evaluar hongos del pedúnculo
- T = Número total de frutos evaluadas

Para determinar que tratamiento controló mejor la severidad, se realizó un análisis de varianza a los resultados y posterior una prueba de medias. Se tomó como mejor o mejores los tratamientos con las medias más bajas del porcentaje de severidad

#### 2.6.6.3 Eficacia biológica

Para poder analizar el porcentaje de eficacia biológica, al final del ensayo, se le aplicó a cada uno de los tratamientos evaluados una prueba de Abbott, la cual es una fórmula que toma en cuenta que, al inicio del ensayo, habrán individuos vivos (severidad de patógenos mayor a cero) y la infestación será constante tanto en los tratamientos como en el testigo. Las comparaciones se realizan contra el testigo absoluto por lo cual no se mostrarán resultados del tratamiento 5 y el tratamiento 11. La fórmula de Abbott es:

$$\%EFICACIA = \left( \frac{Cd - Td}{Cd} \right) * 100$$

En donde:

- Td = severidad del tratamiento evaluado
- Cd = severidad del testigo absoluto

Los valores de Td y Cd, fueron tomados de los resultados obtenidos en la prueba de Townsend y Heuberguer. Para determinar que tratamiento tuvo una mejor eficacia biológica, se realizó un análisis de varianza a los resultados y posterior una prueba de medias tukey.

Se tomó como mejor o mejores los tratamientos con las medias más altas de eficacia biológica.

#### 2.6.6.4 Días control

Según los datos recopilados en cada lectura, se evaluó el grado de infección por cada tratamiento teniendo un umbral en 1 de la escala propuesta por Alvarado, 2006., es decir que los tratamientos tuvieron control siempre y cuando las 24 piñas evaluadas por tratamiento se encontraran por abajo de este umbral según la escala de severidad.

Para determinar el tratamiento que brinda más días control, al final de la evaluación se compararon los resultados obtenidos en esta variable y se tomó como mejor tratamiento aquel que tuvo mayor número de días antes de la aparición de signos en cualquiera de las piñas evaluadas; es decir que con una piña que presentara síntomas de las 24 evaluadas, se rompían los días control.

#### 2.6.6.5 Costos

La variable de costos se analizó realizando un análisis de costos totales, que es igual a la suma de los costos fijos y los costos variables, tomando únicamente en consideración como costo variable, la dosis de producto evaluado para el control de hongos por tratamiento (cuadro 7), y como costo fijo la dosis de cera aplicada a cada tratamiento. Para dicho cálculo, para cada tratamiento se aplicó la formula siguiente:

$$C_T = C_{fijo} + C_{var}$$

$$C_{fijo} = (DC \times PC)$$

$$C_{var} = (DF_{T1} \times PF) + ((DF_{T2} \times PF))$$

En donde:

- $C_T$  = Costo total por aplicación de un litro de tratamiento.
- $C_{fijo}$  = Costo fijo.
- $C_{var}$  = Costo variable.
- $DC$  = Dosis cera en litros.
- $PC$  = Precio de cera por litro.
- $DF_{T1}$  = Dosis de fungicida, en cc por litro, en el tanque 1.
- $PF$  = Precio Fungicida por cc.
- $DF_{T2}$  = Dosis de fungicida, en cc por litro, en el tanque 2.

Posterior a los análisis anteriores, se procedió a comparar los costos, tomando como mejor tratamiento aquel que generó menor costo del fungicida por litro aplicado.

#### 2.6.6.6 Análisis de varianza

Con la finalidad de determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, se tomaron datos cada 3 días y posteriormente se utilizaron los softwares estadísticos "R" e InfoStat, realizando un análisis de varianza para un modelo factorial. Posteriormente se realizó una prueba de medias con los tratamientos que presentaron diferencias significativas para determinar cuál es el mejor tratamiento según la variable deseada.



## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.7.1 Determinación de patógenos presentes

Según el diagnóstico realizado en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, los patógenos que se reportaron en la evaluación fueron *Penicillium sp.*, y *Thielaviopsis paradoxa*.

*Penicillium sp.* (figura 9), se presentó en ambas condiciones ambientales evaluadas (7 °C y temperatura ambiente), manifestándose como un hongo en el pedúnculo, presentó sus signos como una coloración negruzca, (MAG, 1991).

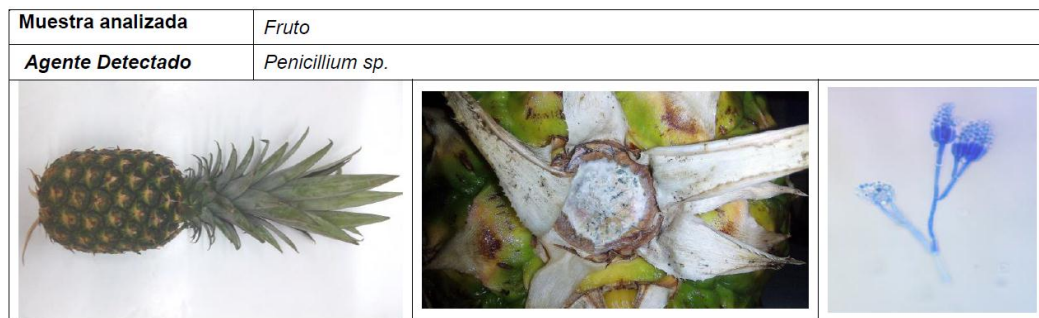


Figura 9. *Penicillium sp.* encontrado en el pedúnculo del fruto de piña

*Thielaviopsis paradoxa* (figura 10), causó pudrición en el 87% de los frutos evaluados. Según Martínez, 2006, “El pedúnculo de la piña es una de las partes más propensas a sufrir daños por este hongo el cual inicia su ataque desde el tallo y avanza hacia la pulpa creando un oscurecimiento ligero de la piel como síntoma externo.”, a los 2 días luego de montado el ensayo, se observaron las estructuras sexuales (signos) en la forma de corpúsculos de color marrón o negro, esféricas e inmersas en el tejido infectado. Las áreas afectadas presentaron síntomas de reblandecimiento.

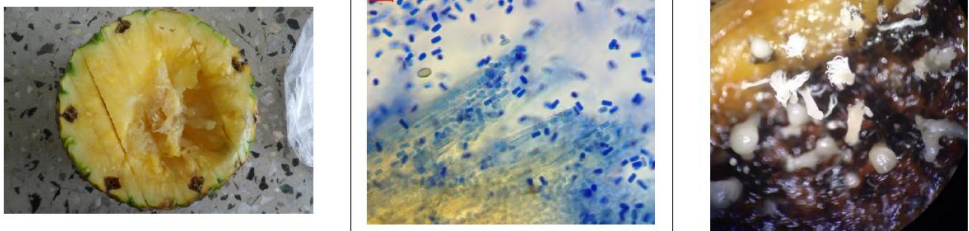
Muestra analizada	Fruto
Agente Detectado	Chalara sp.
	

Figura 10. *Thielaviopsis paradoxa* encontrado en fruto de piña

### 2.7.2 Porcentaje de severidad

Según el análisis de varianza (cuadro 12), si existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el porcentaje de severidad.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el porcentaje severidad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	significancia
Modelo.	138776.52	13	10675.12	11.54	<0.0001	Si
TEMP*	92784.21	1	92784.21	100.29	<0.0001	Si
DOSIS**	34469.37	5	6893.87	7.45	0.0003	Si
REP	2482.36	2	1241.18	1.34	0.282	No
(DOSIS x TEMP)***	9040.58	5	1808.12	1.95	0.1258	No
Error	20353.43	22	925.16			
Total	159129.94	35				

CV = 31.15

\* Factor A evaluado, temperatura.

\*\* Factor B evaluado, concentración de producto.

\*\*\* Interacción entre los factores evaluados.

El coeficiente de variación (CV = 31.15), indica que los datos tienen una variabilidad de 31.15% con respecto a la media general la cual se presenta por tratamiento en el análisis de medias Tukey, Según los valores de p (p-valor), trabajando con una significancia de 5%, los factores evaluados por separado tienen diferencias significativas ya que dichos valores son menores a 0.05, lo cual indica que estadísticamente los tratamientos no son iguales.

Debido a estos valores se procedió a realizar una prueba de medias Tukey para agrupar los mejores tratamientos evaluados.

**Cuadro 13. Prueba de medias Tukey para el porcentaje de severidad.**

TRATAMIENTO	MEDIA DE ABCPE <sub>(área bajo la curva del progreso de la enfermedad)</sub>	MEDIA DE % SEVERIDAD	COMPARADOR ESTADISTICO TUKEY*
T6	5.00	0.25	a
T4	8.33	0.42	a
T3	53.57	2.68	ab
T5	69.05	3.45	ab
T2	69.05	3.45	ab
T1	76.19	3.81	ab
T12	115.82	8.80	bc
T10	123.30	8.81	bc
T9	123.36	8.81	bc
T8	124.38	8.88	bc
T7	181.98	13.00	cd
T11	221.57	15.83	d

\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

Según la prueba de medias Tukey, los mejores tratamientos, de acuerdo con el porcentaje de severidad, fueron, el testigo relativo a 7 °C (tratamiento 6), con una media de 0.25 % y la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón a 7 °C (tratamiento 4), con una media de 0.42 % siendo ambos estadísticamente iguales. Mientras que los tratamientos 3, 5, 2 y 1 a pesar de poseer la misma literal estadística (**ab**), sus medias fueron mucho mayores con respecto a los mejores tratamientos, (2.68 %, 3.45 %, 3.45 %, y 3.81 % respectivamente), por esta razón no se tomaron en cuenta para las conclusiones. Los Tratamientos 12, 10, 9, 8, 7 y 11, fueron los tratamientos ubicados a temperatura ambiente (media de 27.5 °C), los cuales poseen medias demasiado elevadas comparado con los tratamientos 6 y 4, estadísticamente son diferentes por lo que no se tomaran en cuenta en la variable de porcentaje de severidad. (Cuadro 13).

Según el mercado al cual se dirige el producto, los mejores tratamientos evaluados bajo condiciones controladas (temperatura de 7 °C), fueron el tratamiento 6 y 4 respectivamente, mientras que los mejores tratamientos evaluados a temperatura ambiente (27.5 °C), fueron el tratamiento 12 y 10 respectivamente.

Tomando en cuenta el tipo de mercado al cual se transporta la piña, la piña que es destinada para exportación (bajo temperatura controlada), los mejores tratamientos fueron el 6 y el 4, y los frutos destinados para el mercado local (a temperatura media de 27.5 °C), el mejor tratamiento fue el 12 (testigo relativo) con un porcentaje de severidad medio de 8.80 %.

En los tratamientos del 1 al 6 a temperatura controlada (7 °C), se presentó únicamente *Penicillium sp.*, ya que según CRCC, 2013, su crecimiento puede ocurrir desde los 8 hasta los 42 °C. Mientras que los tratamientos del 7 al 12 a temperatura ambiente (temperatura media de 27.5 °C), se encontraron los dos patógenos encontrados durante la evaluación, siendo más notorios los síntomas de *Thielaviopsis paradoxa*.

