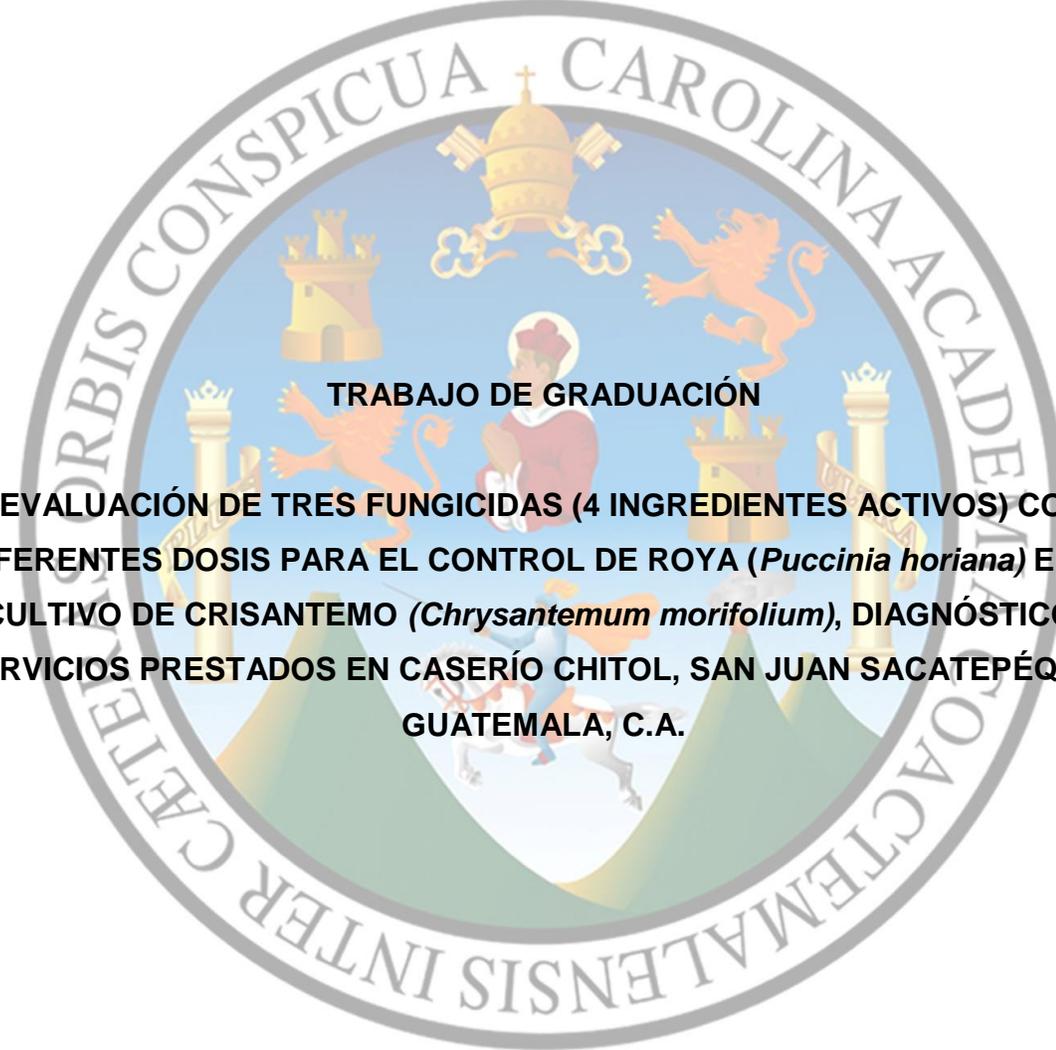


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, likely the Virgin Mary, seated on a white horse. Above her is a golden crown with a cross on top. The seal is surrounded by a blue border with the Latin motto "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA GUATEMALENSIS INTER CAETERA".

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES FUNGICIDAS (4 INGREDIENTES ACTIVOS) CON  
DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Puccinia horiana*) EN EL  
CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum morifolium*), DIAGNÓSTICO Y  
SERVICIOS PRESTADOS EN CASERÍO CHITOL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,  
GUATEMALA, C.A.**

**JULIA MARÍA JOSÉ CASTELLANOS LÓPEZ**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES FUNGICIDAS (4 INGREDIENTES ACTIVOS) CON DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Puccinia horiana*) EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum morifolium*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN CASERÍO CHITOL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

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

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA**

**POR**

**JULIA MARÍA JOSÉ CASTELLANOS LOPEZ**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING M.Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MA. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Electrica. Carlos Waldemar León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

Guatemala, febrero de 2019

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

Honorable 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:

**EVALUACIÓN DE TRES FUNGICIDAS (4 INGREDIENTES ACTIVOS) CON DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Puccinia horiana*) EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum morifolium*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN CASERÍO CHITOL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado de académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**JULIA MARÍA JOSÉ CASTELLANOS LÓPEZ**

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por ser el pilar de mi vida, la luz que me guía en cada paso, porque sin TI no soy nada y CONTIGO lo soy todo.

### **A MIS PADRES**

Ramón Francisco Castellanos Matus y Maritza Elizabeth López Hoil, por su apoyo incondicional, por darme la vida y ese gran amor, confianza y esfuerzo en todo momento de mi vida, son un ejemplo a seguir, gracias por enseñarme a ser una persona de bien, este triunfo es dedicado a ustedes, los amo.

### **A MIS HERMANOS**

Francisco Fernando y Jorge Estuardo, gracias por su apoyo y por esa unión tan fuerte, que este triunfo sea una motivación para cumplir sus metas, nunca se detengan, a Christian Daniel (Q.E.P.D.), hermanito en donde quiera que estés te extrañamos mucho, gracias por hacernos feliz en tan poco tiempo.

### **A MIS ABUELAS**

Carlota Matus Baldizón y Aurora Hoil Méndez, por sus consejos y enseñanzas, las amo.

### **A MIS TIOS**

Silvia Hoil y Carlos Wohlers, por ser mis segundos padres, gracias por aconsejarme, guiarme y estar en las buenas y malas, forman parte muy importante de mi vida.

Diego Castellanos, Blanca Castellanos y Federico Zetina, gracias tíos por su gran cariño.

## **A MIS PRIMOS**

Carlos, Hugo y Christian Wohlers Hoil, por ser más que mis primos, los considero mis hermanos, que este triunfo les sirva de motivación e inspiración para cumplir cada una de sus metas propuestas.

Diego José, Diego Francisco, Dulce María, Wendy, Gerardo y Federico, gracias por su cariño.

## **A MIS PADRINOS DE BAUTIZO**

Edgar Chigüela y Adalgisa Trujillo, por ser un ejemplo de vida, por guiarme y por tanto amor y cariño brindado, los quiero mucho.

## **A MI CUÑADA**

Karla López, gracias por llegar a la familia a brindarnos esa armonía y felicidad, eres una hermana para mí.

## **A MIS AMIGOS**

Lys Castellanos, Teresita Oliva, María Cano, Margarita Luna, Jackeline Castillo, Azucena Morales, porque desde temprana edad me han demostrado su valiosa amistad estando en todos los momentos de mi vida.

Cintya Sánchez, Angelita Montejo, Sol del Cid, Andrea Santizo, Eliseo Albanez, José Pablo Veliz, Ivan del Cid, Moises Carías, Mario Aroche, Jacobo Ruano, José Castillo, Juan Marroquín, Jonathan Polanco, Estuardo Quiñónez, Rocío Cubur, Debby Escobar, Claudia Cúterez, Carlos Tum, Adeldo Montejo, Francisco Pec, Willy Tut, María Paula, Andrea Mirón, Christian Villatoro, Víctor Reyes, Roberto Arenales, Marvin Sican, por tantas experiencias compartidas, porque han estado en muchos momentos vividos demostrando su gran cariño

y amistad incondicional, saliendo adelante y animándonos cada día para ser mejor, muchas gracias por tanta felicidad que me brindan siempre, los quiero y aprecio con todo el corazón.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

### **A DIOS:**

Por darme la sabiduría en mi vida.

### **A GUATEMALA**

Mi Patria, el país de la eterna primavera.

### **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Mi casa de estudio, Alma Mater.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por los conocimientos y formación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **MI CASA DE ESTUDIOS**

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

### **CORPORACIÓN PROMOAGRO**

Por brindarme la confianza y abrirme sus puertas para realizar las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado, proporcionándome las facilidades para el desarrollo del mismo, creando una experiencia para mi desarrollo personal y profesional.

A los Ingenieros Agrónomos, Sergio Lima, Víctor Hernández, Orestes Cerna, Fernando Alvarado y Saúl López por sus consejos, confianza y gran amistad brindada.

### **MI ASESOR**

Ing. Agr. Álvaro Hernández, por su tiempo, dedicación, esfuerzo y apoyo en cada asesoría.

### **MI SUPERVISOR**

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por su tiempo, sus consejos y apoyo en cada visita y asesoría realizada.

### **ING. AGR. MANUEL MARTÍNEZ OVALLE**

Por guiarme profesional y personalmente, apoyarme y brindarme su gran amistad, gracias por sus consejos en todo momento, un cariño muy especial.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
RESUMEN .....	x

### CAPÍTULO I

#### **DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, C.A**

1.1. PRESENTACIÓN.....	1
1.2. Marco Referencial .....	2
1.2.1. Ubicación geográfica de San Juan Sacatepéquez.....	2
1.2.2. Suelos y clima .....	3
1.2.3. Agricultura de San Juan Sacatepéquez.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. METODOLOGÍA .....	6
1.4.1. Fase de gabinete .....	6
1.4.2. Fase de campo.....	7
1.4.3. Fase de gabinete final .....	7
1.5. RESULTADOS.....	8
1.5.1. Determinación de las actividades económicas principales del municipio de San Juan Sacatepéquez .....	8

**Página**

1.5.1. Detectar los principales problemas que inducen de forma directa e indirecta en la reducción de la producción de los cultivos de rosa y crisantemo en las comunidades de San Juan Sacatepéquez .....	8
1.6. CONCLUSIONES .....	11
1.7. BIBLIOGRAFÍA .....	12
1.8. ANEXO .....	13

**CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE TRES FUNGICIDAS (4 INGREDIENTES ACTIVOS) CON DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Puccinia horiana*) EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum morifolium*), CASERÍO CHITOL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

2.1. INTRODUCCIÓN .....	14
2.2. MARCO TEÓRICO .....	15
2.2.1. Marco Conceptual .....	15
2.3. Marco Referencial .....	33
2.3.1. Análisis estadístico .....	35
2.3.2. Análisis económico .....	37
2.4. OBJETIVOS .....	38
2.4.1. Objetivo General .....	38
2.4.2. Objetivos Específicos .....	38
2.5. HIPÓTESIS .....	38
2.6. METODOLOGÍA .....	39
2.6.1. Manejo del cultivo del crisantemo .....	39
2.6.3. Unidad experimental .....	43
2.6.4. Diseño experimental .....	43

	<b>Página</b>
2.6.5. Cosecha .....	44
2.6.6. Porcentaje de rechazo .....	45
2.6.8. Tasa marginal de retorno.....	47
2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
2.7.1. Determinación la incidencia y severidad de la enfermedad para cada tratamiento de la roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) .....	48
2.7.2. Análisis de regresión polinómica de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) de cada tratamiento .....	59
2.7.3. Análisis de severidad de la roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ).....	65
2.7.4. Conversión de porcentajes de severidad .....	66
2.7.5. Análisis estadístico de roya ( <i>Puccinia horiana</i> ) en el cultivo de crisantemo ...	69
2.7.6. Análisis económico .....	72
2.8. CONCLUSIONES .....	78
2.9. RECOMENDACIONES .....	79
2.10. BIBLIOGRAFÍAS .....	80
2.11. ANEXOS.....	83

### **CAPÍTULO III**

#### **ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum*) EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ Y ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN SAN RAYMUNDO DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN.....	90
3.2. SERVICIO 1. ASISTENCIA TECNICA PARA LOS AGRICULTORES DEL CULTIVO DE CRISANTEMO ( <i>Chrysanthemum</i> ), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.....	91