*Penicillium sp.*, se presentó principalmente a que las condiciones de temperatura son propicias ya que este hongo se puede producir en zonas tropicales y templadas tal como lo es la temperatura media (27.5 °C) para Santa Lucia Cotzumalguapa, además que su crecimiento se ve favorecido en distintos medios incluyendo frutas. (CRCC, 2013). *Thielaviopsis paradoxa*, según Martínez, tiene un crecimiento favorable en temperaturas entre 25 °C y 31 °C con un óptimo de 28 °C, por esta razón este último patógeno se presentó únicamente en temperatura ambiente y no en temperatura controlada.

### **2.7.3 Porcentaje de eficacia biológica**

Según el análisis de varianza (cuadro 14), si existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el análisis de la eficacia biológica.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para el porcentaje de eficacia biológica.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	7402568.75	11	672960.8	11.48	<0.0001	Si
TEMP	4420585.5	1	4420585.5	75.41	<0.0001	Si
DOSIS	2198539.72	4	549634.93	9.38	0.0003	Si
REP	16254.15	2	8127.08	0.14	0.8715	No
(DOSIS x TEMP)	767189.38	4	191797.34	3.27	0.035	Si
Error	1055215.69	18	58623.09			
Total	8457784.44	29				

CV = 24.29

El coeficiente de variación de 24.29, indica que los datos tienen una variabilidad de 24.29 % con respecto a la media general presentada por tratamiento en la prueba de medias Tukey. Según los valores de p (p-valor), trabajando con una significancia de 5 %, la interacción de los factores evaluados tiene diferencia significativa, ya que dicho valor es menor a 0.05 ( $0.035 < 0.05$ ), lo cual indica que, estadísticamente por lo menos uno de los tratamientos evaluados es distinto. Debido a estos valores se procedió a realizar un análisis de medias Tukey para determinar los mejores tratamientos.

**Cuadro 15. Prueba de medias Tukey para el porcentaje de eficacia biológica**

TRATAMIENTO	MEDIA DE ABCPE (área bajo la curva del progreso de la enfermedad)	MEDIA DE % DE EFICACIA BIOLÓGICA	COMPARADOR ESTADÍSTICO TUKEY*
T6	1862.22	98.11	a
T4	1842.93	97.15	a
T3	1307.25	70.36	ab
T2	1068.76	58.44	bc
T1	822.45	46.12	bc
T10	713.52	50.97	bc
T12	693.88	48.38	bc
T9	687.31	49.09	bc
T8	677.26	49.56	bc
T7	292.98	20.93	c

\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

Según la prueba de medias Tukey, los tratamientos que mejor porcentaje de eficacia biológica presentaron, fueron el testigo relativo a 7 °C (tratamiento 6) con una media de 98.11 % de control y la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón a 7 °C (tratamiento 4) con una media de 97.15 % de control, siendo ambos estadísticamente iguales. El tratamiento 3 posee la misma literal, lo cual indica que estadísticamente es igual al tratamiento 6 y tratamiento 4, sin embargo, por poseer una media menor (70.36 %), respecto al tratamiento 4, no se tomará en cuenta para las recomendaciones. Los tratamientos 2, 1, 10, 12, 9, 8 y 7 poseen medias mucho menores y estadísticamente son diferentes al tratamiento 6 y 4. Cuadro 15.

#### **2.7.4 Días control**

Esta variable se analizó tomando en cuenta por separado los distintos niveles de temperatura, es decir no se analizó de manera bifactorial sino únicamente se analizaron los tratamientos del 1 al 6 (temperatura controlada a 7 °C) en el tiempo que duro la evaluación y por separado los tratamientos del 7 al 12 (temperatura ambiente 27.5 °C) durante el tiempo que duro la evaluación.

##### **2.7.4.1 Temperatura controlada (7°C)**

Bajo estas condiciones, como se observa en la figura 11, se muestra la aparición de signos en los frutos de piña durante el tiempo de evaluación, los tratamientos que mayor número de días control tuvieron, fueron la mezcla de Triadimefón y *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 4), y el testigo relativo (tratamiento 6), manteniendo todos los frutos sin incidencia desde su aplicación hasta los 21 días. La dosis baja de *Melaleuca alternifolia* (tratamientos 1) y la dosis alta de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 3) tuvieron 14 días control, mientras que el tratamiento con menor número de días control fue la dosis media



**Cuadro 17. Cantidad de días que los tratamientos evaluados tuvieron control en temperatura controlada.**

DIAS CONTROL EN TEMPERATURA CONTROLADA (7 °C)						
	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	TRAT 5	TRAT 6
DIAS CONTROL	14	11	14	21	11	21

Bajo condiciones controladas, el único patógeno que afectó el pedúnculo de la piña fue *Penicillium* sp., el cual como se mencionó anteriormente, es un hongo ascomiceto con membrana celular constituida por compuestos lipídicos. El comportamiento de *Penicillium* sp., en estas condiciones de temperatura, fue muy similar al comportamiento en temperatura ambiente, con la variante que la dosis media de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 2), apareció antes (a los 11 días) que la dosis baja de Timorex (tratamiento 1), esto por el modo de aleatorización y el arreglo espacial, se produjo que la circulación del aire no se diera de manera uniforme sobre todos los tratamientos presentándose una piña en grado 1 de la escala de severidad o bien con 2.5 % de severidad. La dosis baja de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 1) y la dosis alta de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 3), presentaron 14 días control, lo cual indica que *Melaleuca alternifolia* bajo estas condiciones ambientales y las dosis de cada tratamiento nos dan un rango amplio para que la fruta pueda ser transportada, sin embargo, no es suficiente para que llegue al consumidor final de mercados extranjeros. La aplicación con Triadimefon (tratamiento 6) y la mezcla entre *Melaleuca alternifolia* y Triadimefon (tratamiento 4), nos dan 14 días control el cual es un rango perfecto para que la piña llegue hasta otros países sin ninguna complicación, (cuadro 17) esto debido al modo de acción de los fungicidas descrito anteriormente.



### 2.7.4.2 Temperatura ambiente (media de 27.5 °C)

Bajo estas condiciones, en la figura 12 y en el cuadro 18, se muestran la aparición de los signos en los frutos de piña a lo largo de la evaluación, los tratamientos que ejercieron más días control fueron la dosis media de Timorex (Tratamiento 8), la dosis alta de Timorex (Tratamiento 9) y la mezcla de Bayleton y Timorex (Tratamiento 10), manteniendo todos los frutos sin incidencia desde su aplicación hasta los 7 días. El testigo relativo (tratamiento 12) únicamente tuvo 4 días control y la dosis baja de Timorex (tratamiento 7) tuvo 2 días de control, el testigo absoluto (tratamiento 11) presentó signos de los patógenos a los 2 días después de montar el ensayo.

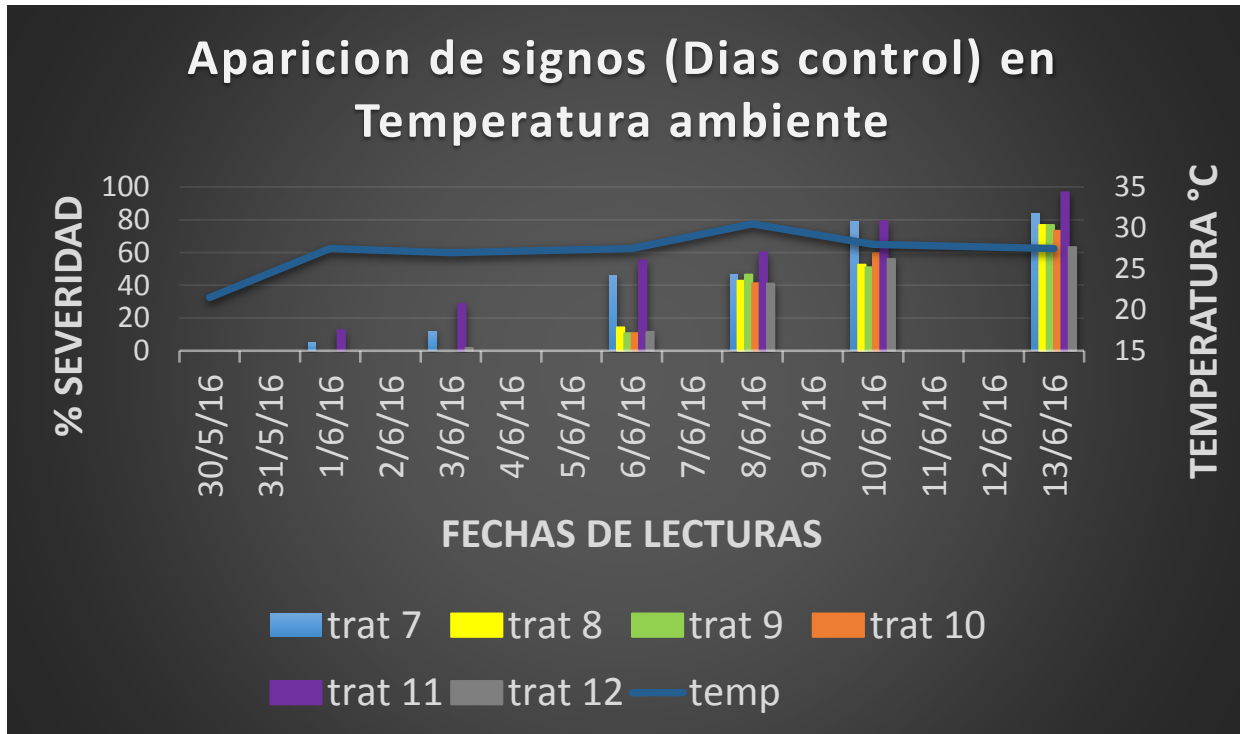


Figura 12. Días control de patógenos en el pedúnculo postcosecha en piña a temperatura ambiente.

El cuadro 18 muestra la cantidad de piñas que presentaron síntomas a temperatura ambiente según la fecha de tomas de datos, esto basado en la condicionante que con una piña que apareciera con síntomas dentro de las 24 evaluadas por tratamiento, el tratamiento completo perdía los días control

**Cuadro 18. Cantidad de frutos dañados en las distintas fechas de lecturas a temperatura ambiente (media de 27.5 °C).**

TEMPERATURA AMBIENTE (media de 27.5°C)							
TRAT	30-may	01-jun	03-jun	06-jun	08-jun	10-jun	13-jun
7	0	2	5	14	16	21	21
8	0	0	0	8	21	21	20
9	0	0	0	6	24	20	20
10	0	0	0	5	20	22	22
11	0	7	14	18	21	21	20
12	0	0	2	6	20	22	23

**Cuadro 19. Cantidad de días control para los tratamientos evaluados a temperatura ambiente (media de 27.5 °C).**

DIAS CONTROL EN TEMPERATURA AMBIENTE (media de 27.5°C)						
	TRAT 7	TRAT 8	TRAT 9	TRAT 10	TRAT 11	TRAT 12
DIAS CONTROL	2	7	7	7	2	4

Como se mencionó anteriormente, a temperatura ambiente aparecieron tanto *Penicillium* sp., como *Thielaviopsis paradoxa*. Ambos son hongos del phylum *Ascomycota*, los cuales poseen membranas celulares constituidas por compuestos lipídicos sobre los cuales los fungicidas evaluados actúan para matar las células y matar a los hongos. El testigo absoluto (tratamiento 11) no contó con ninguna ayuda de fungicida para protegerse de agentes patógenos por lo que los signos aparecieron a los 2 días después de montar el ensayo, este fue el tiempo que le tomo al hongo poder reproducirse y empezar a mostrar sus estructuras, la dosis baja de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 7), no fue suficiente para que la piña pudiera protegerse ya que igualmente tuvo 2 días control. El testigo relativo (tratamiento 12) alcanzó 4 días control debido a que fue aplicado con Triadimefón el cual es un fungicida sintético de la familia de los triazoles, que actúa inhibiendo de la síntesis de ergosterol (FRAC, 2016) el ergosterol es un componente lipídico de la membrana celular. La disminución del ergosterol más la acumulación de esteroides causa una alteración de la membrana celular, la que se vuelve más permeable y vulnerable a daños, causando la muerte de los agentes patógenos. (Medwave, 2005).

La dosis media de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 8), Dosis alta (Tratamiento 9) y la mezcla entre *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón (tratamiento 10), fueron los que más días control alcanzaron (7 días), el tratamiento 8 y el 9 aplicados con *Melaleuca alternifolia*, por su modo de acción actúa rompiendo las membranas celulares lo cual causa que se vacíe el citoplasma y por consiguiente la muerte de los agentes patógenos (FRAC, 2016). En el tratamiento 10 se juntaron los modos de acción de ambos fungicidas los cuales permitieron llegar a los frutos hasta los 7 días control, es decir 7 días hasta que se presentaron los síntomas.

### 2.7.5 Análisis de costos

Por normativas de la empresa Popoyán, únicamente se tuvieron a disposición los costos de los productos aplicados, con lo cual se realizó un análisis de costos totales, sumando los costos fijos (costo por la cera aplicada) y los costos variables (costo del fungicida aplicado), a partir de esto se indicó cuál es el costo por litro de producto aplicado a la piña de cada tratamiento.

El costo por aplicación no es más que el producto entre el costo de la materia prima (cera o fungicida) por la dosis de aplicación. A continuación, se muestra el resumen de los costos por tratamiento evaluado (cuadro 20) y se detallan en los anexos 2.10.2 al 2.10.6

**Cuadro 20. Costos totales por la aplicación de un litro de tratamiento evaluado.**

TRATAMIENTO	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	COSTO TOTAL
1 y 7	Q2.77	Q1.35	Q4.12
2 y 8	Q2.77	Q2.25	Q5.02
3 y 9	Q2.77	Q3.15	Q5.92
4 y 10	Q2.77	Q0.86	Q3.63
6 y 12	Q2.77	Q0.40	Q3.17

Económicamente no es viable realizar aplicaciones con *Melaleuca alternifolia* solo, en ninguna de las 3 dosis evaluadas, ya que los costos por litro de aplicación son superiores a los costos de la aplicación del testigo relativo, sin embargo, los tratamientos recomendados según el análisis de costos son los tratamientos 4 y 10 con un costo de Q. 3.63 y los tratamientos 6 y 12 con un costo de Q. 3.17, siendo más alto el costo de la mezcla en 45 centavos por litro aplicado, y obteniendo beneficios como la disminución de la carga química por ser mezcla con un producto orgánico, la seguridad de que puede ingresar a otros países sin ninguna restricción debido a las certificaciones orgánicas con las que *Melaleuca alternifolia* cuenta,

Según los análisis anteriores (porcentaje de severidad, porcentaje de eficacia biológica y días control) los tratamientos más recomendados son el tratamiento 4 (mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón a 7 °C), y el tratamiento 6 (testigo relativo) ya que son los tratamientos con mayor control de los hongos en el pedúnculo de la piña y los que más días control brindan al momento de transportar los frutos y los que menor costo generan al momento de su aplicación.

## 2.8 CONCLUSIONES

- 2.7.1 Los hongos que se presentaron durante la evaluación fueron: a temperatura controlada, únicamente *Penicillium sp.*, mientras que, en temperatura ambiente, se presentaron *Penicillium sp.* y *Thielaviopsis paradoxa*, siendo más notorios los síntomas de *Thielaviopsis paradoxa*.
- 2.7.2 La severidad de hongos se ve disminuida bajo condiciones de temperatura controlada (7 °C), y con la aplicación de Triadimefón sólo (tratamiento 6, severidad = 0.25 %) y la mezcla de *Melaleuca alternifolia* con Triadimefón (tratamiento 4, severidad = 0.42 %).
- 2.7.3 Los tratamientos que mejor eficacia biológica (control) presentaron, fueron el testigo relativo a 7 °C (tratamiento 6) con una media de 98.11 % de control, y la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón a 7 °C (tratamiento 4) con una media de 97.15 % de control.
- 2.7.4 A temperatura controlada (7°C), los tratamientos con mayor número de días control fueron, la aplicación con Triadimefón (tratamiento 6), y la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón (tratamiento 4), ambos con 21 días control. Mientras que a temperatura ambiente, los tratamientos de *Melaleuca alternifolia* en su dosis media (tratamiento 8), dosis alta de *Melaleuca alternifolia* (tratamiento 9) y la mezcla entre *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón (tratamiento 10) tuvieron 7 días de control.
- 2.7.5 Según el análisis económico realizado a través de costos totales, el costo de la aplicación de la mezcla entre *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón (tratamiento 4), es de Q. 3.63, y la aplicación del testigo relativo (tratamiento 6), tiene un costo de Q. 3.17. Mismos tratamientos que presentaron los mejores resultados respecto a las otras variables evaluadas.

## 2.9 RECOMENDACIONES

- 2.8.1 En la aplicación de la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón, a ambas temperaturas (7 °C y temperatura ambiente (27.5 °C)), reducir más la cantidad de Triadimefón y aumentar la dosis de *Melaleuca alternifolia* para asegurar que el tratamiento estará libre de residuos químicos a su entrada a otros países.
- 2.8.2 Implementar la aplicación de *Melaleuca alternifolia* en el cultivo de piña en campo a una dosis de 2.5 litros por hectárea alternando con las aplicaciones con serenade (*Bacillus subtilis*), para asegurar que los frutos lleguen a la planta postcosecha libres de inóculo primario.
- 2.8.3 Realizar un análisis económico beneficio/costo, incluyendo costos de mano de obra, costos de material y equipo utilizado, así como también costos de transporte de los frutos y precios de venta al mercado de los frutos.

## 2.10 ANEXOS

### 2.10.1 Glosario

1. Ácaro: organismos que pertenecen a la clase aracnida de pequeño tamaño y con respiración traqueal o cutánea, muchos de los cuales son parásitos de otros animales y plantas.
2. Ácido ascórbico: es un cristal incoloro, inodoro, sólido, soluble en agua, con un sabor ácido que proviene de azúcares.
3. Ácido carboxipeptidasa: enzima del grupo de las peptidasas o proteasas capaz de hidrolizar un enlace peptídico.
4. Biofungicida: producto hecho a base de material orgánico que se utiliza para el control de hongos.
5. Eficacia: capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.
6. Eficiencia: uso racional de los medios para alcanzar un objetivo predeterminado.
7. Frutículos: gajos que al ser llenados aumenta la calidad de los frutos.
8. Giberelinas: son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas.
9. Herbicida: producto elaborado que se utiliza para el control de hierbas que generan pérdidas económicas.
10. Híbrido: unión de dos individuos de un mismo género, pero distinta especie.
11. Insecticida: Producto elaborado de origen químico, vegetal o biológico, que se utiliza para el control de insectos que generan pérdidas económicas.
12. Pedúnculo: ramita o rabillo que sostiene a la fruta por su base a la planta
13. Patulina: es una lactona tóxica. La mayoría de las especies productoras de patulina crecen a la temperatura de refrigeración
14. Toxinas: son pequeñas moléculas capaces de causar enfermedades cuando entran en contacto con, o son absorbidos por los tejidos.

### 2.10.2 Costo tratamiento 1

**Cuadro 21A. Costo por litro de aplicación de la dosis baja de *Melaleuca alternifolia*.**

TRATAMIENTO 1 TIMOREX		
		unidad
COSTO TIMOREX	Q450.00	litro
costo cera	Q34.18	litro
Costo timorex	Q0.45	g
dosis Timorex 1er ap solo	2	ml/l
dosis timorex 1er ap + cera	1	ml/l
dosis cera 1er ap	0.081	litros
<b>TOTAL</b>	<b>Q4.12</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.10.3 Costo tratamiento 2

**Cuadro 22A. Costo por litro de aplicación de la dosis media de *Melaleuca alternifolia*.**

TRATAMIENTO 2 TIMOREX		
		unidad
COSTO TIMOREX	Q450.00	litro
costo cera	Q34.18	litro
Costo timorex	Q0.45	g
dosis Timorex 1er ap solo	3	ml/l
dosis timorex 1er ap + cera	2	ml/l
dosis cera 1er ap	0.081	litros
<b>TOTAL</b>	<b>Q5.02</b>	

Fuente: Elaboración propia.



### 2.10.4 Costo tratamiento 3

Cuadro 23A. Costo por litro de aplicación de la dosis alta de *Melaleuca alternifolia*.

TRATAMIENTO 3 TIMOREX		
		unidad
COSTO TIMOREX	Q450.00	litro
costo cera	Q34.18	litro
Costo timorex	Q0.45	g
dosis Timorex 1er ap solo	4	ml/l
dosis timorex 1er ap + cera	3	ml/l
dosis cera 1er ap	0.081	litros
<b>TOTAL</b>	<b>Q5.92</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.10.5 Costo tratamiento 4

Cuadro 24A. Costo por litro de aplicación de la mezcla de *Melaleuca alternifolia* y Triadimefón.

TRATAMIENTO 4 (TIMOREX + NEXT)					
TIMOREX			NEXT		
		unidad			unidad
COSTO TIMOREX	Q450.00	litro	COSTO BAYLETON	Q161.70	kg
costo cera	Q34.18	litro	costo cera	Q34.18	litro
Costo timorex	Q0.45	ml	Costo bayleton	Q0.1617	g
dosis Timorex 1er ap solo	1	ml/l	dosis next 1er ap solo	0.7	g/l
dosis timorex 1er ap + cera	0.5	ml/l	dosis next 1er ap + cera	0.45	g/l
dosis cera 1er ap	0.0405	litros	dosis cera 1er ap	0.0405	litros
<b>TOTAL TIMOREX</b>	<b>Q2.06</b>		<b>TOTAL BAYLETON</b>	<b>Q1.57</b>	
	<b>TOTAL</b>	<b>Q3.63</b>			

Fuente: Elaboración propia.

## 2.10.6 Costo tratamiento 6

Cuadro 25A. Costo por litro de aplicación de Triadimefón.

TRATAMIENTO 6 NEXT		
		unidad
COSTO NEXT	Q161.70	kg
costo cera	Q34.18	litro
COSTO NEXT	Q0.16	g
dosis next 1er ap solo	1.5	g/l
dosis next 1er ap + cera	1	g/l
dosis cera 1er ap	0.081	litros
<b>TOTAL</b>	<b>Q3.17</b>	

Fuente: Elaboración propia.