	<b>Página</b>
3.2.1. OBJETIVOS .....	91
3.2.2. METODOLOGÍA.....	91
3.2.3. RESULTADOS .....	93
3.2.4. EVALUACIÓN .....	96
3.3. SERVICIO 2. ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, SACATEPÉQUEZ. ....	97
3.3.1. OBJETIVOS .....	97
3.3.2. METODOLOGÍA.....	97
3.3.3. RESULTADOS .....	98
3.3.4. EVALUACIÓN .....	102
3.3.5. BIBLIOGRAFÍA.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa de San Juan Sacatepéquez, municipio de departamento de Guatemala ...	2
Figura 2. Ciclo de la roya blanca ( <i>Puccinia horiana</i> ) en Crisantemo.....	22
Figura 3. Espermogonio con espermacios e hifas receptoras .....	23
Figura 4. Uredios y uredosporas de <i>Puccinia</i> sp. ....	24
Figura 5. Telios y teliosporas de <i>Puccinia</i> sp. ....	24
Figura 6. Basidios y basidiosporas de <i>Puccinia</i> sp. ....	25
Figura 7. Mapa San Juan Sacatepéquez, Caserío Chitol .....	33
Figura 8. Distribución espacial del experimento de evaluación de tres fungicidas para el control de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), en San Juan Sacatepéquez. ....	44
Figura 9. Análisis de regresión polinómica del tratamiento uno (1)= Testigo, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	59
Figura 10. Análisis de regresión polinómica del tratamiento dos (2) = TRIFORINE 0.8 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	60
Figura 11. Análisis de regresión polinómica del tratamiento tres (3) = TRIFORINE 1.2 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	60
Figura 12. Análisis de regresión polinómica del tratamiento cuatro (4) = ISOPROTIOLANO 1.14 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	61
Figura 13. Análisis de regresión polinómica del tratamiento cinco (5) = ISOPROTIOLANO 1.72 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) .....	62
Figura 14. Análisis de regresión polinómica del tratamiento seis (6) = PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.16 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ).....	62

**Página**

Figura 15. Análisis de regresión lineal del tratamiento siete (7) = PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.24 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ).....	63
Figura 16. Gráfica de epidemiología con los datos de severidad, de la evaluación de la roya del Crisantemo.....	66
Figura 17. Comportamiento observado por repeticiones de la enfermedad de roya del cultivo de crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepequez.....	68
Figura 18A. Semillero del cultivo de crisantemo ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> ), San Juan Sacatepéquez .....	83
Figura 19A. Área de trabajo de la evaluación de roya ( <i>Puccinia horiana</i> ), del cultivo de crisantemo ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	83
Figura 20A. Aplicación de fungicidas en el área de trabajo de la evaluación de roya ( <i>Puccinia horiana</i> ), del cultivo de crisantemo ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> ), San Juan Sacatepéquez .....	84
Figura 21A. Delimitación del área trabajada de la evaluación de roya ( <i>Puccinia horiana</i> ), del cultivo de crisantemo ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	84
Figura 22A. Pustulas en hoja infectada de la enfermedad de roya en crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	85
Figura 23A. Categorías de severidad de la evaluación de roya en crisantemo, San Juan Sacatepéquez. ....	85
Figura 24. Capacitaciones a los agricultores de crisantemo de San Juan Sacatepéquez. ....	93
Figura 25. Parcelas demostrativas de San Juan Sacatepéquez.....	94
Figura 26. Parcelas demostrativas utilizando los productos de la empresa Promoagro S.A.....	99

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de rosas .....	9
Cuadro 2. Principales problemas que afectan en el cultivo del crisantemo. ....	10
Cuadro 3. Clasificación taxonómica .....	15
Cuadro 4. Clasificación taxonómica en roya de crisantemo .....	27
Cuadro 5. Propiedades fisicoquímicas del fungicida TRIFORINE .....	29
Cuadro 6. Propiedades toxicológicas del fungicida TRIFORINE .....	30
Cuadro 7. Propiedades fisicoquímicas del fungicida ISOPROTIOLANO .....	31
Cuadro 8. Propiedades toxicológicas del fungicida isoprotilano .....	31
Cuadro 9. Propiedades fisicoquímicas del fungicida PYRACLOSTROBIN + FLUXAPYROXAD.....	32
Cuadro 10. Descripción de los ingredientes activos de cada uno de los tratamientos evaluados, en el control de roya blanca de crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	39
Cuadro 11. Escalas de severidad para roya blanca del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	41
Cuadro 12. Datos tomados por muestreo de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	42
Cuadro 13. Rendimientos y porcentaje de rechazo de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	45
Cuadro 14. Porcentajes de incidencia de la evaluación de roya en el cultivo de crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	48
Cuadro 15. Transformación de datos de incidencia de la evaluación de roya en el cultivo de crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). ....	52
Cuadro 16. Datos de incidencia convertidos a valores logarítmicos de cada tratamiento de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), en San Juan Sacatepéquez.....	55
Cuadro 17. Resumen de R <sup>2</sup> , para medir la proporción total de la incidencia de la enfermedad de la roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) .....	64

**Página**

Cuadro 18. Muestreos realizados a los tratamientos para el análisis de severidad de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) .....	65
Cuadro 19. Área bajo la curva de la severidad, evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	67
Cuadro 20. Análisis de la Varianza (SC tipo I) con los datos de severidad, de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	69
Cuadro 21. Planteamiento de contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	70
Cuadro 22. Coeficientes de los contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	70
Cuadro 23. Resumen de Infostat de los contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	71
Cuadro 24. Costos variables, de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	73
Cuadro 25. Ingresos por comercialización de crisantemo de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	74
Cuadro 26 Beneficio neto por ha de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	74
Cuadro 27. Análisis de dominancia de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	76
Cuadro 28. Tasa marginal de retorno de la evaluación de la enfermedad de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ). .....	77
Cuadro 29A. Datos ordenados de la evaluación de la roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ) de los índices de severidad para introducirlos a INFOSTAT.....	86
Cuadro 30A. Análisis de varianza INFOSTAT, de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	87
Cuadro 31A. Ordenar las variables en INFOSTAT de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez.....	87

**Página**

Cuadro 32A. Ingreso de Contrastes Ortogonales de la evaluación de roya del crisantemo ( <i>Puccinia horiana</i> ), San Juan Sacatepéquez. ....	88
Cuadro 33. Productos utilizados por los agricultores en el programa de Promoagro S.A. ....	94
Cuadro 34. Productos utilizados por los agricultores en el programa de Promoagro S.A. ....	100

## RESUMEN

El presente documento hace referencia al Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA-, realizado en el período comprendido entre agosto 2015 a mayo 2016; dicho ejercicio fue desarrollado dentro de la empresa -PROMOAGRO S.A-. Se hace referencia en el Capítulo I sobre el diagnóstico realizado en la producción agrícola del municipio de San Juan Sacatepéquez, Departamento de Guatemala. El diagnóstico permitió conocer las principales causas de la reducción de la producción de los cultivos importantes del área, así como sus precios de venta, los principales canales de comercialización y las condiciones en las cuales se producen estos cultivos, también es de importancia conocer las características positivas que conllevan producir rosas y crisantemos, por lo cual fue necesario efectuar éste diagnóstico por medio de información primaria y secundaria de la región. Como cualquier cultivo el crisantemo presenta problemas agrícolas, a) malezas, b) falta de nutrición, c) falta de planes de manejo de productos químicos, d) plagas de ácaros e insectos, y enfermedades

San Juan Sacatepéquez, es un municipio del departamento de Guatemala dedicado en un 40% a la agricultura principalmente de rosa y crisantemo, es por ello que PROMOAGRO S.A. tiene interés de interactuar entre la empresa y el agricultor para un mejor resultado en cuanto al manejo de los cultivos, resolviendo los problemas con los productos de la empresa.

Guatemala posee una alta diversidad biológica y forma parte de una región considerada como uno de los ocho centros de origen de la biodiversidad del planeta, siendo la flor de crisantemo una de las principales fuentes de ingreso para los habitantes de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, que viene como una práctica agrícola económica de generación en generación desde hace más de 200 años.

Como parte de Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, por lo que se realizó una investigación de tres fungicidas fungicidas (4 ingredientes activos con diferentes dosis para el control de roya blanca (*Puccinia horiana*), midiendo la variable de incidencia y severidad

a través del tiempo, observando el efecto que ocasionó en las plantas de crisantemo enfermas determinando cuál de los productos presentó mejores resultados para el control.

Esta investigación se evalúa en el área de producción de los agricultores del caserío Chitol, San Juan Sacatepéquez, Guatemala por medio de un diseño experimental de bloques al azar, presentando mayor rendimiento y manteniendo un alto control en la enfermedad de roya del crisantemo el ingrediente Isoprotiolano en su dosis alta, presentando diferencia estadística significativa comparándolo con los otros productos en sus diferentes dosis. Con este tratamiento, también se obtuvo una tasa marginal de retorno de 21,023 %.

Los servicios se realizaron en dos municipios del departamento de Guatemala, localizados estos en el área del Altiplano I, San Juan y San Raymundo, Sacatepéquez, con el apoyo económico de la empresa PROMOAGRO, S.A. realizando capacitaciones y asesoría técnica a los productores de San Juan Sacatepéquez en el cultivo de crisantemo y San Raymundo con el cultivo de tomate y como resultados obtenidos de los servicios fue brindarles a los productores de la zona un programa con los productos de PROMOAGRO, para sus cultivos.



**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, C.A**

## 1.1. PRESENTACIÓN

La empresa PROMOAGRÓ S.A. tiene 23 años de trabajo, esfuerzo y dedicación por la agricultura, con pasión, es una empresa nacida en Guatemala, joven y moderna dedicada a proveer a los agricultores, fungicidas, insecticidas, herbicidas, fertilizantes y equipo para la producción de cultivos, tiene sedes en distintas partes del país con productos de interés en cada una, así mismo a nivel centroamericano.

La actividad principal de PROMOAGRO S.A. es proveer soluciones para los agricultores en armonía con la salud, para mejorar su productividad, trabajando con tecnología de vanguardia con el respaldo de proveedores de renombre mundial, estando en coherencia con el medio ambiente y cuidando el manejo seguro de los productos.

San Juan Sacatepéquez, es un municipio del departamento de Guatemala dedicado en un 40 % a la agricultura principalmente de rosa y crisantemo, es por ello que PROMOAGRO S.A. tiene interés en trabajar con dicho lugar, interactuando entre la empresa y el agricultor para un mejor resultado en cuanto al manejo de los cultivos, resolviendo los problemas con los productos de la empresa. Por lo tanto, fue necesario realizar un diagnóstico de las comunidades del municipio para evaluar las condiciones actuales en las que se encuentra en aspectos del manejo agronómico de los cultivos.

En el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, un alto porcentaje de ingresos provienen de la agricultura, especialmente rosas y crisantemos, sin embargo, existen problemas que afectan dichos cultivos, por lo que se realizó un diagnóstico para los agricultores designados por la empresa PROMOAGRO S.A. en dicho lugar.

El diagnóstico permitió conocer las principales causas de la reducción de la producción de los cultivos importantes del área, así como sus precios de venta, los principales canales de comercialización y las condiciones en las cuales se producen estos cultivos, también es de importancia conocer las características positivas que con llevan producir rosas y crisantemos, por lo cual fue necesario efectuar éste diagnóstico por medio de información primaria y secundaria de la región.

## 1.2. Marco referencial

### 1.2.1. Ubicación geográfica de San Juan Sacatepéquez

El municipio de San Juan Sacatepéquez se encuentra ubicado a 32 km de distancia de la ciudad capital, teniendo como límites el municipio de San Juan Sacatepéquez al Norte, con Granados Baja Verapaz; al Sur, con San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala; al Este con San Raymundo, San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala; al Oeste, con San Martín Jilotepeque, el Tejar Chimaltenango y San Domingo Xenacoj del departamento de Sacatepéquez. El municipio tiene una extensión territorial de 242 km<sup>2</sup> a una altura de 1.845 m s.n.m, con un clima de condiciones templadas, frías y cálidas; figura 1.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 1. Mapa de San Juan Sacatepéquez, municipio de departamento de Guatemala

## **1.2.2. Suelos y clima**

### **A. Suelo**

El suelo pertenece a la serie de suelos Cauque, que son profundos, bien drenados, desarrollados en climas húmedo-secos, sobre cenizas volcánicas pomáceas firmes y gruesas, con relieves ondulados a mediana altitud (Betancourt, 2003).

### **B. Topografía**

Su topografía es irregular, bastante montañosa y quebrada, presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas, que van de regiones fértiles hasta terrenos secos y arenosos (Betancourt, 2003).

### **C. Clima**

El clima según el sistema Thornthwaite es semicálido, con invierno benigno, húmedo y de verano seco (Betancourt, 2003).

### **D. Humedad relativa**

La humedad relativa media es de 76.9 % (Betancourt, 2003).

### **E. Precipitación**

La precipitación media es de 1462.28 mm (Betancourt, 2003).

## **F. Temperatura**

La temperatura promedio mínima es de 11 °C, la temperatura media de 18.78 °C y la temperatura promedio máxima es de 21 °C (Betancourt, 2003).

### **1.2.3. Agricultura de San Juan Sacatepéquez**

San Juan Sacatepéquez cuenta con una flora muy variada y rica, dentro de ella se encuentra la producción de rosas y crisantemos que abarca un 40 % de la producción de la zona el otro 30 % es de árboles forestales teniendo un área total de 70 % del municipio, jugando un papel importante en cuanto al aspecto ecológico y económico de la comunidad, ya que algunos vegetales son comestibles y sus bosques de pino, encino, roble y pequeñas cantidades de cedro que son utilizadas en la elaboración de muebles.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Conocer los aspectos importantes de los agricultores en los cultivos de rosa y crisantemo en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar cuál es la actividad económica principal del municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Detectar los principales problemas que inducen de forma directa e indirecta en la reducción de la producción de los cultivos de rosa y crisantemo en las comunidades de San Juan Sacatepéquez.