## 2.10.7 Identificación en laboratorio de *Thielaviopsis*


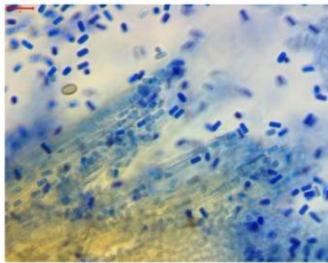
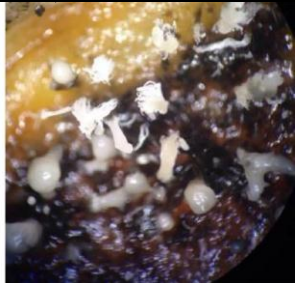


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



### INFORME DE RESULTADOS

<b>CORRELATIVO</b> 122 -2016	<b>FECHA DE INGRESO</b> 03/06/2016	<b>FECHA DE EMISION</b> 10/06/2016	<b>ANALISIS REALIZADO</b> Fitopatológico
<b>MUESTRA</b> Piña MD2	<b>PROCEDENCIA</b> Santa Lucía Cotzumalguapa	<b>EMPRESA</b> STOCKTON, S.A.	<b>SOLICITANTE</b> Axel Juárez

<b>Muestra analizada</b>	Fruto
<b>Agente Detectado</b>	<i>Thielaviopsis</i> spp.
	
	

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Natalia Rosamaria Quixtan

Br. Karla Chinchilla Padilla

Br. Jairo David Chalí Salazar

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala  
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.  
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

Fuente: Centro de Diagnóstico Parasitológico, 2016

**Figura 13A. Identificación de *thielaviopsis paradoxa***

## 2.10.8 Identificación en laboratorio de *Penicillium sp.*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



### INFORME DE RESULTADOS

<b>CORRELATIVO</b> 119 -2016	<b>FECHA DE INGRESO</b> 01/06/2016	<b>FECHA DE EMISION</b> 10/06/2016	<b>ANALISIS REALIZADO</b> Fitopatológico
<b>MUESTRA</b> Piña MD2	<b>PROCEDENCIA</b> Santa Lucía Cotzumalguapa	<b>EMPRESA</b> STOCKTON, S.A.	<b>SOLICITANTE</b> Axel Juárez

<b>Muestra analizada</b>	Fruto	
<b>Agente Detectado</b>	<i>Penicillium sp.</i>	
		

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Natalia Rosamaria Quixtan

Br. Karla Chinchilla Padilla

Br. Jairo David Chalí Salazar



RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala  
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.  
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

Fuente: Centro de Diagnóstico Parasitológico, 2016

**Figura 14A. Identificación de *Penicillium sp.***

## 2.10.9 Solicitud para la rectificación de registro de productos agroquímicos

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN  
VICEMINISTERIO DE SANIDAD AGROPECUARIA Y REGULACIONES  
DIRECCION DE SANIDAD VEGETAL  
DEPARTAMENTO DE REGISTRO DE INSUMOS AGRICOLAS  
7a. AVENIDA 12-90 ZONA 13, GUATEMALA, CIUDAD

FTS-01-R-51034

### SOLICITUD DE RECTIFICACION DE REGISTRO DE PRODUCTOS AGROQUIMICOS

ATENTAMENTE POR ESTE MEDIO SOLICITO SE PROCEDA A LA REVISION, ANALISIS Y AUTORIZACION DE RECTIFICACION DE REGISTRO DEL PRODUCTO, CONSIGNANDO LOS DATOS MÁS IMPORTANTES Y ADJUNTANDO LOS DOCUMENTOS LEGALES- TÉCNICOS EXIGIDOS SEGÚN DECRETO NO. 5-2010 LEY DE REGISTRO DE PRODUCTOS AGROQUIMICOS Y ACUERDO GUBERNATIVO 343-2010 REGLAMENTO DE LA LEY DE REGISTRO DE PRODUCTOS AGROQUIMICOS, DE LOS CUALES **DECLARO** **BAJO JURAMENTO QUE ESTÁN COMPLETOS Y EXACTOS.**

1.	Nombre / Marca Comercial del Producto:			
2.	Numero de Registro:	Numero de Libro:	Numero de Folios:	
3.	Fecha de Reg. del Producto:	Fecha que Vence el Reg. del Producto:		
4.	Clase:	Modo de Accion:		
5.	Familia Química:			
6.	Presentación(es) comerciales del Producto:			
7.	Estado Físico:	Tipo de Formulacion:		
8.	Nombre del Ingrediente Activo:			
9.	Concentración del Ingrediente Activo:	% Peso/Peso =	% Peso/Volumen =	
10.	Informacion relacionada a toxicidad del producto:	DL-50 Aguda Oral:		
	DL-50 Aguda Dermal:	CL-50 por Inhalación:	Categoría Toxicológica:	
11.	Nombre del Fabricante del Ingrediente Activo:			
12.	Dirección del Fabricante y Pais de Origen:			
13.	Nombre del Formulador:			
14.	Dirección del Formulador y Pais de Origen:			
15.	Nombre de la Compañía Exportadora:			
16.	Dirección de la Exportadora y Pais de Procedencia:			
17.	Nombre de la Facturadora:			
18.	Dirección de la Facturadora y Pais de Procedencia:			
19.	No. de Registro como Importadora:	Vencimiento del Registro como Importadora:		
20.	Ubicada en:			
21.	Ing. Agrónomo responsable del registro:	Colegiado No.		
22.	Nombre del Representante Legal:			
23.	Desarrollar en la siguiente línea, Rectificación solicitada de acuerdo a opciones del artículo 56, Acuerdo 343-2010. <b>DESARROLLAR</b> .....			
24.	Lugar y Fecha:			

Sello de la Empresa

F) \_\_\_\_\_  
Firma de Representante Legal

F) \_\_\_\_\_  
Firma y Sello del Ingeniero Agrónomo

Fuente: SIECA, 2004

Figura 15A. solicitud para rectificar un producto agroquímico ante el MAGA

## 2.10.10 Usos aprobados de Timorex Gold

Cuadro 26A. Usos de Timorex Gold 22.3 EC

PAIS AUTORIZADOS PARA SU USO	CULTIVO	PLAGA
Guatemala	Banano y Plátano (Musa paradisiaca)	Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerellafijiensis</i> )
	Melón ( <i>Cucumismelo</i> ), Sandía ( <i>Citrulluslanatus</i> ), Calabaza ( <i>Cucurbita máxima</i> , <i>Cucurbitasp.</i> ) y Pepino ( <i>Cucumissativus</i> )	Mildéu polvoso ( <i>Sphaerothecafuliginea - Erysiphecircosporum</i> ) y Mildiú veloso ( <i>Pseudoperonosporacubensis</i> )
	Tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> ) y Papa ( <i>Solanumtuberosum</i> )	Tizón tardío ( <i>Phytophthorainfestans</i> )
	Tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> ) y Chile Pimiento ( <i>Capsicum annum</i> )	Mildiú polvoso ( <i>Oidiumneolycopersicum - Leveillulataurica</i> )
	Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	Mildiú polvoso ( <i>Oidiummangiferae</i> )
	Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	<i>Rhizoctoniasolani</i> y el complejo del manchado del grano
	Café ( <i>Coffeaarabica</i> )	Ojo de gallo ( <i>Mycenacitricolor</i> )
		Roya ( <i>Hemileiavastatrix</i> )
	Frijol ( <i>Phaseolusvulgari</i> s)	Mancha angular ( <i>Phaeoisariopsisgriseola</i> ),

	Roya ( <i>Uromycesphaseoli</i> )
Tabaco ( <i>Nicotianatabacum</i> )	Moho azul ( <i>Peronosporatabacina</i> )
Tomate ( <i>Solanumlycopersicum</i> )	Tizón temprano ( <i>Alternariasolani</i> )
Arveja ( <i>Pisumsativum</i> )	<i>Ascochyta</i> sp.
Berries ( <i>Fragaria sp.</i> )	Oidio ( <i>Sphaerothecamacularis</i> ), Podredumbre del fruto ( <i>Rhizopusstolonifer</i> ) y Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ).
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> )	Mancha púrpura ( <i>Alternariaporri</i> ) y <i>Botrytis</i> sp.
Maíz ( <i>Zea mayz</i> )	Mancha de asfalto ( <i>Phyllacoramaydis</i> y otros hongos)
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Antracnosis
	( <i>Colletotrichumgloeosporioides</i> )
Piña ( <i>Ananascomosus</i> )	Pudrición del corazón ( <i>Phytophthoraparasitica</i> )
Melón ( <i>Cucumismelo</i> ), Sandía ( <i>Citrulluslanatus</i> ) y Calabaza ( <i>Cucurbita máxima</i> , <i>Cucurbitasp.</i> )	Mohos ( <i>Cladosporiumcucumerinum</i> , <i>Aspergillus sp.</i> y otros hongos)

Fuente: STK, 2016







### **3.1 INTRODUCCIÓN**

La empresa Stockton S.A. a través de su área de investigación y desarrollo, tiene en campo la ejecución de diversos ensayos en diferentes cultivos de importancia económica para Guatemala, esto se realiza con el fin de llegar a diversos productores de diferentes departamentos demostrando y comprobando la eficacia de sus productos a los productores en varios cultivos.

El tener que mostrar resultados a dos entes distintos (productores y a la empresa Stockton S.A.), provoca que la información tenga que presentarse de manera diferente para que a cada uno se le facilite interpretar los resultados finales.

Stockton realiza esta función a través del área de investigación y desarrollo, sin embargo, esta área está conformada únicamente por una persona quien, por la cantidad de información generada, no puede mostrar los resultados de manera inmediata sino hasta un tiempo prudencial para poder analizar y generar informes finales.

Este plan de servicios se enfocó principalmente en generar soluciones que puedan agilizar los procesos como la toma de datos, análisis de información y generación de informes del área de Investigación y Desarrollo de Stockton S.A.

## **3.2 AREA DE INFLUENCIA**

### **3.2.1 Proyectos de Stockton S.A.**

En el área de Investigación y Desarrollo de Stockton S.A., en la actualidad se realizan diversos proyectos con el fin de demostrarles a productores que los productos funcionan, así como también proyectos que servirán para extender el registro de uso del producto Timorex Gold 22.3 EC. Los proyectos que se llevan a cabo en diferentes regiones, las cuales constituyeron las áreas de influencia en el trabajo realizado durante el ejercicio profesional supervisado fueron:

### **3.2.2 Finca Pampojilá**

Ubicada en el municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, Guatemala, la finca Pampojilá se dedica directamente a la producción de café, el objetivo principal de ésta finca es producir cosechas que puedan generar una buena calidad de taza de café, el área total de esta finca es de 200 hectáreas.

### **3.2.3 Finca Los Andes y Finca panamá**

Ubicadas en el municipio de Santa Bárbara, departamento de Suchitepéquez, Guatemala. La finca Los Andes cuenta con un área de 180 hectáreas cafetaleras, mientras que la finca Panamá, tiene un área total de 1500 hectáreas, se dedica a la producción de cultivos como café, hule, macadamia, mangostán, aguacate, bambú, quina y a la producción de miel de abejas. El área cafetalera es de 180 hectáreas.

### **3.2.4 Finca Popoyán**

Ubicada en el Km 102, municipio Santa Lucia Cotzumalguapa, departamento Escuintla, Guatemala. La finca Popoyán se encarga de la producción y comercialización de piña, para la

producción cuentan con un área de 1000 hectáreas las cuales están divididas en lotes que se rotan para poder tener cosechas durante todo el año. La comercialización de piña (producto postcosecha), se realiza tanto nacional como al exterior.

### **3.3 OBJETIVO GENERAL**

3.3.1 Apoyar a la empresa Stockton S.A., en el proceso de evaluación y extensión del registro de uso de Timorex Gold 22.3 EC.

### **3.4 SERVICIO PRESTADO**

**3.4.1 Mejoramiento de la eficiencia en el proceso de investigación y entrega de resultados de la empresa Stockton S.A.**

#### 3.4.1.1 Definición del problema

Los ensayos establecidos en las distintas fincas tienen como finalidad evaluar el efecto de Timorex Gold 22.3 EC. Usualmente se evalúa el programa comercial que utiliza la finca y la aplicación de Timorex Gold para comparar su eficacia biológica. La toma de datos está a cargo de una sola persona, quien a la vez debe desarrollar otras actividades del área de Investigación y Desarrollo de Stockton.

Las tomas de datos de enfermedades foliares se realizan de manera personal, anotando en papel cada observación realizada. Posteriormente los datos son enviados por medio electrónico al área de investigación y desarrollo, donde se tabulan y se analizan por medio de pruebas de T y gráficas que muestran el comportamiento de cada variable medida. Al finalizar el ensayo, la persona encargada debe realizar un informe mostrando los resultados obtenidos en la evaluación.

Para iniciar un nuevo ensayo, es necesario realizar protocolos los cuales deben tener los contenidos mínimos establecidos por la empresa. Debido a que cada ensayo debe tener

aprobación tanto intelectual como económica, es necesario que la información que se cree o se genere, sea de fácil comprensión a las autoridades de Stockton S.A., para esto ha creado un formato estándar tanto para protocolos de investigación como para reportes finales.

Todos los procesos mencionados anteriormente toman un tiempo prolongado lo cual hace que la información generada no sea conocida por todos los entes interesados de manera rápida, y aumenta el tiempo estipulado para generar ventas o bien para extender el registro del uso de los productos evaluados ya que para extender el registro del uso es necesario presentar informes finales antes las autoridades del MAGA.

#### 3.4.1.2 Objetivos específicos

- A. Colectar y registrar datos de campo.
- B. Generar un Software para el análisis de los datos.
- C. Presentar resultados en formato requerido por la empresa Stockton S.A.

#### 3.4.1.3 Metodología

Para el cumplimiento del presente servicio, se realizaron las tomas de datos en la parcela de ensayo en la finca Pampojilá, en la cual se está realizando un ensayo en el cultivo de café (*Coffea arabica*), comparando la eficacia biológica de Timorex Gold (T1), contra el testigo relativo que la finca aplica (T2) para controlar la Roya (*Hemileia vastatrix*).

Se dividieron las actividades básicas programadas para el servicio presentado, entras las que se incluyen la colecta, registro y ordenamiento de datos, el análisis de la información obtenida y la elaboración de informes de resultados.

### A. Toma de datos

Para agilizar el proceso de toma de datos, se dividió la parcela de ensayo en dos partes iguales para acelerar la toma de datos por las dos personas que registren los datos de campo. Dentro de la parcela existen 2 tratamientos que es el producto evaluado de la empresa Stockton S.A., comparado con el testigo relativo que la finca utiliza.

Para ordenar los datos antes de la tabulación, se anotaron directamente, las variables que se necesitan para realizar el análisis pertinente, en un cuadro que permitió mantenerlos ordenados (cuadro 27).

**Cuadro 27. Cuadro para toma el registro de información de campo en cultivo de café.**

Lectura (fecha)	Tratamiento	Número de Planta	Numero de Hojas Totales	Numero de Hojas enfermas	Numero de Entrenudos

Al momento de montar el ensayo, se realiza una aleatorización de las plantas de café y se toma una bandola por cada planta, la cual se deja marcada y sobre esa bandola se realizan constantemente las tomas de datos.

### B. Análisis de la información

Dentro de la empresa, al tener los datos recopilados, se procede al análisis de la información, la cual es la parte que más tiempo demanda, ya que conlleva un arreglo matricial de los datos para su análisis en programas estadísticos específicos.

En esta actividad se creó un software, el cual, fue una hoja electrónica de Excel que contiene celdas para introducir valores de las variables medidas, y automáticamente éste realiza el cálculo de:

- a) La incidencia de la enfermedad por cada fecha de toma de datos.
- b) El crecimiento foliar comparando la lectura actual con la lectura anterior.

- c) El crecimiento de la bandola comparando el número de entrenados de la lectura actual con el número de entrenados de la lectura anterior.
- d) El porcentaje de control según la incidencia de la lectura actual con la lectura anterior.
- e) Prueba estadística de T con significancia de 5 %, en la cual se compara los tratamientos aplicados a dicho ensayo.

### C. Elaboración de informes.

Es la parte final de la investigación, en esta parte se procedió a generar informes que muestren los resultados, tomando como base los datos generados en el software anteriormente descrito. Los resultados del informe deberán presentarse en el formato que la empresa Stockton requiere el cual incluye las siguientes partes:

- Gráficas del comportamiento de las variables en el tiempo.
- Graficas comparativas entre las variables por cada toma de datos.
- Identificar si existen diferencias significativas entre tratamientos.

### 3.5 EVALUACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.5.1 Tomas de Datos

Se realizaron 3 lecturas en diferentes momentos (25/04/2016, 24/05/2016 y 05/07/2016) las cuales quedaron ordenadas en los cuadros siguientes (cuadro 28, 29 Y 30):

**Cuadro 28. Toma de datos de las variables primer fecha.**

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTO	PLANTA	# HOJAS TOTALES	# HOJAS ENFERMAS	# ENTRENUDOS
25/04/2016	1	1	26	1	19
25/04/2016	1	2	21	1	44
25/04/2016	1	3	31	2	44
25/04/2016	1	4	12	1	14
25/04/2016	1	5	17	4	17
25/04/2016	1	6	27	7	32
25/04/2016	1	7	19	1	14
25/04/2016	1	8	6	3	14
25/04/2016	1	9	60	6	37
25/04/2016	1	10	20	0	15
25/04/2016	1	11	14	0	12
25/04/2016	1	12	20	0	12
25/04/2016	1	13	19	2	12
25/04/2016	1	14	16	0	17
25/04/2016	1	15	18	8	15
25/04/2016	1	16	26	6	17
25/04/2016	1	17	19	4	12
25/04/2016	1	18	30	4	16
25/04/2016	1	19	9	0	11
25/04/2016	1	20	10	0	9
25/04/2016	2	1	18	1	18
25/04/2016	2	2	22	2	17
25/04/2016	2	3	57	0	18
25/04/2016	2	4	30	4	13
25/04/2016	2	5	21	2	20
25/04/2016	2	6	17	6	13
25/04/2016	2	7	16	0	17
25/04/2016	2	8	14	0	15
25/04/2016	2	9	18	2	19
25/04/2016	2	10	14	2	19
25/04/2016	2	11	31	2	15
25/04/2016	2	12	21	0	20
25/04/2016	2	13	19	3	16
25/04/2016	2	14	18	1	14
25/04/2016	2	15	31	0	12
25/04/2016	2	16	18	0	10
25/04/2016	2	17	21	13	20
25/04/2016	2	18	16	2	16
25/04/2016	2	19	16	2	18
25/04/2016	2	20	20	1	20

**Cuadro 29. Toma de datos de las variables segunda fecha.**

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTO	PLANTA	# HOJAS TOTALES	# HOJAS ENFERMAS	# ENTRENUDOS
24/05/2016	1	1	20	5	23
24/05/2016	1	2	9	0	24
24/05/2016	1	3	8	3	12
24/05/2016	1	4	16	4	14
24/05/2016	1	5	12	7	13
24/05/2016	1	6	16	5	11
24/05/2016	1	7	25	11	17
24/05/2016	1	8	13	3	13
24/05/2016	1	9	30	11	17
24/05/2016	1	10	24	7	17
24/05/2016	1	11	26	10	13
24/05/2016	1	12	10	2	14
24/05/2016	1	13	15	6	13
24/05/2016	1	14	11	4	10
24/05/2016	1	15	25	0	11
24/05/2016	1	16	19	11	14
24/05/2016	1	17	15	9	20
24/05/2016	1	18	21	13	17
24/05/2016	1	19	12	6	14
24/05/2016	1	20	16	7	9
24/05/2016	2	1	14	4	22
24/05/2016	2	2	16	7	16
24/05/2016	2	3	62	6	18
24/05/2016	2	4	34	6	16
24/05/2016	2	5	16	8	22
24/05/2016	2	6	11	4	16
24/05/2016	2	7	15	7	19
24/05/2016	2	8	13	4	16
24/05/2016	2	9	17	10	22
24/05/2016	2	10	13	6	22
24/05/2016	2	11	44	8	18
24/05/2016	2	12	31	2	20
24/05/2016	2	13	31	7	19
24/05/2016	2	14	19	4	17
24/05/2016	2	15	27	2	15
24/05/2016	2	16	21	3	12
24/05/2016	2	17	24	5	21
24/05/2016	2	18	13	5	18
24/05/2016	2	19	8	4	18
24/05/2016	2	20	22	6	19



**Cuadro 30. Toma de datos de las variables tercera fecha.**

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTO	PLANTA	# HOJAS TOTALES	# HOJAS ENFERMAS	# ENTRENUDOS
05/07/2016	1	1	19	0	21
05/07/2016	1	2	18	0	21
05/07/2016	1	3	9	0	11
05/07/2016	1	4	14	0	16
05/07/2016	1	5	10	0	13
05/07/2016	1	6	12	0	11
05/07/2016	1	7	20	0	21
05/07/2016	1	8	21	0	19
05/07/2016	1	9	32	3	20
05/07/2016	1	10	10	0	13
05/07/2016	1	11	14	2	16
05/07/2016	1	12	17	0	18
05/07/2016	1	13	10	0	13
05/07/2016	1	14	7	0	12
05/07/2016	1	15	12	0	13
05/07/2016	1	16	12	0	11
05/07/2016	1	17	9	1	21
05/07/2016	1	18	34	6	39
05/07/2016	1	19	14	3	16
05/07/2016	1	20	9	0	16
05/07/2016	2	1	16	0	22
05/07/2016	2	2	8	0	198
05/07/2016	2	3	27	1	20
05/07/2016	2	4	17	0	16
05/07/2016	2	5	8	0	24
05/07/2016	2	6	5	0	15
05/07/2016	2	7	8	0	19
05/07/2016	2	8	12	0	17
05/07/2016	2	9	9	0	23
05/07/2016	2	10	11	0	25
05/07/2016	2	11	15	0	21
05/07/2016	2	12	21	0	23
05/07/2016	2	13	16	0	19
05/07/2016	2	14	17	0	17
05/07/2016	2	15	15	0	18
05/07/2016	2	16	25	0	14
05/07/2016	2	17	17	0	23
05/07/2016	2	18	18	0	20
05/07/2016	2	19	19	0	17
05/07/2016	2	20	20	0	20