## **1.4. METODOLOGÍA**

La metodología que se utilizó para llevar a cabo el diagnóstico del municipio San Juan Sacatepéquez, se describe a continuación en tres fases:

### **1.4.1. Fase de gabinete**

Recopilación de información primaria sobre el municipio de San Juan Sacatepéquez

1. Presentación de parte de la empresa PROMOAGRO S.A. con la Asociación de Flores del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala "ASOFLOR S.A." como estudiante de EPS de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Reconocimiento del área y presentación con los agricultores designados por la empresa PROMOAGRO S.A. y ASOFLOR S.A.
3. Se realizó entrevista personal con los agricultores designados para obtener información primaria.
4. Se realizó un sondeo de las áreas de siembra de los cultivos de rosa y crisantemo para determinar principales plagas y enfermedades.
5. Revisión de documentos relacionados a los cultivos de rosa y crisantemo, así mismo del lugar, para obtención de información secundaria.
6. Formular el diagnóstico del municipio para poder determinar las problemáticas predominantes en los cultivos de rosa y crisantemo.

#### **1.4.2. Fase de campo**

Al conocer el municipio de San Juan Sacatepéquez se realizó un sondeo de las áreas de siembra de los cultivos de rosa y crisantemo para poder determinar los problemas de plagas y enfermedades que tenían los agricultores del municipio

#### **1.4.3. Fase de gabinete final**

Por medio de las entrevistas a los agricultores del municipio de San Juan Sacatepéquez se logró recolectar la información y detectar los problemas que reducen el rendimiento de los cultivos de rosa y crisantemo

## **1.5. RESULTADOS**

### **1.5.1. Determinación de las actividades económicas principales del municipio de San Juan Sacatepéquez**

San Juan Sacatepéquez, es un municipio de Guatemala, que se caracteriza por ser uno de los principales productor y abastecedor de flores a nivel nacional especialmente del área metropolitana, el municipio es conocido como “Tierra de las Flores”. La actividad económica que más impacto tiene en este municipio, es la agricultura principalmente ornamental, según la entrevista realizada en el EPS, el 40 % de la población tiende a sembrar rosas y crisantemo, 5,000 familias viven específicamente de esta actividad.

### **1.5.1. Detectar los principales problemas que inducen de forma directa e indirecta en la reducción de la producción de los cultivos de rosa y crisantemo en las comunidades de San Juan Sacatepéquez**

Los principales problemas que influyen de forma directa o indirecta en la baja producción de los cultivos de rosas y crisantemo en la comunidad de San Juan Sacatepéquez:

#### **A. Propagación**

La propagación mediante estacas o esquejes lo cual llevan un proceso largo en parte de formación del sistema radicular, debido que los productores de la zona no utilizan productos específicos para la inducción de raíz.

## B. Riego

El riego que utilizan la mayoría de los productores es riego manual por medio de pozo o tanques donde reservan el agua.

## C. Preparación del terreno

La preparación de tierra es realizada con instrumentos de trabajo son rudimentarios

## D. Plagas y enfermedades

En base de las entrevistas se recopiló las principales plagas y enfermedades del cultivo de rosas y crisantemo.

En el cuadro 1 y 2 se presentan las plagas y enfermedades que ataca al cultivo de rosa y crisantemo

Cuadro 1. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de rosas

Plagas	Enfermedades
araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> )	Polvoso ( <i>Oidium</i> )
thrips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Roya del rosal ( <i>Phragmidium mucronatum</i> )
gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	<i>Botrytis</i>

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el cuadro anterior se presenta las principales plagas y enfermedades que ataca al cultivo de rosa donde la mayoría de los productores de la zona, controlan por medio de aplicaciones de productos químicos realizando 3 aplicaciones a la semana de los diferentes productos químicos que existen en el mercado.

Cuadro 2. Principales problemas que afectan en el cultivo del crisantemo.

<b>Plagas</b>	<b>Enfermedades</b>
thrips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Roya blanca ( <i>Puccinia horiana</i> )
minador ( <i>Liriomyza trifolii</i> )	<i>Pythium</i>
minador ( <i>Liriomyza trifolii</i> )	<i>Fusarium oxisporum sp</i>
<i>Araña roja (Tetranychus urticae)</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
	<i>Erwinia sp</i>
	<i>Agrobacterium</i>

El principal problema que tienen los agricultores es el uso de productos para el manejo de los cultivos, debido a que no tienen una asistencia técnica adecuada que les informe de lo que pueden utilizar para disminuir la población de plagas y enfermedades.

## 1.6. CONCLUSIONES

1. La actividad principal de importancia económica del municipio de San Juan Sacatepéquez son la agricultura, principalmente de plantas ornamentales, El crisantemo es una planta ornamental más cultivada en el país, el crisantemo blanco es el color más vendido con un 40 % ya que este color puede ser pintado de otros colores, el crisantemo amarillo tiene 31 % y por último el violeta con 11 % de producción.
2. El principal problema que afecta a los agricultores en la reducción de la producción de los cultivos de rosa y crisantemo, es el uso de los productos para el control de plagas y enfermedades debido que no tienen buenas practicas agronómicos.

## 1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Betancourt Morales, LD. 2003. Importancia y control del nematodo foliar, *Aphelenchoides ritzemabosi* del crisantemo *Chrysanthemum indicum* en San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 45 p.
2. De la Cruz S, JR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Entrevista a un pequeño agricultor (en línea). 2005. Zenbakia no. 40. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en <http://www.nodo50.org/ekintza/spip.php?article585>
4. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala. 2007. Origen; Historia (en línea). Consultado 23 set. 2015. Disponible en: <http://munisanjuansac.org/msj/category/origen/>

## 1.8. ANEXO

### Modelo de entrevista

1. ¿Principales actividades económicas?
2. ¿Tipo de Cultivo?
3. ¿Tipo de reproducción?
4. ¿Ciclo del cultivo? (tiempo en que dura el cultivo desde que se siembra hasta el corte)
5. ¿Rendimiento promedio del cultivo? (No. Plantas/cuerda)
6. ¿Área cultivada?
7. ¿Condiciones del área (observación del entrevistador) Riego, distancia de siembra (entre surco y entre planta, largo y ancho de tablón o cama), tipo de cobertura del cultivo?
8. ¿Canales de comercialización?
9. ¿Precio de venta de los cultivos?
10. ¿Porcentaje de rechazo del cultivo?
11. ¿Principales razones del rechazo?
12. ¿Principales plagas, enfermedades y su control?
13. ¿Métodos que emplea para control de plagas y enfermedades?
14. ¿Cuánto se le paga al jornal por día?
15. ¿Cuántas aplicaciones químicas se hacen al cultivo por semana?
16. ¿Realizan calibración de bombas?
17. ¿Reciben asesorías técnicas de empresas?



## **CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE TRES FUNGICIDAS (4 INGREDIENTES ACTIVOS) CON DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Puccinia horiana*) EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum morifolium*), CASERÍO CHITOL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Guatemala posee una alta diversidad biológica y forma parte de una región considerada como uno de los ocho centros de origen de la biodiversidad del planeta, siendo la flor de crisantemo una de las principales fuentes de ingreso para los habitantes de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, que viene como una práctica agrícola económica de generación en generación desde hace más de 200 años. (De guate, 2013)

Los problemas más comunes del cultivo de crisantemos que afectan económicamente a los agricultores son, a) malezas, b) falta de nutrición, c) falta de planes de manejo de productos químicos, d) plagas de ácaros e insectos, y enfermedades, tal es el caso de roya (*Puccinia horiana*) debido a que no tienen un buen control sobre este patógeno. Según Abraham Boró, Agricultor, la enfermedad está ocasionando una pérdida de hasta un 80 % de la producción. Debido a esto es necesario el uso de fungicidas que controlen el patógeno.

La investigación consistió en aplicar tres fungicidas (4 ingredientes activos con diferentes dosis para el control de roya blanca (*Puccinia horiana*), midiendo la variable de incidencia y severidad a través del tiempo, observando el efecto que ocasionó en las plantas de crisantemo enfermas determinando cuál de los productos presentó mejores resultados para el control.

Esta investigación se evalúa en el área de producción de los agricultores del caserío Chitol, San Juan Sacatepéquez, Guatemala por medio de un diseño experimental de bloques al azar, presentando mayor rendimiento y manteniendo un alto control en la enfermedad de roya del crisantemo el ingrediente Isoprotiolano en su dosis alta, presentando diferencia estadística significativa comparándolo con los otros productos en sus diferentes dosis. Con este tratamiento, también se obtuvo una tasa marginal de retorno de 21,023 %.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Marco conceptual

#### 2.2.1.1. Origen del crisantemo

En China el crisantemo es empleado como ornamental desde hace más de dos mil años; su cultivo se trasladó a Japón donde se convirtió en una flor santa que recibía una veneración divina. El crisantemo que actualmente cultivan los floricultores es un híbrido complejo y la mayoría de las especies de donde se han generado los cultivares actuales son originarias de China: *Chrysanthemum indicum*, *Chrysanthemum morifolium* y *Chrysanthemum x hortorum*. El crisantemo en maceta es denominado *Dedranthema* (*El cultivo de crisantemo*, 1999).

#### 2.2.1.2. Taxonomía y morfología del crisantemo

Taxonómicamente, el crisantemo se clasificó en el género *Chrysanthemum* (del latín *Chrysanthemum* y este del griego chrysánthemon, de chrysos, oro y anthemon, flor), el nombre completo significa flor de oro. El género cuenta con más de 200 especies, (cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica

<b>Dominio</b>	Eucariota
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Asterales
<b>Familia</b>	Asteraceae
<b>Subfamilia</b>	Asteroidae
<b>Tribu</b>	Anthemidae
<b>Género</b>	<i>Chrysanthemum L.</i>
<b>Especie</b>	<i>Chrysanthemum morifolium</i>

Fuente: *InfoAgro*, 1999.

### **A. Tallo**

Las plantas alcanzan de 50 cm a 120 cm de altura con tallos ramificados, pubescentes.

### **B. Hoja**

Las hojas son alternas segmentadas, dentadas, ligulosas, de color entre el verde claro y oscuro, recubiertas de un polvillo blanquecino que le da un aspecto grisáceo y casi siempre aromáticas.

### **C. Flor**

De tres a cuatro meses después de sembradas las semillas u ocho a doce semanas de sembrados los esquejes producen sus flores que pueden ser simples o dobles. Lo que se conoce como flor es realmente una inflorescencia en capítulo.

Existen diversos tipos de capítulos cultivados comercialmente, aunque, en general, esta inflorescencia está formada por dos tipos de flores: femeninas (radiales; se corresponde con la hilera exterior en las margaritas) y hermafroditas (concéntricas, se corresponden con las centrales). El receptáculo es plano o convexo y está rodeado de una envoltura de brácteas. Los colores de pétalos pueden ser amarillo, blanco, bronce, rojo, rosado, violeta.

El crisantemo se le cultiva comercialmente para producción de flor cortada, de gran demanda en floristerías y para su exportación.

### **D. Raíz**

Axonomorfa, gruesa y corta, con numerosas raíces secundarias finas y muy ramificadas (Cumes, 2008)

### **2.2.1.3. Particularidades del cultivo**

#### **A. Reproducción**

Sexual por medio de sus semillas, asexual por medio de esquejes (vástagos). La propagación por esqueje es la más utilizada en la producción comercial el cual se realiza cortando brotes que salen en las axilas de las hojas, brotes terminales o hijos que salen al pie de las plantas que se obtienen de plantas madre seleccionadas por su conformación a la progenie, capacidad de cosecha y vigor mantenidas bajo condiciones de día largo para inhibir la formación de botones finales.

Los esquejes terminales de 8 cm -10 cm de longitud pueden colocarse directamente en arena blanca para que se dé el enraizamiento. Se pretende fomentar el desarrollo de raíces cortas, gruesas, con el medio de crecimiento adherido cuando se levantan. El trasplante puede llevarse a cabo a los 10 - 20 días, dependiendo de la temporada (El cultivo de crisantemo 1999).

#### **B. Ambientes ecológicos**

Los ambientes adecuados para su cultivo comprenden alturas entre 1,200 m a 2,000 m s.n.m con temperaturas medias entre 8 °C y 25 °C, suelos con altos contenidos de materia orgánica, francos arenosos, bien drenados y con pH de 6 a 7 (El cultivo de crisantemo 1999).

### **2.2.1.4. Importancia económica y distribución geográfica**

El crisantemo es una de las especies ornamentales más cultivadas de todo el mundo. La producción es importante en varios países europeos, como los Países Bajos, Gran Bretaña y Francia; así como en Colombia, Estados Unidos y Canadá donde desde hace mucho tiempo es un cultivo industrializado y en Japón la flor del crisantemo alcanza un valor simbólico.

En Centroeuropa, Japón y Estados Unidos ha tenido siempre una gran demanda por lo que los trabajos de mejora genética son importantes y han dado lugar a numerosos cultivares con formas y colores. Después de la rosa, el crisantemo sigue siendo la flor cortada más vendida en las subastas holandesas de flores.

El blanco es el color más vendido con una participación en el mercado del 40 %; tiene que ver con el hecho de que los crisantemos blancos se prestan mejor para pintarse, lo que ahora se hace con colorantes ecológicos de la industria alimenticia. En segundo lugar, están los crisantemos amarillos 31 %, seguidos de los violetas 11 % (*El cultivo de crisantemo 1999*).

La actividad principal, basada en la venta de cultivares unifloras es muy estacional, prácticamente reducida a la festividad de Todos los Santos. Sin embargo, desde la diversificación de muchas formas hortícolas, el crisantemo puede actualmente ser comercializado casi todo el año como flor cortada y como planta ornamental en maceta.

El sistema de producción programada a lo largo del año con cultivares multiflora ha sufrido un gran incremento en los últimos años. Para planta ornamental en maceta hay un gran aumento en la producción y demanda en formato de bola. (*El cultivo de crisantemo 1999*).

#### **2.2.1.5. Importancia del cultivo en Guatemala**

San Juan Sacatepéquez, Guatemala se considera el principal productor de flores en Centro América, éstas se comercializan principalmente en El Salvador, México y en el mercado nacional. La producción de flores se realiza como una actividad económica familiar y se estima que alrededor de 5,000 familias se dedican a ello (Chávez, 2014).

El 80 % de las familias productoras de flores de San Juan Sacatepéquez se dedican a la producción de Crisantemo, la cual cubre en un 70 % la demanda nacional y en un 30 % la demanda del mercado centroamericano de esta flor (Guzmán, 2008).

La producción de crisantemo se centra en siete aldeas de este municipio: Comunidad Ruiz, Camino de San Pedro, Cruz Blanca, Comunidad de Zet, Loma Alta, Sajcavilla y la cabecera municipal; que en conjunto cuentan con aproximadamente 2,000 invernaderos y 500 parcelas a campo abierto (Chávez, 2014).

#### **2.2.1.6. Plagas que afectan el cultivo del crisantemo**

Principales plagas que afectan el cultivo del crisantemo, en la zona de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

##### **A. Artrópodos del crisantemo (Chávez, 2014)**

###### **a) Trips**

- *Frankliniella tritici*
- *F. occidentalis*
- *Heliothrips haemorrhoidalis*
- *Thrips palmi*
- *Thrips tabaco*

###### **b) Minador del crisantemo (Chávez, 2014)**

- (*Liriomyza huidobrensis*)

###### **c) Ácaros del crisantemo (Chávez, 2014)**

- *Tetranychus urticae*

###### **d) Pulgones del crisantemo**

- *Macrosiphoniella sanborni*
- *Myzus persicae*

### **2.2.1.7. Nemátodos del crisantemo (Guzmán, 2008)**

- *Aphelenchoides ritzemabosi*
- *Pratylen*
- *chus penetrans*
- *Helicoylenchus dihystra*
- *Meloidogyne incognita*
- *Paratrichodorus minor*
- *Tylenchorhynchus capitatus*
- *Paratylenchus sp.*
- *Criconema sp.*

### **2.2.1.8. Enfermedades que afectan el cultivo del crisantemo**

Principales enfermedades que afectan el cultivo del crisantemo, en la zona de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

#### **a. Virus del crisantemo (Cumes, 2008)**

- TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)
- CAV (Chrysantemum Aspermy Cucumovirus)
- Chrysantemum mosaic-B(Q)
- Chrysantemum mosaic-B(Q)

#### **b. Bacterias del crisantemo (Cumes, 2008)**

- *Pseudomonas sp.*
- *Agrobacterium tumefaciens*

#### **c. Hongos del crisantemo (Cumes, 2008)**

- *Puccinia horiana*
- *Rhizoctonia solani*
- *Septoria obesa*, *S. chrysanthemella*
- *Fusarium* sp.
- *Alternaria* sp.
- *Pythium* sp
- *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*
- *Botrytis cinérea*
- *Sclerotinia sclerotiorum*
- *Ascochyta chrysanthem*

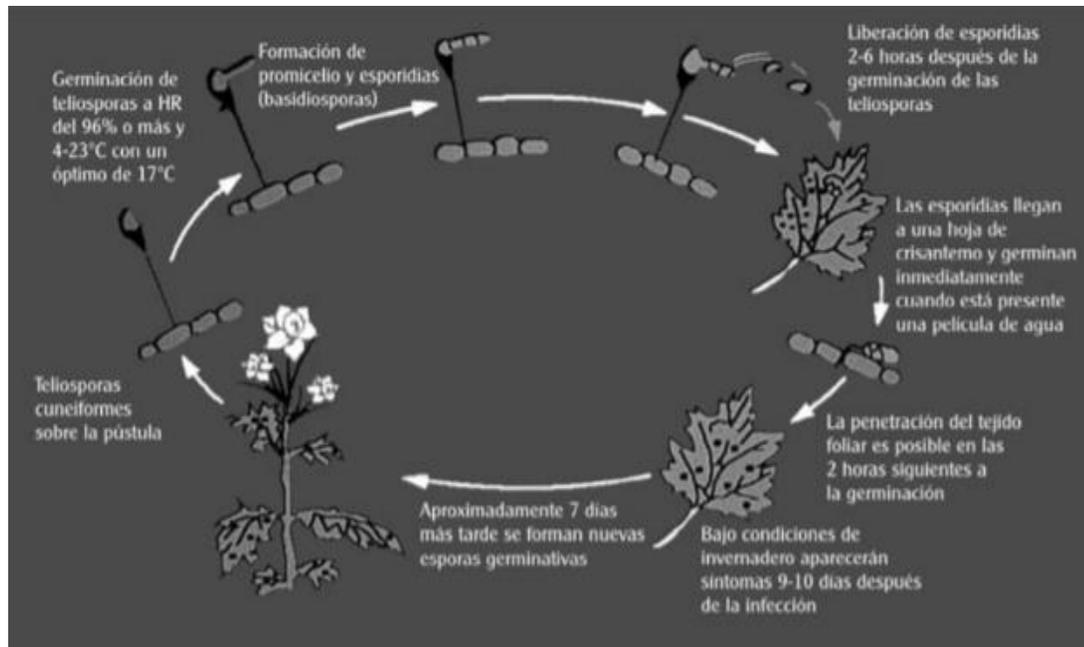
#### **2.2.1.9. Royas**

Las royas son parásitos obligados con rangos de hospedantes estrechos. Estos pueden producir hasta cinco fases diferentes de esporas y pueden requerir de dos plantas hospedantes diferentes para completar su ciclo de vida. La mayoría de 71 especies producen pústulas polvorizas de esporas, herrumbres rojizas que dan el nombre al grupo (Mejía, 2008).

#### **2.2.1.10. Ciclo vital**

Se utilizan dos sistemas de terminología para la clasificación del ciclo de las royas, el sistema ontogénico, le da máxima importancia a la posición de la fase esporal y el sistema morfológico, importancia de la morfología de la espora (Mejía, 2008).

Todas las royas, excepto las royas imperfectas, producen teliosporas. Se considera la teliospora como la fase perfecta de los Uridinales. Según los tipos de ciclo vital, hay tres categorías para royas (figura 2), (Mejía, 2008)



Fuente: José Rojas, 2000.

Figura 2. Ciclo de la roya blanca (*Puccinia horiana*) en Crisantemo

- Royas macrocíclicas: 5 fases reproductoras.
- Royas demicíclicas: Está ausente la fase uredinal.
- Royas microcíclicas: Sólo existen teliosporas.

#### A. Fases de las royas macrocíclicas (Mejía, 2008)

Fase 0: Espermogonios portadores de espermacios e hifas receptoras.

Fase I: Ecios portadores de eciosporas.

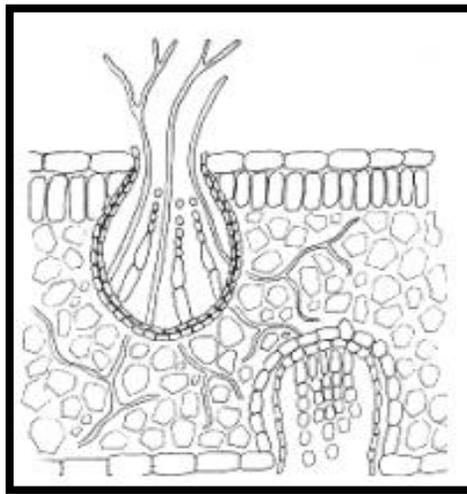
Fase II: Uredios portadores de urediosporas.

Fase III: Telios portadores de teliosporas.

Fase IV: Basidios portadores de basidiosporas.

### 2.2.1.11. Estructuras reproductivas de las royas

Los espermogonios (figura 3) son estructuras que tienen los espermacios y las hifas receptoras. Los espermacios son órganos sexuales masculinos. Los espermogonios se originan a partir de un micelio primario uninucleado, su morfología y ubicación es muy variada. Los espermacios, uninucleados, se forman basípetamente en el extremo de 72 espermacióforos, liberados a la cavidad espermogonial. Son liberados por un ostiolo que puede segregar un néctar azucarado. Se forman hifas receptoras en los espermogonios y salen por el ostiolo (Mejía 2,008).

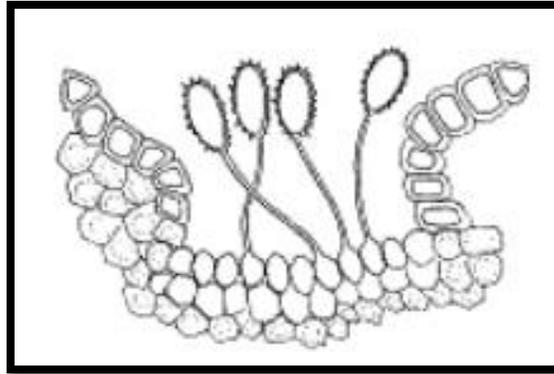


Fuente: Mejía, 2008.

Figura 3. Espermogonio con espermacios e hifas receptoras

Los ecios son un grupo de células hifales dicarióticas, dentro del huésped parasitado que originan cadenas de eciosporas dicarióticas. Los primordios de los ecios al principio monocarióticos, por espermatización se vuelven dicarióticos, aparentemente, a consecuencia de la migración del núcleo a través de las hifas receptoras. En la mayoría de las royas las células periféricas de la base del ecio dan lugar a una pared en forma de cúpula que rodea a las cadenas de esporas, el peridio. Cuando el ecio madura las cadenas de eciosporas perforan el techo del peridio y son liberadas las esporas (Mejía 2,008).

Los uredios y uredosporas forman la fase de repetición de las royas, pueden producirse varias veces (figura 4), (Mejía 2,008).

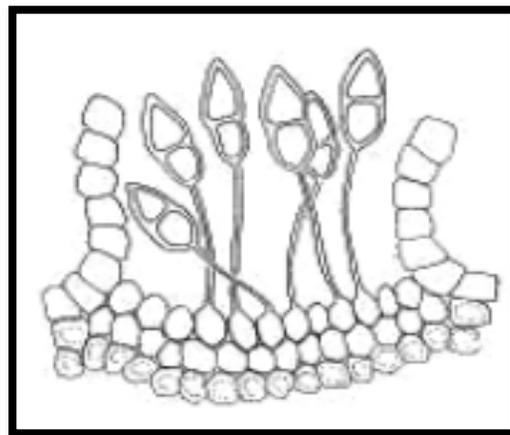


Fuente: Mejía, 2008.

Figura 4. Uredios y uredosporas de *Puccinia sp.*

Las uredosporas son producidas en estructuras parecidas a acérvulos, los uredios son de color rojizo. Las uredosporas se forman a partir de yemas que se agrandan, forman un septo, la célula distal se transforma en la espora y la proximal en un pedúnculo o pedicelo. Son dicarióticas, tienen pared gruesa con espínulas, generalmente ovaladas y pediceladas, se pueden confundir con eciosporas (Mejía, 2008).

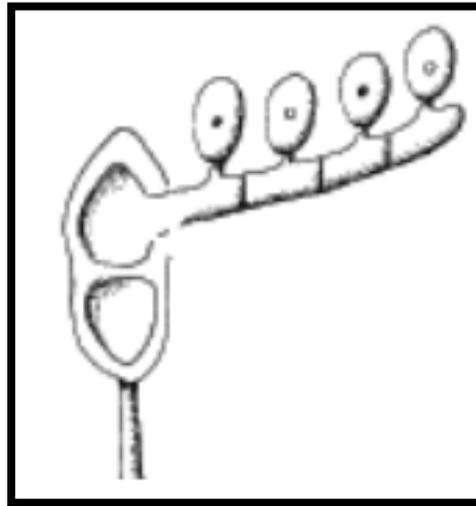
Los telios (figura 5) son grupos de células binucleadas que originan células de pared gruesa especializadas, teliosporas. En muchas royas los uredios viejos se convierten en telios. Las teliosporas uni, bi o plurinucleadas, se forman en el ápice de células binucleadas del telio. Cada célula de las teliosporas es dicariótica al principio, pero luego se produce la cariogamia. La forma de la teliospora es de carácter taxonómico importante (Mejía, 2008).