2. Se indicarán las fechas de aplicación del producto, el nombre del producto y la dosis en litros por hectárea.
3. Fechas de aplicación. Se indicarán en que fechas fueron aplicados el o los productos evaluados.
4. Fechas de lecturas. Se indicarán las fechas en que se toman los datos de las variables a analizar.
5. Análisis de la incidencia, definido por la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), donde una incidencia mayor al 15 % significa que se necesitan hacer aplicaciones curativas, y para representarlo gráficamente aparecerá un círculo color rojo, una incidencia mayor a 6 % y menor a 15 %, indica que hay que hacer aplicaciones preventivas y para representarlo gráficamente aparecerá un círculo color amarillo, una incidencia menor al 6 % indica que no es necesario hacer aplicaciones y para representarlo gráficamente se muestra un círculo color verde.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tratamiento	Planta	# Hojas totales	# Hojas enfermas	# Entrenudos	%Incidencia				
2	1	1	26	1	19	3.84615385				
3	1	2	21	1	44	4.76190476				
4	1	3	31	2	44	6.4516129				
5	1	4	12	1	14	8.33333333				
6	1	5	17	4	17	23.5294118				
7	1	6	27	7	32	25.9259259				
8	1	7	19	1	14	5.26315789				
9	1	8	6	3	14	50				
10	1	9	60	6	37	10				
11	1	10	20	0	15	0				
12	1	11	14	0	12	0				
13	1	12	20	0	12	0				
14	1	13	19	2	12	10.5263158				
15	1	14	16	0	17	0				
16	1	15	18	8	15	44.4444444				
17	1	16	26	6	17	23.0769231				
18	1	17	19	4	12	21.0526316				
19	1	18	30	4	16	13.3333333				
20	1	19	9	0	11	0				
21	1	20	10	0	9	0				
22	2	1	18	1	18	5.55555556				
23	2	2	22	2	17	9.09090909				
24	2	3	57	0	18	0				
25	2	4	30	4	13	13.3333333				
26	2	5	21	2	20	9.52380952				
27	2	6	17	6	13	35.2941176				
28	2	7	16	0	17	0				
29	2	8	14	0	15	0				
30	2	9	18	2	19	11.1111111				
31	2	10	14	2	19	14.2857143				
32	2	11	31	2	15	6.4516129				
33	2	12	21	0	20	0				
34	2	13	19	3	16	15.7894737				
35	2	14	18	1	14	5.55555556				
36	2	15	31	0	12	0				
37	2	16	18	0	10	0				
38	2	17	21	13	20	61.9047619				
39	2	18	16	2	16	12.5				
40	2	19	16	2	18	12.5				
41	2	20	20	1	20	5				

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA 1
	INCIDENCIA (%)
T1	12.53
T2	10.89

\*los datos son promedio por tratamiento

Figura 17. Lectura 1, ingreso de los datos de la primera fecha de evaluación.

En la figura 17, “Lectura 1”, se deben ingresar las variables número de hojas totales, número de hojas enfermas y número de entrenudos. Para esto se marca una bandola por planta y se realizan lecturas de la misma planta y de la misma bandola. Al ingresar las variables, automáticamente el programa calculará el porcentaje de incidencia tanto por planta (columna F) así como también un cuadro resumen de incidencia por tratamiento de dicha lectura o toma de datos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Tratamiento	Planta	#Hojas Anterior	#Hojas totales	%Crecimiento foliar	#Hojas enfermas	% Incidencia	%Control	#Entrenudos	%Crecimiento						
1	1	1	26	20	-23.07692308	5	25	-550.00	23	21.05263158					
2	1	2	21	9	-57.14285714	0	0	100.00	24	-45.45454545					
3	1	3	31	8	-74.19354839	3	37.5	-481.25	12	-72.72727273					
4	1	4	12	16	33.33333333	4	25	-200.00	14	0					
5	1	5	17	12	-29.41176471	7	58.33333	-147.32	13	-23.52941176					
6	1	6	27	16	-40.74074074	5	31.25	-20.54	11	-65.625					
7	1	7	19	25	31.57894737	11	44	-736.00	17	21.42857143					
8	1	8	6	13	116.6666667	3	23.07632	53.85	13	-7.142857143					
9	1	9	60	30	-50	11	36.66667	-266.67	17	-54.05405405					
10	1	10	20	24	20	7	29.86667	17	13.33333333						
11	1	11	14	28	85.71428571	10	38.46154	15	8.333333333						
12	1	12	20	10	-50	2	20	14	16.66666667						
13	1	13	19	15	-21.05263158	6	40	-280.00	13	8.333333333					
14	1	14	16	11	-31.25	4	36.36364	10	-41.17647059						
15	1	15	18	25	38.88888889	0	0	100.00	11	-26.66666667					
16	1	16	26	19	-26.3207632	11	57.89474	-150.88	14	-17.64705882					
17	1	17	19	15	-21.05263158	9	60	-165.00	20	66.66666667					
18	1	18	30	21	-30	13	61.90476	-364.29	17	8.25					
19	1	19	3	12	33.33333333	6	50	14	27.27272727						
20	1	20	10	16	60	7	43.75	9	0						
21	1	1	18	14	-22.22222222	4	28.57143	-414.29	22	22.22222222					
22	2	2	22	16	-27.27272727	7	43.75	-381.25	16	-5.882352941					
23	2	3	57	62	8.771929825	6	9.677419	18	0						
24	2	4	30	34	13.33333333	6	17.64706	-32.35	16	23.07692308					
25	2	5	21	16	-23.80952381	8	50	-425.00	22	10					
26	2	6	17	11	-35.29411765	4	36.36364	-3.03	16	23.07692308					
27	2	7	16	15	-6.25	7	46.66667	13	11.76470588						
28	2	8	14	13	-7.142857143	4	30.76923	16	6.666666667						
29	2	9	18	17	-5.555555556	10	58.82353	-429.41	22	15.78947368					
30	2	10	14	13	-7.142857143	6	46.15385	-223.08	22	15.78947368					
31	2	11	31	44	41.93548387	8	18.18182	-181.82	16	20					
32	2	12	21	31	47.61904762	2	6.451615	20	0						
33	2	13	19	31	63.15789474	7	22.58065	-43.01	19	18.75					
34	2	14	18	19	5.555555556	4	21.05263	-278.35	17	21.42857143					
35	2	15	31	27	-12.90322581	2	7.407407	15	25						
36	2	16	18	21	16.66666667	3	14.28571	12	20						
37	2	17	21	24	14.28571429	5	20.83333	66.35	21	5					
38	2	18	16	13	-18.75	5	38.46154	-207.69	18	12.5					
39	2	19	16	8	-50	4	50	-300.00	16	0					
40	2	20	20	22	10	6	27.27273	-445.45	19	-5					

RESUMEN LECTURA 2			
TRATAMIENTO	INCIDENCIA (%)	CRECIMIENTO (%)	DEFOLIACION (%)
T1	35.91841317	-8.23430368	-1.768435341
T2	29.74751224	12.00913034	0.249126965

Ver datos por planta y por tratamiento

Figura 18. Lectura 2, ingreso de datos de la segunda fecha de evaluación.

En la figura 18, el segundo y posteriores ingresos de datos, se hacen comparaciones respecto a la lectura anterior, por ejemplo: el porcentaje de crecimiento foliar en la lectura 2, se calcula tomando el número de hojas de la lectura 2 comparado con el número de hojas totales de la lectura 1, de igual manera, el control de la incidencia se calcula en base a la incidencia actual comparado con la incidencia anterior, y, el porcentaje de crecimiento por bandola se calcula en base al número de entrenudos en la lectura actual, comparado con el número de entrenudos en la lectura anterior. El cuadro resumen por lectura, nos muestra el porcentaje de incidencia, porcentaje de crecimiento por bandola, porcentaje crecimiento foliar y porcentaje de control de la incidencia por tratamiento evaluado. Así mismo en el resumen, la incidencia nos muestra un

circulo de color que indica si es necesario o no (inciso 3.5.2, Análisis de la incidencia) la aplicación de productos para controlar enfermedades.

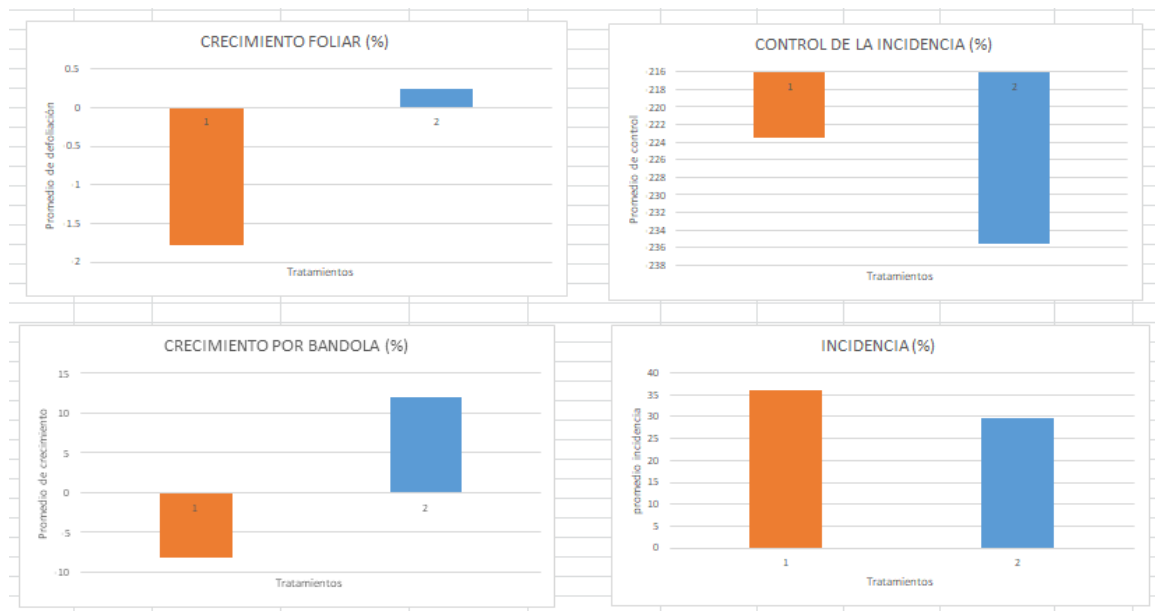
Al finalizar cada lectura, se muestra un cuadro de color amarillo (figura 19), en el cual se observa una prueba de T student con un comparador entre ambos tratamientos para las variables evaluadas. Se debe tomar en cuenta que los tratamientos siempre serán los productos de la empresa Stockton S.A., contra el producto que la finca utiliza comercialmente.

43	<b>Comparación entre tratamientos 1 y 2</b>	
44	Prueba de T, Tratamiento 1 vrs. Tratamiento 2	
45	Defoliacion	0.8771858 NO existe diferencia significativa entre tratamientos
46	Control	0.9550418 NO existe diferencia significativa entre tratamientos
47	Crecimiento	0.0254743 SI existe diferencia significativa entre tratamientos
48	Incidencia	

**Figura 19. Prueba de T student para comparaciones entre tratamientos.**

El comparador de la prueba de T será con nivel de significancia igual a 5 %, es decir que, si el valor de la prueba de T es mayor al 5 %, no existen diferencias estadísticamente significativas, y si es menor al 5 %, si existen diferencias estadísticamente significativas.