Fuente: Mejía, 2008.

Figura 5. Telios y teliosporas de *Puccinia sp.*

Cuando germinan las teliosporas (probasidios) se forma un tubo de germinación (metabasidio) donde tiene lugar la meiosis produciendo 4 núcleos haploides. Se forman tabiques originándose 4 células uninucleadas cada una con un esterigma y una basidiospora (figura 6), la cual puede germinar dando un micelio (germinación directa) o formar una excrecencia o esterigma donde crece otra espora (Mejía, 2008).



Fuente: Mejía, 2008.

Figura 6. Basidios y basidiosporas de *Puccinia* sp.

#### 2.2.1.12. Compatibilidad sexual en las royas

Las royas básicamente son autoestériles, su sistema de incompatibilidad es de dos alelos, A1 y A2 de un solo locus, el reparto de los alelos es al 50 % en las basidiosporas y su plasmogamia es por espermatización o somatogamia.

#### 2.2.1.13. Heterecia y autecia

Algunas royas parasitan a varias plantas diferentes, otras son muy especializadas. Los hongos heteroicos requieren dos huéspedes distintos para completar su ciclo vital (Mejía, 2008).

- Fases 0 y 1 en un huésped (primario sobre el que se produce la fase telial).
- Fases 2, 3 y 4 en otro (huésped alternativo).

Los hongos autoicos (autecia) completan su ciclo vital entero en un único huésped, en general no hay relación filogenética en los hospedadores de las royas heteroicas (Mejía, 2008).

#### 2.2.1.14. *Puccinia horiana*

##### A. Descripción de la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

*La roya blanca del crisantemo Puccinia horiana es una enfermedad destructiva específica del género Chrysanthemum, responsable de importantes pérdidas económicas en los países en donde ha sido reportada y ha sido limitante para el establecimiento de nuevas áreas y para el mercadeo global de esta especie (Varcárcel, 2008).*

El hongo causante de la roya blanca (*Puccinia horiana*) es un parásito obligado, es decir que, para llevar a cabo su ciclo de vida, necesita estar asociado a material vegetal vivo (Asocofax, 2005).

Es una roya autoica, microcíclica, que no presenta huésped alterno. Ataca específicamente a *Chrysanthemum morifolium*. En el cultivo se puede identificar por el síntoma característico de lesiones cloróticas en el haz y en el envés de la hoja se puede presentar pústulas blanquecinas o rosadas, que atacan indistintamente las hojas a lo largo del tallo, la intensidad de la infección dependerá de la susceptibilidad de la variedad cultivada; en cultivos muy afectados las pústulas se pueden observar en brácteas y tallos, en flores se puede presentar necrosis con desarrollos ocasionales de pústulas (Pino Baraja, 1996).

### 2.2.1.15. Clasificación taxonómica de la roya del crisantemo

Cuadro 4. Clasificación taxonómica en roya de crisantemo

<b>Reino</b>	Fungal
<b>Phylum</b>	Basidiomycota
<b>Clase</b>	Urediniomycetes
<b>Orden</b>	Uredinales
<b>Familia</b>	Pucciniaceae
<b>Género</b>	Puccinia
<b>Especie</b>	<i>Puccinia horiana</i>

Fuente: Nappo, 2007.

### 2.2.1.16. Síntomas de la enfermedad

Normalmente los primeros síntomas se manifiestan en el haz de las hojas. Esos consisten en pequeños puntos redondeados de diámetro entre 1 mm y 5 mm, de color crema a verde claro. Inicialmente presentan un ligero hundimiento que se hace más evidente en la medida que el patógeno avanza.

Por el envés, debajo de cada una de estas manchas se desarrolla una pústula de aspecto ceroso muy adherida a la superficie, cuyo color inicial es rosado. En la medida en que avanza se hace más prominente y cambia su color a crema para terminar blanca cuando llega al estado de esporulación. Una vez se liberan las basidiosporas, la pústula se torna color café.

Las hojas severamente afectadas pueden marchitarse completamente y desprenderse de la planta (Varcácel, 2008).

### **2.2.1.17. Ciclo de vida y condiciones ambientales**

Ecología y Epidemiología *Puccinia horiana* es una roya autoica, microcíclica. Las teliosporas, que son bicelulares, germinan produciendo basidiosporas unicelulares. Estas se dispersan con las corrientes de aire. No se conocen otras esporas.

Las teliosporas y basidiosporas pueden germinar a temperaturas comprendidas entre 1 °C y 32 °C con temperaturas óptimas de 15 °C a 20 °C para las teliosporas y de 13 °C a 18 °C para las basidiosporas. Para estas germinaciones es indispensable una humedad relativa muy elevada (90 % mínimo).

En las referidas condiciones óptimas, la germinación de teliosporas y descarga de basidiosporas en la superficie de las hojas es un proceso muy rápido. Sólo con 5 h es suficiente para que una nueva infección se establezca. El período de incubación es de 7 a 10 días, pero con temperaturas alrededor de 30 °C puede prolongarse a 8 semanas. (Nappo, 2007).

### **2.2.1.18. Fungicidas utilizados en la investigación**

#### **A. SAPROL 19 EC**

La molécula de SAPROL pertenece a la familia química de fungicidas piperazina y fue desarrollada en la empresa HAYASHI AGROSCIENCES, LTD /JAPON.

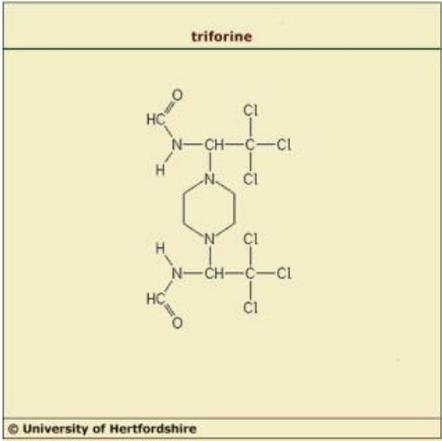
##### **a. Modo de acción**

Fungicida de acción por contacto, translaminar o parcialmente sistémico. Tras su aplicación por vía foliar, SAPROL actúa en forma preventiva y curativa. Penetra y se transporta hacia distancias cortas.

### b. Mecanismos de acción

El Triforine, es capaz de inhibir la síntesis de ergosterol en los organismos fúngicos sensibles, ocasionando la degradación y ruptura de sus membranas mitocondriales, frenando su respiración (cuadros 5 y 6) (National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002).

Cuadro 5. Propiedades fisicoquímicas del fungicida TRIFORINE

<b>Nombre común (ISO)</b>	TRIFORINE
<b>Nombre químico (IUPAC)</b>	N, N'-_piperazine- 1,4diylbis_(trichloromethyl_methylene-diformamide
<b>Fórmula empírica</b>	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> C <sub>16</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
<b>Fórmula estructural</b>	 <p>The image shows the chemical structure of Triforine, which consists of a central piperazine ring. Each of the two nitrogen atoms in the piperazine ring is bonded to a methylene group (-CH2-), which is in turn bonded to a formamide group (-NH-C(=O)-H). Additionally, each of these methylene groups is bonded to a trichloromethyl group (-CH2Cl). The structure is labeled 'triforine' at the top and has a copyright notice '© University of Hertfordshire' at the bottom.</p>
<b>Color</b>	Marrón
<b>Estado físico</b>	Líquido
<b>Ph</b>	3.5-4.4

Fuente: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002.

Cuadro 6. Propiedades toxicológicas del fungicida TRIFORINE

<b>DLSO oral</b>	5273 mg/kg
<b>DLSO dérmica</b>	4186 mg/kg
<b>Irritación en la piel</b>	No es irritante
<b>Irrigación en ojos</b>	Irritante
<b>Efectos mutagénicos</b>	Ninguno
<b>Categorías toxicológicas</b>	IV-Ligeramente tóxico

Fuente: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002.

## **B. FUJI-ONE 40 EC**

La molécula de FUJI-ONE (cuadros 7 y 8) fue desarrollada en la empresa NIHON NOHYAKU CO. LTD 2-5 Nihonbashi 1 Chome, Chuo-ku, Tokio 103-8236 Japón.

### **a. Modo de acción**

Isoprothiolane es un fungicida sistémico de acción preventiva y curativa que controla una amplia gama de hongos patógenos en diversos cultivos.

### **b. Mecanismo de acción**

Inhibe el proceso de penetración (efecto preventivo) y retiene la elongación de hifas infectivas (efecto curativo) mediante la inhibición de la formación de la clavija infectiva o de la secreción de celulasa (National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002). En los cuadros 5, 6 y 7 se presenta las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas.

Cuadro 7. Propiedades fisicoquímicas del fungicida ISOPROTIOLANO

<b>Nombre común (ISO)</b>	ISOPROTIOLANO
<b>Nombre químico (IUPAC)</b>	Diisopropil 1,3 – (2 - ditiolandenil) malanato
<b>Fórmula empírica</b>	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
<b>Color</b>	Marron pálido
<b>Estado físico</b>	Líquido
<b>pH</b>	--

Fuente: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002.

Cuadro 8. Propiedades toxicológicas del fungicida isoprotiolano

<b>DLSO dérmica</b>	> 2 429 mg/kg
<b>Irritación en la piel</b>	> 2 698 mg/kg
<b>Irritación en la piel</b>	No es irritante
<b>Irrigación en ojos</b>	Irritante
<b>Efectos mutagénicos</b>	Ninguno

Fuente: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002.

### C. VIVACE 50 SC

Fungicida sistémico y de contacto con actividad residual en cuadro 9 se presenta las propiedades fisicoquímicas.

Cuadro 9. Propiedades fisicoquímicas del fungicida PYRACLOSTROBIN + FLUXAPYROXAD

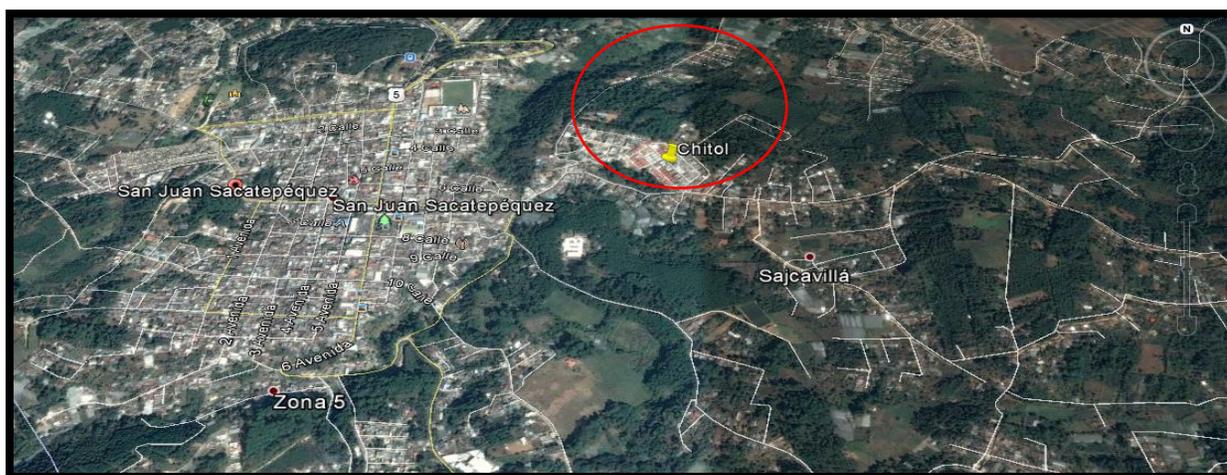
<b>Nombre común (ISO)</b>	PYRACLOSTROBIN + FLUXAPYROXAD
<b>Nombre químico (IUPAC)</b>	Methyl <i>N</i> -{2-[1-4-chlorophenyl(pyrazol-3-yloxymethyl)]pheny}( <i>N</i> -methoxy) carbamate 3-(difluoromethyl)-1-methyl- <i>N</i> -(3',4',5'-trifluorobiphenyl-2-yl)pyrazole-4-carboxamide

Fuente: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemical, 2002.

### 2.3. Marco referencial

El caserío Chitol, se encuentra ubicado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala a una distancia de la cabecera municipal de 3 km.

La municipalidad es de segunda categoría, posee auxiliaturas en su población rural que comprende 13 aldeas, 31 caseríos, 3 fincas y 4 colonias. Sus colindancias municipales-departamentales son: al Norte, Granados Baja Verapaz; al Este, San Raymundo y Chinautla Guatemala; al Sur, Mixco y San Pedro Sacatepéquez Guatemala y Santo Domingo Xenacoj Sacatepéquez; al Oeste, El Tejar y San Martín Jilotepeque, Chimaltenango (figura 7).



Fuente: Google Earth, 2016

Figura 7. Mapa San Juan Sacatepéquez, Caserío Chitol

El municipio de San Juan (Bautista) Sacatepéquez (Sacat=hierba y Tepec=cerro), de nombre oficial San Juan Sacatepéquez, es de origen precolonial, el 3 de febrero de 1,752 obtiene su título de tierra municipal, pertenece y está situado al norte del departamento de Guatemala, en el área central de la República de Guatemala, de aproximadamente 242 km<sup>2</sup>, a 32 km de la ciudad Capital, con una altura promedio en la cabecera municipal de 1,845 m s.n.m.

Su clima variado desde frío a cálido. Sus ríos Motagua el más conocido, San Juan, Manzanillo, Jocoteco, Jordan, Paxotya, niveles freáticos próximos a la superficie, todos

disponibles la mayor parte del año, sirven y facilitan la supervivencia de humanos, animales y plantas.

### **A. Población**

Su población predominante es indígena que usa el cakchiquel como idioma nativo. Están presentes todas las religiones practicadas en Guatemala.

El municipio de San Juan Sacatepéquez presenta una topografía irregular, bastante montañosa y quebrada, presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas, que van de regiones fértiles hasta terrenos secos y arenosos.

### **B. Suelos**

El suelo pertenece a la serie de suelos cauque, que son profundos, bien drenados, desarrollados en climas húmedo-secos, sobre calizas volcánicas pomáceas firmes y gruesas, con relieves ondulados a mediana altitud.

### **C. Clima**

El clima según el sistema Thornthwaite es semicálido, con invierno benigno, húmedo y de verano seco.

### **D. Humedad relativa**

La humedad relativa máxima es de 81.7 % humedad media es de 76.9 % y la mínima de 72.89 %.

## **E. Precipitación**

La precipitación máxima de 1,800 mm una media es de 1,462.28 mm y con mínima de 1,000 mm.

## **F. Temperatura**

Temperatura máxima de 22. 6 °C con una media de 18.78 °C y con una mínima de 11. 9 °C (IGN, 1976).

### **2.3.1. Análisis estadístico**

#### **A. El diseño estadístico a utilizar en la investigación es de bloques completos al azar**

El diseño en bloques completos al azar (DBA) toma en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En este diseño las unidades experimentales se distribuyen en grupos homogéneos. Cada uno de estos grupos es llamado: bloque. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque es igual al número de tratamientos incluidos en el experimento. Un caso particular de diseño de bloques es el que aparece relacionado con la prueba de t para muestras pareadas, aunque el número de tratamientos es sólo dos (López, 2014).

#### **B. Criterios de bloqueo**

Los tratamientos son distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente, así, cada bloque irá a constituir una repetición. Este tipo de experimento es seleccionado cuando se tienen dudas acerca de la homogeneidad del ambiente o cuando, por experiencia, se sabe de su heterogeneidad (López, 2014).

### **C. Aleatorización**

Se aleatorizan los tratamientos dentro de cada bloque. Debe considerarse que la aleatorización se realizará de forma independiente para cada bloque (López, 2014).

### **D. Análisis post-andeva: contrastes ortogonales**

Un contraste en estadística es una combinación lineal de las medias de los tratamientos definida por la suma de productos de las medias de tratamiento por un coeficiente. Estos coeficientes deben cumplir con la característica de que su suma es igual a cero, de tal manera que para algunas medias sus coeficientes asociados son positivos y para otras son negativos.

Las reglas de asignación de los coeficientes van a depender de la tendencia que se desee encontrar o de la comparación de medias que se desee hacer. Cada contraste tendrá asociado un grado de libertad, debido a que la comparación que se lleva a cabo es entre dos grupos de tratamientos, lo que llevan el signo positivo contra los que llevan el signo negativo. De esta manera el número de posibles contrastes ortogonales en un conjunto de datos corresponde exactamente a los grados de libertad para los tratamientos (López, 2014).

Los contrastes serán ortogonales si la suma de los productos de sus correspondientes coeficientes es igual a cero. Esto implica que la covarianza entre los dos contrastes es igual a cero y por lo tanto los contrastes van a ser independientes. En este sentido la ortogonalidad implica independencia. Si todos los contrastes formulados son ortogonales entre sí, entonces esto llevará a que la suma de cuadrados acumulada en todos los contrastes ortogonales corresponda exactamente a la suma de cuadrados de los tratamientos.

La suma de cuadrados asociada a un contraste se calcula por el cuadrado de la combinación lineal de las medias multiplicada por el número de repeticiones y dividida por

la suma de los cuadrados de los coeficientes de la combinación lineal. Esta suma de cuadrados siempre lleva asociada un solo grado de libertad (López, 2014).

### **2.3.2. Análisis económico**

La tasa marginal compara las tasas marginales de rendimiento ajustado con la tasa de rendimiento mínimo aceptable, para cada uno de los tratamientos que se implementen. En el análisis de los datos se debe hacer el cálculo dividiendo los beneficios esperados (ingresos – costos) entre el egreso que varía para cada tratamiento, bajo estos aspectos se ordenan los tratamientos de menor a mayor en base a los costos; el tratamiento que cueste más que el anterior y los beneficios sean menores se dice que es dominado y es excluido del análisis (EDIS, 2005).

Para decidir sobre la conveniencia o no de un tratamiento se debe hacer el análisis de la siguiente forma, obtenida la tasa marginal de retorno para los cambios de un tratamiento a otro, esta se compara con la tasa marginal de retorno mínima aceptable. Se continúa el proceso de selección de tratamientos hasta alcanzar el último, en el cual la tasa marginal de retorno sea igual o mayor a la tasa mínima aceptable de retorno (CYMMYT, 1988).

## **2.4. OBJETIVOS**

### **2.4.1. Objetivo general**

Evaluar dos dosis de los ingredientes activos Triforine, Isoprothiolano y Pyraclostrobin + Fluxapyroxad, para el control de roya (*Puccinia horiana*) en el cultivo de crisantemo en la aldea Chitol, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la incidencia y severidad de la enfermedad para cada tratamiento.
2. Determinar que ingrediente activo disminuye la severidad de la roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana*) presentando un mayor control en la enfermedad o población del patógeno.
3. Establecer el tratamiento recomendable según el análisis de la tasa marginal de retorno.

## **2.5. HIPÓTESIS**

El tratamiento a base de Triforine en la dosis de 1.2 L/ha, mostrará mayor control de la enfermedad de roya (*Puccinia horiana*), ya que es un fungicida de acción por contacto, translaminar y parcialmente sistémico.

## 2.6. METODOLOGÍA

A continuación, se muestran los ingredientes activos de los fungicidas que se aplicaron en cada tratamiento para determinar la incidencia, la severidad y el que mejor control presentó sobre la roya del crisantemo. En el cuadro 10, se presenta la descripción de los tratamientos (*Puccinia horiana*).

Cuadro 10. Descripción de los ingredientes activos de cada uno de los tratamientos evaluados, en el control de roya blanca de crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	CANTIDAD DE PRODUCTO EMPLEADO
T1	Testigo	---	----
T2	Triforine	0.8 l/ha	15.72 ml
T3	Triforine	1.2 l/ha	32 ml
T4	Isoprotiolano	1.14 l/ha	22.48 ml
T5	Isoprotiolano	1.72 l/ha	33.72 ml
T6	Pyraclostrobin + fluxapyroxad	0.16 l/ha	3.12 ml
T7	Pyraclostrobin + fluxapyroxad	0.24 l/ha	4.72 ml

Fuente: elaboración propia, 2017

### 2.6.1. Manejo del cultivo del crisantemo

#### 2.6.1.1. Preparación de los esquejes

La propagación se realizó por medio de esquejes terminales que se obtuvieron de plantas madre seleccionadas, colocándose en bandejas con arena blanca utilizando un enraizador, dejando estas durante 6 semanas para su desarrollo.

### **2.6.1.2. Preparación del suelo**

Se picó con un azadón el suelo y se formaron los tabloncillos de 1 m de ancho por 35 m de longitud con 0.60 m entre cada tablón, se aplicó cal para mejorar el pH del suelo.

### **2.6.1.3. Siembra**

La siembra se realizó cuando los esquejes estaban con suficiente raíz a 6 semanas de haberlos colocado en las bandejas de propagación, con una distancia de 10 cm \* 10 cm entre plantas. Se realizó bajo galeras con techo de naylon para mejorar las condiciones del ambiente.

### **2.6.1.4. Fertilización**

El crisantemo es muy exigente en nutrientes, especialmente nitrógeno y potasio. Durante los dos primeros meses, de crecimiento se aplicó triple 20 para el desarrollo completo de la planta.

### **2.6.1.5. Riego**

El riego se realizó por aspersión, manteniendo el suelo a capacidad de campo.

### **2.6.1.6. Aplicación de los productos**

Se realizaron 4 aplicaciones de los productos una cada 8 días efectuadas por las mañanas entre 8 a. m. - 10 a. m. debido a que el crisantemo es una planta delicada y si se aplica en horas muy calurosas podría verse afectado el follaje por quemaduras.

## 2.6.2. Variables de respuesta

### 2.6.2.1. Incidencia de la roya

La incidencia hace referencia al porcentaje de plantas enfermas que presenten síntomas o signos de la enfermedad comparada con el total de plantas.

De la parcela bruta de 5 m de largo por 1.6 m de ancho, se tomó una parcela neta totalizándose 10 plantas del centro de la parcela bruta, las cuales fueron muestreadas cada 5 días.

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\# \text{ de plantas enfermas}}{\# \text{ plantas totales}} * 100$$

### 2.6.2.2. Severidad de la roya

La severidad hace referencia al grado de daño ocasionado por la enfermedad.

Para determinar la severidad de la roya (*Puccinia horiana*) se realizó colectando hojas en el lugar donde se llevó a cabo la investigación y se agruparon en 4 categorías (figura 23A).

Cuadro 11. Escalas de severidad para roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana*).

CATEGORÍA	%
0	0-10
1	11-30
2	31-60
3	61-100

Fuente: elaboración propia, 2017

El muestreo de la severidad se realizó de la siguiente manera:

De la parcela bruta de 5 m de largo por 1.6 m de ancho, se tomó una parcela neta totalizándose 10 plantas del centro de la parcela bruta, las cuales fueron muestreadas cada 5 días.

Luego a cada planta muestreada de los 7 tratamientos con sus 3 repeticiones, se le colocó una categoría en la escala de severidad durante los 18 muestreos con su respectivo porcentaje, al tener los 18 muestreos realizados, se procedió a hacer un promedio de los porcentajes obtenidos por cada tratamiento y se convirtieron los datos a área bajo la curva utilizando el programa ABCPE v1.1, desarrollado por Mora-Aguilera G. y Acevedo Sánchez G. del colegio de Posgrado Montecillo, de la Ciudad de México, utilizando el método del trapecio ABCPE total (cuadro 16).

### 2.6.2.3. Muestreos

Se tomaron 18 muestreos uno cada 5 días (cuadro 12), realizando estos en el haz de la hoja, ya que es la parte afectada por la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*),

De la parcela bruta de 5 m de largo por 1.6 m de ancho, se tomó una parcela neta totalizándose 10 plantas del centro de la parcela bruta, las cuales fueron muestreadas cada 5 días.

Cuadro 12. Datos tomados por muestreo de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Surco	Planta	Severidad	Incidencia	Incidencia (%)

### 2.6.3. Unidad experimental

El área experimental estuvo conformada de tres tablonces, donde cada tablón representó una repetición (bloque). Cada bloque fue un área de 56 m<sup>2</sup> (35 m de longitud por 1.6 m de ancho), seccionada en 7 tratamientos con un área de 8 m<sup>2</sup> cada uno (5 m de longitud por 1.6 m de ancho) denominadas parcelas brutas, de donde se obtuvo una parcela neta y se trata de 10 plantas seleccionadas a 2 m de cada lado (longitud) y en la quinta fila (ancho) de cada unidad experimental.

### 2.6.4. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es el de bloques al azar, debido a que existió una variabilidad en la pendiente, por lo tanto, los bloques se encontraban perpendiculares, para que el efecto producido fuera igual para cada uno de los tratamientos.