Posterior al cuadro de la prueba de T, se muestran las gráficas por cada variable calculada, comparando los tratamientos (figura 20).



**Figura 20. Gráficas comparadoras de variables entre tratamientos.**

En la gráfica de crecimiento foliar, los datos positivos indican un aumento en el número de hojas por bandola, mientras que un porcentaje negativo indica que la planta sufrió defoliación. En la gráfica de control de la incidencia, al aparecer datos negativos, indica que la incidencia tuvo un aumento en la lectura actual comparado con la lectura de incidencia anterior, al mostrarse valores positivos indican un control en la incidencia de la enfermedad. En la gráfica de crecimiento por bandola, un dato positivo indica que, como sería de esperar, la bandola aumento su longitud en la lectura actual comparado con la lectura anterior, si se muestra un dato negativo se interpreta que la bandola sufrió algún tipo de daño ya sean ocasionados por los mismos aplicadores, daños causados por insectos o bien daños ocasionados por enfermedades que causan necrosis. En la gráfica de incidencia, siempre se visualizarán valores positivos o nulos, lo cual significa que ninguna o más de una hoja están enfermas.

Al finalizar el ingreso de las lecturas, se muestra una pestaña de resumen (figura 21), en la cual se agrupan los datos de los resúmenes por lectura en una tabla y se grafican para evaluar su comportamiento en el tiempo.



Figura 21. Evaluación de las variables en los distintos momentos de tomas de datos.

### 3.5.3 Elaboración de informe que muestra resultados.

De los datos recabados en las actividades anteriores, se procede a realizar un informe que muestre los resultados de la evaluación a través del tiempo.

#### 3.5.3.1 Resultados

A continuación, se presentan los resultados sobre las variables medidas durante la evaluación realizada en la finca Pampojilá, en el cultivo de café (inciso 3.4.1.3).

##### A. Incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*)

A continuación, en los cuadros 31, 32 y 33, se muestra el promedio del comportamiento de la incidencia de roya por cada lectura. El tratamiento 1 es el producto aplicado por la empresa Stockton S.A., y el tratamiento 2 es el testigo relativo aplicado por la finca.

**Cuadro 31. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 1**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA 1
	INCIDENCIA (%)
T1	12.53
T2	10.89

La primera toma de datos (25/04/2016), se realizó al momento de montar el ensayo en la finca, momentos antes de la primera aplicación de los productos a evaluar.

**Cuadro 32. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 2**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA 2
	INCIDENCIA (%)
T1	35.92
T2	29.75

La segunda toma de datos (24/05/2016), se realizó momentos antes de la segunda aplicación, y se observa un aumento en la incidencia en ambos tratamientos, teniendo mayor incidencia el tratamiento aplicado con el producto de la empresa Stockton S.A.

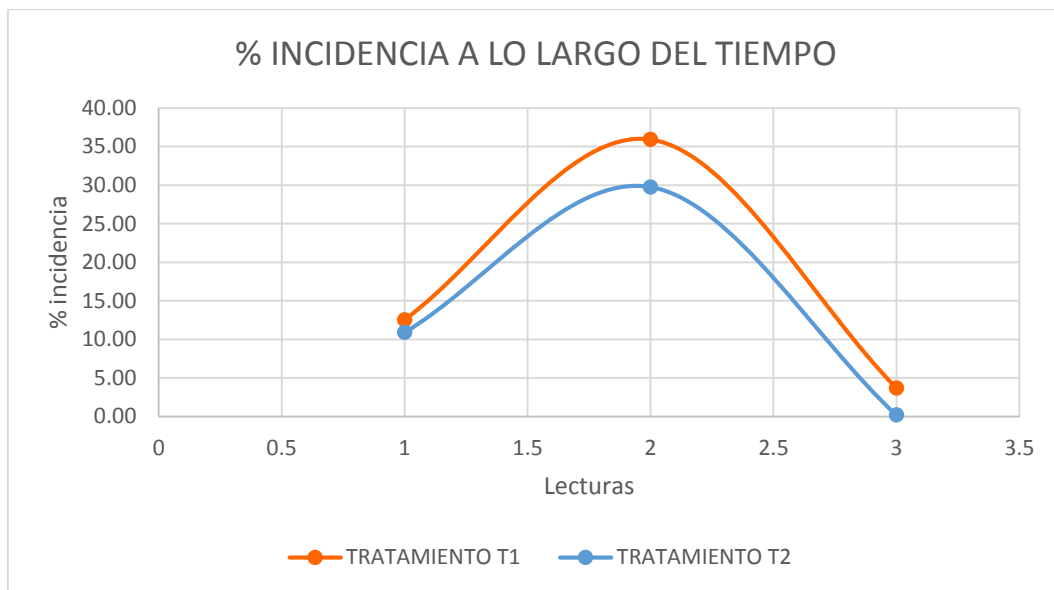
**Cuadro 33. Promedio del porcentaje de incidencia en la lectura 3**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA 3
	INCIDENCIA (%)
T1	3.69
T2	0.19



La tercera toma de datos (05/07/2016), se realizó previo a la tercera aplicación de los tratamientos, y se observa una gran disminución en ambos tratamientos, es decir que ambos productos evaluados fueron efectivos en el control de la roya.

A través del tiempo acumulado (70 días), el comportamiento de la incidencia de roya fue variable, mismo que se muestra en la figura 22.



**Figura 22. Comportamiento de la incidencia de roya durante el tiempo de evaluación.**

En la segunda lectura a los 30 días luego de montado el ensayo, se ve un aumento de la incidencia debido a que las condiciones durante el mes de mayo fueron favorables para la enfermedad, con una temperatura media de 26 °C, una humedad relativa media de 80 % y una precipitación media de 4 milímetros, sin embargo, se nota que a la tercera lectura (70 días) nuevamente disminuyen las incidencias debido a la aplicación de los tratamientos a cada parcela.

## B. Control de roya

A continuación, en los cuadros 34 y 36, se muestra el comportamiento de control de roya en cada lectura. Debido a la forma en que este porcentaje de control se calculó, en la primera lectura no existen datos de dicho porcentaje.

**Cuadro 34. Promedio del porcentaje de control en la segunda lectura.**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA
	CONTROL (%)
T1	-223.48
T2	-235.64

Comparado con la lectura anterior, los resultados que se muestran en este inciso, nos indican que no hubo control con ninguno de los dos tratamientos elevándose así los porcentajes de incidencia de roya a más del doble de la lectura inicial.

**Cuadro 35. Prueba de T para el porcentaje de control en la segunda lectura**

Control	0.95504182	NO existe diferencia significativa entre tratamientos
---------	------------	---

Según la prueba de T student (cuadro 35), en la lectura 2, con una significancia de 5 %, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir ambos presentan los mismos resultados.

**Cuadro 36. Promedio del porcentaje de control en la tercera lectura**

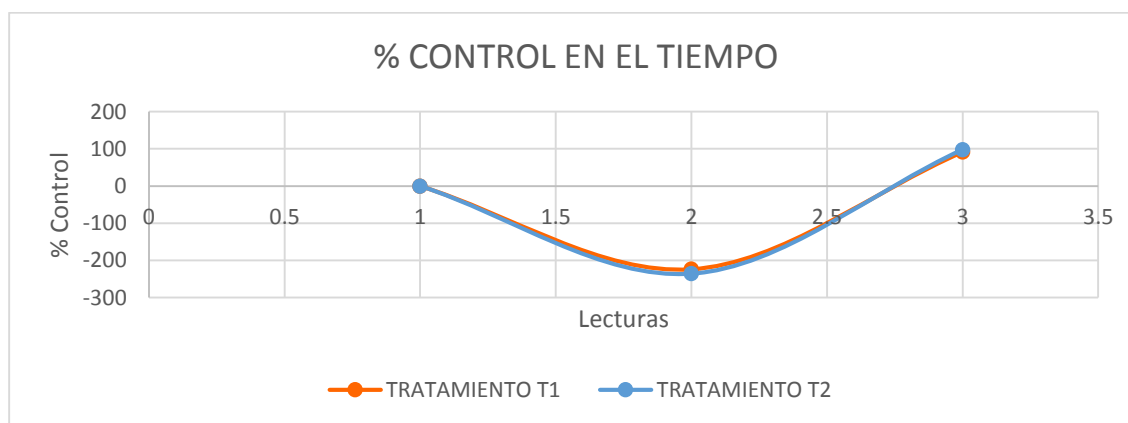
TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA
	CONTROL (%)
T1	91.52
T2	98.09

Con respecto a la lectura 2, podemos observar que en la lectura 3, existió un control de roya por ambos tratamientos aplicados.

**Cuadro 37. Prueba de T para el porcentaje de control en la tercera lectura**

Control	0.16161842	NO existe diferencia significativa entre tratamientos
---------	------------	---

Según la prueba de T student, (cuadro 37), en la lectura 3, con una significancia de 5 %, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir ambos presentan los mismos resultados.

**Figura 23. Comportamiento del control de roya en el tiempo.**

En la segunda lectura a los 30 días luego de montado el ensayo, se ve una disminución drástica del porcentaje de control, debido a que la incidencia aumento a más del doble en la lectura 2 comparado con la lectura 1. Sin embargo, se nota que a la tercera lectura (a los 70 días) aumenta

el porcentaje de control ya que disminuye la incidencia de roya debido a la aplicación de los tratamientos a cada parcela.

### C. Crecimiento foliar

A continuación, en los cuadros 38 y 40, se muestra el comportamiento del porcentaje de crecimiento foliar en cada lectura. Debido a la forma en que este porcentaje de crecimiento foliar se calculó (inciso 3.4.1.3, apartado B), en la primera lectura no existen datos de dicho porcentaje.

**Cuadro 38. Media de los porcentajes de crecimiento foliar en la segunda lectura.**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA
	CRECIMIENTO FOLIAR (%)
T1	-1.77
T2	0.25

Comparado con la lectura anterior, los resultados que se muestran en este inciso nos indican que el tratamiento 1 presentó defoliación (valor negativo), mientras que el tratamiento 2 presentó un crecimiento foliar.

**Cuadro 39. Prueba de T para el porcentaje de crecimiento foliar en la segunda lectura.**

Defoliación	0.87718576	NO existe diferencia significativa entre tratamientos
-------------	------------	---

Según la prueba de T student, (cuadro 39), en la lectura 2, con una significancia de 5 %, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que, aunque uno presente defoliación y el otro crecimiento foliar, estadísticamente ambos son iguales.