El diseño estadístico de bloques al azar está definido por el siguiente modelo:

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

En donde:

$Y_{ij}$  = producción de plantas sanas observado en el i-ésimo fungicida y el j-ésimo bloque

$\mu$  = media general de producción de plantas sanas

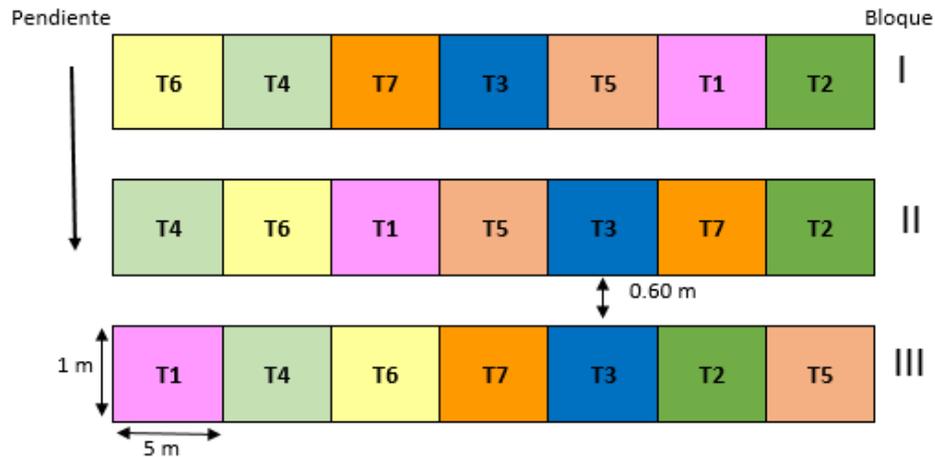
$T_i$  = efecto del i-ésimo fungicida

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### A. Distribución de los tratamientos

En la figura 8, se hace referencia a la distribución espacial que los tratamientos y las repeticiones tuvieron en el campo, en donde hubo tres tablonces de crisantemo de 35 m de longitud por 1 m de ancho y 0.60 m entre tablonces, obteniendo una parcela neta de 10 plantas seleccionadas a 2 m de cada lado (longitud del tablón) y en la quinta fila (ancho del tablón) de cada unidad experimental.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 8. Distribución espacial del experimento de evaluación de tres fungicidas para el control de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), en San Juan Sacatepéquez.

### 2.6.5. Cosecha

La cosecha se realizó el día 90 de trasplante del crisantemo, seleccionando las plantas que estaban en condiciones adecuadas para comercializar, colocando por separado cada tratamiento, determinando el porcentaje de rechazo por cada uno (cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimientos y porcentaje de rechazo de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Tratamiento	Rechazo (%)	Rendimiento bruto	Rendimiento Real
1	Testigo	50	253125	215156
2	Triforine dosis baja	28	364500	309825
3	Triforine dosis alta	25	379688	322734
4	Isoprotilano dosis baja	5	480938	408797
5	Isoprotilano dosis alta	2	496125	421706
6	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja	15	430313	365766
7	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja	10	455625	387281

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 2.6.6. Porcentaje de rechazo

Se determinó el porcentaje de rechazo de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de rechazo} = \frac{\text{Plantas iniciales} - \text{Plantas finales}}{\text{Plantas iniciales}} * 100$$

Al momento de realizar la cosecha, los encargados de calidad, retiraban lo que consideraban como rechazo por la enfermedad de roya y determinaban la cantidad de lo que cumplía con los requisitos, entonces la cantidad de rechazo dividido la cantidad inicial multiplicado por cien, da el porcentaje de rechazo que posteriormente se utilizaron para establecer la comercialización del crisantemo.

## 2.6.7. Análisis de la información

### 2.6.7.1. Incidencia

Se obtuvo el porcentaje de incidencia de cada tratamiento por muestreo convirtiendo los datos con la ecuación:

$$Ln = \frac{(y)}{1-y}$$

en donde  $y$  es el porcentaje de incidencia obtenida, se graficaron los datos de severidad convertidos a logaritmo natural, realizada la gráfica se obtuvo el coeficiente de  $R^2$ , se calculó el modelo de la ecuación lineal con la siguiente ecuación

$$y = a + b(x)$$

en donde “ $a$ ” es el intercepto en  $y$ , “ $b$ ” la pendiente y “ $x$ ” el número de días.

### 2.6.7.2. Severidad

Para determinar si hubo diferencia entre los tratamientos se realizó un ANDEVA mediante el software de INFOSTAT®, para introducir los datos es necesario determinar las severidades de cada uno de los tratamientos y ordenar la información de la siguiente forma:

Se realizó una base de datos en Excel® por medio de un cuadro de tres columnas nombrados como: tratamiento, bloque o repetición e índice, el índice se obtuvo mediante los datos de severidad utilizando el programa ABCPE v1.1 que sirve para calcular el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, desarrollado por Mora-Aguilera G. y Acevedo-Sánchez G. del Colegio de postgraduados Montecillo, Ciudad de México utilizando el método del trapecio ABCPE total (cuadro 27A).

Con la tabla llena se abre el software y en archivo se abre una nueva tabla, en la nueva tabla se copian los datos ordenados de Excel teniendo presente que no tienen que contener

separador de miles y se pegan en la nueva tabla, luego para realizar el análisis estadístico se pulsa en la pestaña estadística y se pulsa en análisis de varianza (cuadro 30A).

Al realizar el análisis de varianza se tiene que distribuir las columnas en variables dependientes que es la variable de respuesta en este caso el área bajo la curva y las variables de clasificación que son los tratamientos y el bloque (cuadro 31A).

Luego se da aceptar y sale otra ventana con una pestaña de comparación donde se escoge la prueba de contrastes ortogonales para determinar diferencia entre los tratamientos (cuadro 32A).

### **2.6.8. Tasa marginal de retorno**

La tasa marginal de retorno se calculó primero determinando los costos que varían y los beneficios netos por hectárea, determinando los beneficios netos y costos marginales entre tratamientos para ello es necesario determinar la dosis por hectárea aplicada por tratamiento.

Los costos que varían son los productos para controlar la enfermedad de roya en el cultivo de crisantemo, pues los jornales de trabajo y el fertilizante fueron los mismos para cada tratamiento. El CYMMYT (1988) propuso la metodología para determinar la tasa marginal de retorno, que fue el modelo utilizado para realizar el análisis.

## 2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.7.1. Determinación la incidencia y severidad de la enfermedad para cada tratamiento de la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

El análisis de la incidencia se realizó tomando 18 muestreos (cuadros 14 y 15), uno cada 5 días, en donde se tenía una parcela bruta de 5 m de longitud por 1.6 m de ancho, obteniendo de esta una parcela neta totalizándose 10 plantas del centro de la parcela bruta. En el cuadro 14 se presentan los resultados de valores logarítmicos de la incidencia de la evaluación.

Cuadro 14. Porcentajes de incidencia de la evaluación de roya en el cultivo de crisantemo (*Puccinia horiana*).

M1	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
M2	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
M3	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

(continuación del cuadro 14)

	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
M4	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
M5	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	60	40	40	0.4667
	2	50	50	50	0.5000
	3	50	50	30	0.4333
	4	50	30	40	0.4000
	5	60	30	40	0.4333
	6	50	40	20	0.3667
7	40	40	40	0.4000	
M6	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	70	40	0.7000
	2	100	90	50	0.8000
	3	80	90	50	0.7333
	4	50	70	90	0.7000
	5	60	90	90	0.8000
	6	50	80	40	0.5667
7	50	90	100	0.8000	
M7	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	90	100	0.9667
	2	100	70	100	0.9000
	3	80	100	100	0.9333
	4	70	90	60	0.7333
	5	80	80	80	0.8000
	6	100	80	100	0.9333
7	100	90	90	0.9333	
M8	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
5	100	100	100	0.9990	

(continuación del cuadro 14)					
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M9	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M10	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M11	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M12	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M13	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990

(continuación del cuadro 14)					
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M14	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M15	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M16	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M17	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990
M18	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
	1	100	100	100	0.9990

(continuación del cuadro 14)					
	2	100	100	100	0.9990
	3	100	100	100	0.9990
	4	100	100	100	0.9990
	5	100	100	100	0.9990
	6	100	100	100	0.9990
	7	100	100	100	0.9990

Cuadro 15. Transformación de datos de incidencia de la evaluación de roya en el cultivo de crisantemo (*Puccinia horiana*).

Días	Tratamiento	incidencia Ln (Y/(1-Y))
M1	T1	-9.2102
	T2	-9.2102
	T3	-9.2102
	T4	-9.2102
	T5	-9.2102
	T6	-9.2102
	T7	-9.2102
M2	T1	-9.2102
	T2	-9.2102
	T3	-9.2102
	T4	-9.2102
	T5	-9.2102
	T6	-9.2102
	T7	-9.2102
M3	T1	-9.2102
	T2	-9.2102
	T3	-9.2102
	T4	-9.2102
	T5	-9.2102
	T6	-9.2102
	T7	-9.2102
M4	T1	-9.2102
	T2	-9.2102
	T3	-9.2102

(continuación del cuadro 15)		
	T4	-9.2102
	T5	-9.2102
	T6	-9.2102
	T7	-9.2102
M5	T1	-0.1335
	T2	0.0000
	T3	-0.2683
	T4	-0.4055
	T5	-0.2683
	T6	-0.5465
	T7	-0.4055
M6	T1	0.8473
	T2	1.3863
	T3	1.0116
	T4	0.8473
	T5	1.3863
	T6	0.2683
	T7	1.3863
M7	T1	3.3673
	T2	2.1972
	T3	2.6391
	T4	1.0116
	T5	1.3863
	T6	2.6391
	T7	2.6391
M8	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M9	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068

(continuación del cuadro 15)		
M10	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M11	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M12	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M13	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M14	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M15	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068

(continuación del cuadro 15)		
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M16	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M17	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068
M18	T1	6.9068
	T2	6.9068
	T3	6.9068
	T4	6.9068
	T5	6.9068
	T6	6.9068
	T7	6.9068

Cuadro 16. Datos de incidencia convertidos a valores logarítmicos de cada tratamiento de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), en San Juan Sacatepéquez.

TRATAMIENTO	DIAS	LN DE INCIDENCIA
T1	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	-0.134
	30	0.847
	35	3.367
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907

(continuación del cuadro 16)		
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
	80	6.907
	85	6.907
T2	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	0.000
	30	1.386
	35	2.197
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
T3	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	-0.268
	30	1.012
	35	2.639
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
80	6.907	

(continuación del cuadro 16)		
	85	6.907
T4	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	-0.405
	30	0.847
	35	1.012
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
	80	6.907
85	6.907	
T5	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	-0.268
	30	1.386
	35	1.386
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
	80	6.907
85	6.907	
T6	5	-9.210
	10	-9.210
	15	-9.210
	20	-9.210
	25	-0.547

(continuación del cuadro 16)		
	30	2.639
	35	2.639
	40	6.907
	45	6.907
	50	6.907
	55	6.907
	60	6.907
	65	6.907
	70	6.907
	75	6.907
	80	6.907
	85	6.907
	T-7	5
10		-9.210
15		-9.210
20		-9.210
25		-0.405
30		1.386
35		2.639
40		6.907
45		6.907
50		6.907
55		6.907
60		6.907
65		6.907
70		6.907
75		6.907
80	6.907	
85	6.907	

## 2.7.2. Análisis de regresión polinómica de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*) de cada tratamiento

En las gráficas de las figuras 9 a 15, se presentan los resultados del análisis de regresión polinómica de la incidencia obtenida mediante muestreos realizados durante 85 días, uno cada 5 días, en el cual se calcula el valor de  $R^2$ , que es el coeficiente de determinación  $R^2$ . Mientras más se acerque a 1 el coeficiente, este será más real o acertado.