**Cuadro 40. Promedio del porcentaje de crecimiento foliar en la tercera lectura.**

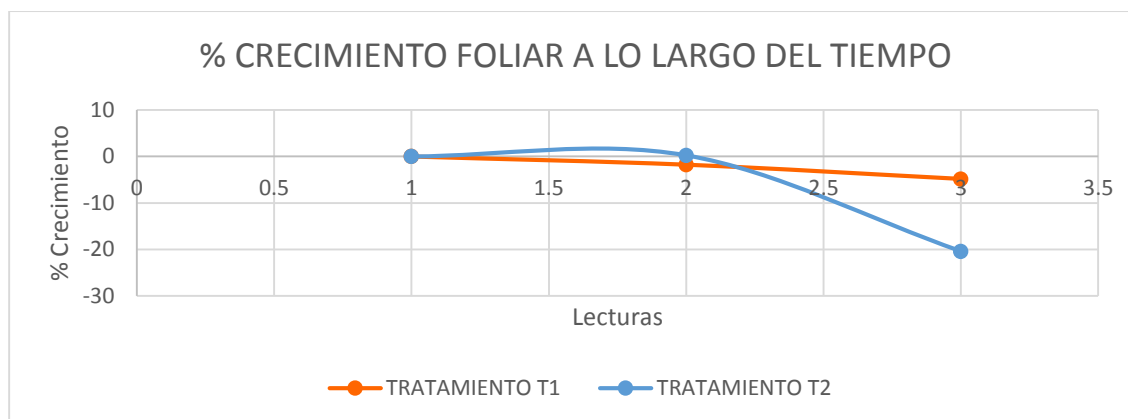
TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA
	CRECIMIENTO FOLIAR (%)
T1	-4.83
T2	-20.41

Comparado con la lectura anterior, los resultados que se muestran el cuadro 40, nos indican que, ambos tratamientos presentaron defoliación (valores negativos), siendo menor la defoliación presentada en el tratamiento 1.

**Cuadro 41. Prueba de T para el porcentaje de crecimiento foliar en la tercera lectura.**

Defoliación	0.25781374	NO existe diferencia significativa entre tratamientos
-------------	------------	---

Según la prueba de T student, (cuadro 41), en la lectura 3, con una significancia de 5 %, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que, aunque el tratamiento 1 presente menor defoliación que el tratamiento 2, estadísticamente ambos son iguales.

**Figura 24. Comportamiento de la defoliación a lo largo del tiempo.**

En la segunda lectura a los 30 días luego de montado el ensayo, se ve que el porcentaje de crecimiento foliar se mantiene casi constante comparado con la lectura 1. Sin embargo, se nota que a la tercera lectura (70 días) disminuye el % de crecimiento foliar en ambos tratamientos, es decir que ambos presentaron defoliación de las bandolas siendo menor la defoliación en el tratamiento 1.

#### D. Crecimiento de las bandolas

A continuación, en los cuadros 42 y 44, se muestra el comportamiento del crecimiento de las bandolas por cada lectura, resaltando que debido a la forma en que se calculó (inciso 3.4.1.3, apartado B), en la primera lectura no existen datos de crecimiento.

**Cuadro 42. Promedio del porcentaje de crecimiento de las bandolas en la segunda lectura**

TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA
	CRECIMIENTO DE BANDOLA (%)
T1	-8.23
T2	12.01

Comparado con la lectura anterior, los resultados que se muestran el cuadro 42, nos indican que las bandolas del tratamiento 1, sufrieron algún tipo de daño descrito anteriormente en el apartado 3.5.2, es por esto el valor negativo, mientras que el tratamiento 2 tuvo un crecimiento por bandolas de un 12 %.

**Cuadro 43. Prueba de T para el crecimiento de las bandolas en la segunda lectura**

Crecimiento	0.0254743	Si existe diferencia significativa entre tratamientos
-------------	-----------	---

Según la prueba de T student, (cuadro 43), en la lectura 2, con una significancia de 5 %, si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que, por ser únicamente 2 tratamientos evaluados, el mejor tratamiento para esta variable, es el T2, ya que es el que presenta crecimiento de las bandolas.

**Cuadro 44. Promedio del porcentaje de crecimiento de bandolas tercera lectura**

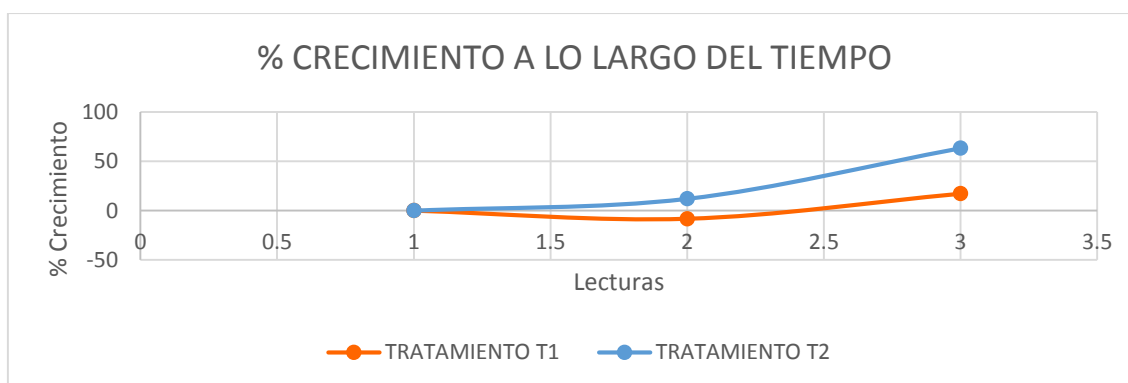
TRATAMIENTO	RESUMEN LECTURA 3
	CRECIMIENTO (%)
T1	35.92
T2	66.08

Los resultados mostrados en el cuadro 44, nos indican que en la lectura 3, comparado con la lectura 2, ambos tratamientos presentaron un crecimiento de bandolas, siendo mayor el crecimiento en el tratamiento 2.

**Cuadro 45. Prueba de T para el crecimiento de bandolas en la tercera lectura**

Crecimiento	0.44183351	NO existe diferencia significativa entre tratamientos
-------------	------------	---

Según la prueba de T student, (cuadro 45), en la lectura 3, con una significancia de 5 %, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que, aunque el tratamiento 2 presente mayor crecimiento por bandolas que el tratamiento 1, estadísticamente ambos son iguales.

**Figura 25. Comportamiento del porcentaje de crecimiento de las bandolas a lo largo del tiempo.**

En la segunda lectura a los 30 días luego de montado el ensayo, se ve que el porcentaje de crecimiento por bandolas en el tratamiento 2 aumenta, mientras que el tratamiento 1, sufre una disminución por factores adversos a la planta. Sin embargo, se nota que a la tercera lectura (70 días) dicho porcentaje aumenta en ambos tratamientos, siendo mayor el crecimiento en el tratamiento 2.



### 3.6 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

1. Alvarado, E. 2006. Evaluación de fungicidas biológicos para el control postcosecha de la pudrición de corona y pedúnculo en piña (*Ananas comosus* (L) Merr). Costa Rica, Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. p. 19-20.
2. BANGUAT (Banco de Guatemala, Guatemala). 2013. Producción de piña en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 28 mar. 2016. Disponible en <http://www.dequate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-pina-en-guatemala.shtml#.VvmDmOzhAcy>
3. COEX (Comercial Exportadora, El Salvador). 2016. Así se cata un buen café (en línea). El Salvador. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en: <http://www.grupocoex.com/asi-se-cata-un-buen-cafe--3>
4. CRCC (Centre de Reserchesur la Conservarion des Collections, Francia. 2013. Fungal contaminants of cultural heritage. Mycota1:7-8. Consultado 11 mar. 2016. Disponible en <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/specie.php?idE=108#ancre11>
5. EOL, Encyclopedia of Life. s.f. *Penicillium funiculosum* (en línea). Consultado 25 ene. 2016. Disponible en: <http://eol.org/pages/16374/overview>
6. FRAC (Fungicide Resistance Action Committee, US). 2016. Mode of action of fungicides (en línea). Consultado 17 ago. 2016. Disponible en <http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2016.pdf?sfvrsn=2>
7. García, M; Nicxon, N. 2013. Cómo medir el nivel de daño de una enfermedad en las plantas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas. 60 p.
8. Geesink Arango, H. 1996. Caracterización de las propiedades físicas de la piña (*Ananas comosus*) de la variedad Dorada Extra Dulce y su relación con el daño mecánico. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería. 83 p.
9. Gerencie. 2015. Diferencias entre eficiencia y eficacia (en línea). Consultado 15 mar. 2016. Disponible en <http://www.gerencie.com/diferencias-entre-eficiencia-y-eficacia.html>
10. Geo View Info, USA. 2016. Finca los Andes, Suchitepequez, Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en: [http://gt.geoview.info/finca\\_los\\_andes,3593228](http://gt.geoview.info/finca_los_andes,3593228)
11. Global G.A.P.. 2016. Colocando la inocuidad alimentaria y la sostenibilidad en el mapa (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en <http://www.globalgap.org/es/who-we-are/about-us/>
12. GoogleMaps. 2016. Finca Pampojilá, San Lucas Tolimán, Sololá, Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en: <http://mapasamerica.dices.net/guatemala/mapa.php?nombre=Finca-Pampojila&id=13256>

13. Hasan, HA. 1994. Production of hormones by fungi. *Acta Microbiol. Pol.* 43(3-4):327-333.
14. LIDAG. 2013. Servicios agronómicos LIDAG (en línea). Consultado 28 mar. 2016. Disponible en <http://www.lidag.com/servicios/pruebasdeefectividad>
15. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica, MAG, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. 55 p.
16. Martínez González, E; Barrios Sanromá, G; Rovesti, L; Santos Palma, R. 2006. Manejo integrado de plagas: manual práctico. Cuba, Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). 125 p.
17. Martínez, S. 2012. Propiedades del árbol de té (*Melaleuca alternifolia*) (en línea). Consultado 28 mar. 2016. Disponible en <http://www.saludesencial.org/blog/propiedades-del-arbol-de-te-melaleuca-alternifolia/>
18. Matías, C. 2012. Enfermedad de la piña en la caña de azúcar (en línea). Brasil, Instituto Biológico. Disponible en [http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=175](http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=175)
19. Montero Calderón, M; Cerdas Araya, M. 2005. Guías técnicas del manejo poscosecha para el mercado fresco piña (*Ananas comosus*). Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 120 p.
20. Paull, RE; Rohrbach, KG. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 110:14-23.
21. Popoyán, Guatemala. 2015. Historia: una empresa globalizada (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en <http://www.popoyan.com/index.php/descubre-popoyan>
22. Rohrbach, K. 1994. Perspectives on pineapple fresh fruit production, handling and marketing. *In* Taller regional de manejo poscosecha de productos de interés para el trópico. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, CATIE, Laboratorio de Tecnología Postcosecha. 95p.
23. Sevastianos, J; Gonzales, V. 1999. Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de hongos termófilos y termolátentes. México, Universidad de Guadalajara, Departamento de ingeniería química. 166p.
24. SIOVM (Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados, México). 2005. Proyecto GEF-CIBIOGEM de bioseguridad. México. 2 p.
25. SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana, Guatemala). 2004. Resolución 118-2004 (Consejo de Ministerios de Integración Económica (COMIECO)) (en línea). Guatemala. Consultado 16 abr. 2016. Disponible en [http://mineco.gob.gt/sites/default/files/pdfs/res\\_118-2004\\_insumos\\_agropecuarios\\_agroquimicos.pdf](http://mineco.gob.gt/sites/default/files/pdfs/res_118-2004_insumos_agropecuarios_agroquimicos.pdf)
26. Stockton, Guatemala. 2013. About STK (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en: <http://www.stockton-ag.com/contact-us/stk-worldwide/guatemala/>

27. Técnicoagrícola, Guatemala. 2011. El encerado de los frutos cítricos (en línea). Guatemala. Consultado 17 jun. 2017. Disponible en: <http://www.tecnicoagricola.es/el-encerado-de-los-frutos-citricos/>