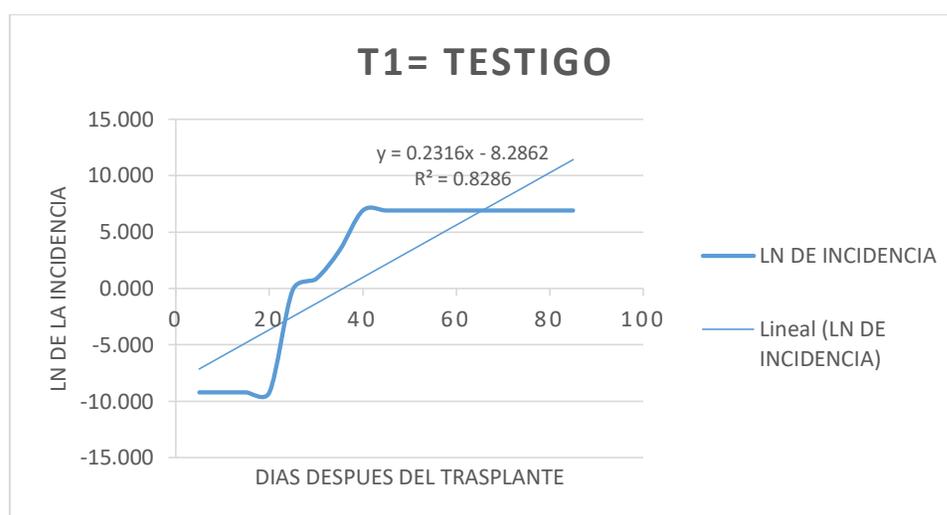


Figura 9. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 1= Testigo, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 1 (testigo), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8286 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

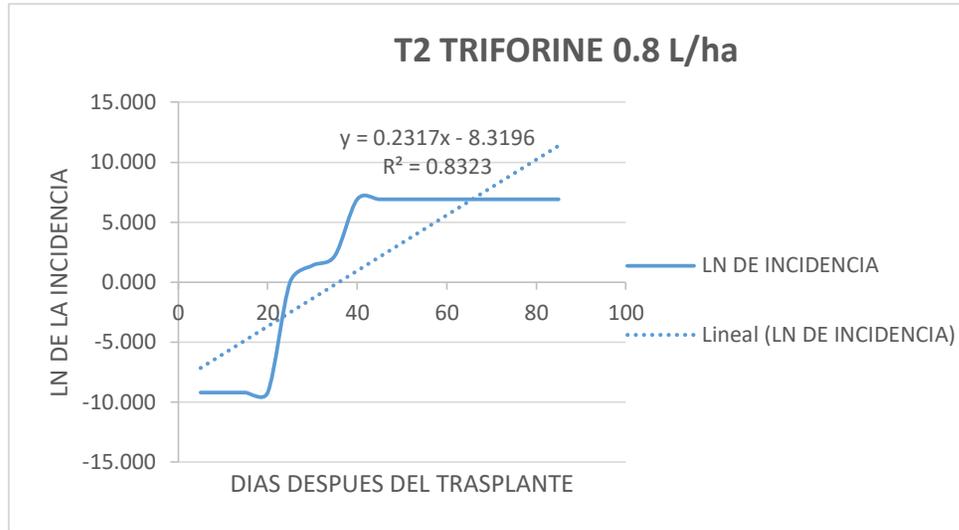


Figura 10. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 2 = TRIFORINE 0.8 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 2 (TRIFORINE 0.8 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8323 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

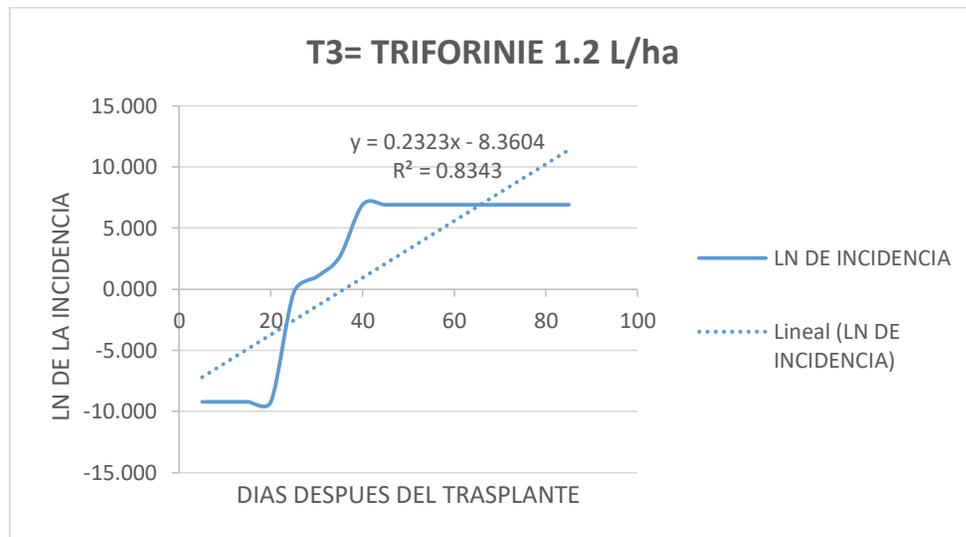


Figura 11. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 3 = TRIFORINE 1.2 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez.

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 3 (TRIFORINE 1.2 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8343 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

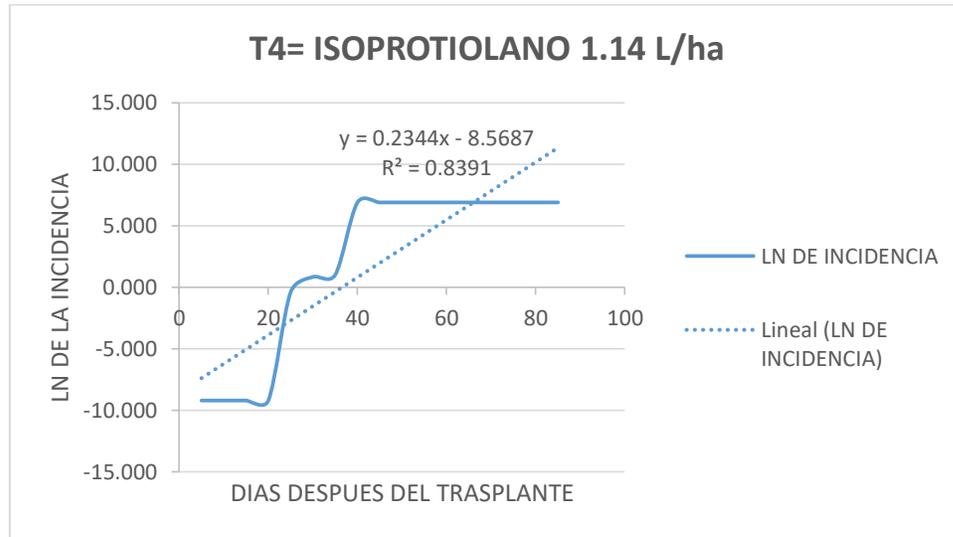


Figura 12. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 4 = ISOPROTIOLANO 1.14 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 4 (ISOPROTIOLANO 1.14 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8391 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

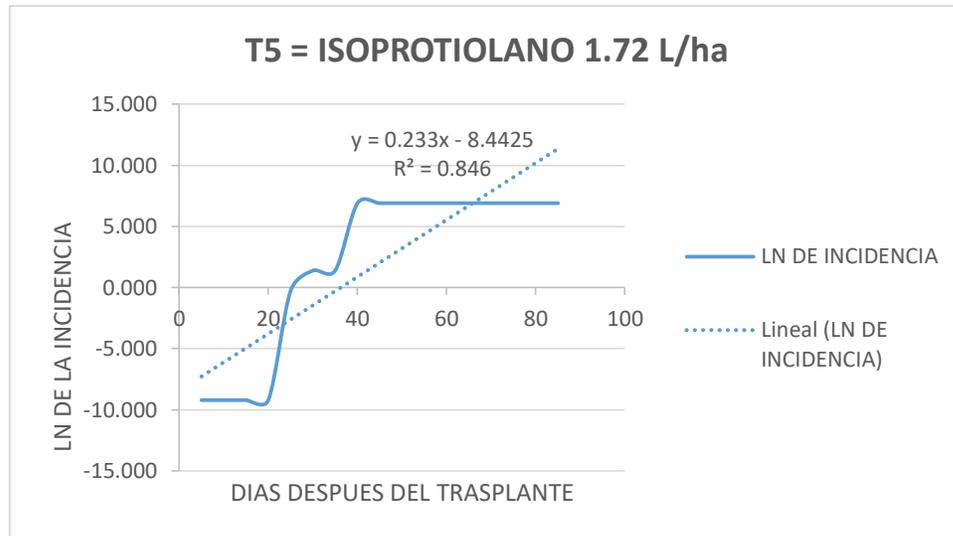


Figura 13. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 5 = ISOPROTIOLANO 1.72 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 5 (ISOPROTIOLANO 1.72 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.846 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

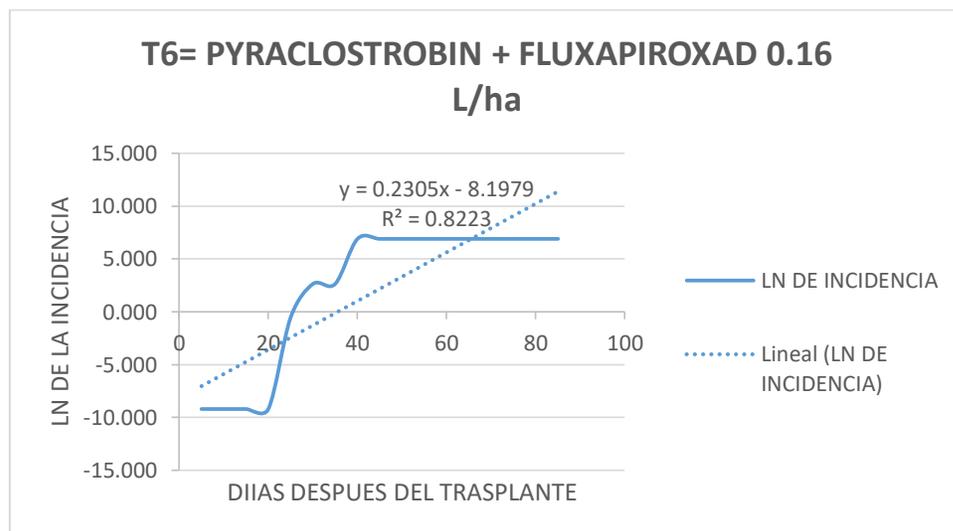


Figura 14. Análisis de regresión polinómica del tratamiento 6 = PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.16 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 6 (PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.16 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8223 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

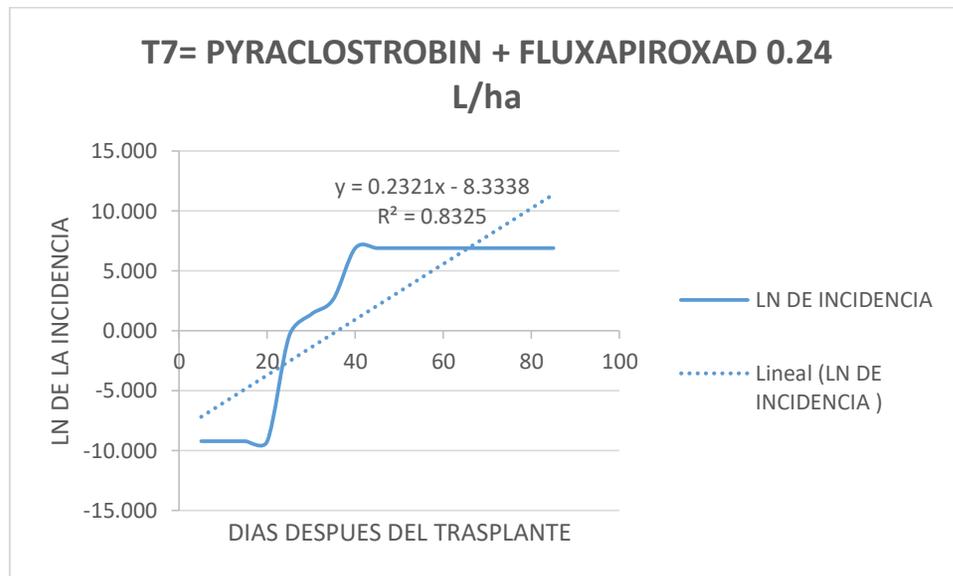


Figura 15. Análisis de regresión lineal del tratamiento 7 = PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.24 L/ha, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

En la figura anterior, se observa el comportamiento de la incidencia en el tratamiento 7 (PYRACLOSTROBIN + FLUXAPIROXAD 0.24 L/ha), en donde el valor de  $R^2$  obtenido es de 0.8325 que mide la proporción total de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

En el cuadro 17 se presenta el resumen de los valores de  $R^2$ , obtenidos al evaluar la incidencia de la enfermedad.

Cuadro 17. Resumen de  $R^2$ , para medir la proporción total de la incidencia de la enfermedad de la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	$R^2$
T1	Testigo	---	0.8286
T2	Triforine	0.8 l/ha	0.8323
T3	Triforine	1.2 l/ha	0.8343
T4	Isoprotiolano	1.14 l/ha	0.8391
T5	Isoprotiolano	1.72 l/ha	0.846
T6	Pyraclostrobin + fluxapyroxad	0.16 l/ha	0.8223
T7	Pyraclostrobin + fluxapyroxad	0.24 l/ha	0.8325

Fuente: elaboración propia, 2017.

Al comparar las proporciones de la incidencia de la enfermedad de roya del crisantemo de cada tratamiento de la investigación, se observa que el que más se acerca a 1 es el tratamiento 5 donde  $R^2$  tiene un valor de 0.846, seguido del tratamiento 4 con  $R^2$  de 0.8391.

Según la ficha técnica se puede decir que el ingrediente activo de Isoprotiolano como un fungicida sistémico de amplio espectro, acción preventiva y curativa que controla una amplia gama de hongos patógenos, inhibiendo la biosíntesis de colonia, tiene efecto preventivo ya que inhibe el proceso de penetración del hongo, al detener el crecimiento de las hifas infectadas que forma micelio y la germinación de los conidios.

### 2.7.3. Análisis de severidad de la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

En el cuadro 18 se presenta el análisis de severidad de roya del crisantemo

Cuadro 18. Muestreos realizados a los tratamientos para el análisis de severidad de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*)

Muestreo	T1r1 %	T1r2 %	T1r3 %	T2r1 %	T2R2 %	T2r3 %	T3r1 %	T3r2 %	T3r3 %	T4r1 %	T4R2 %	T4r3 %	T5r1 %	T5R2 %	T5R3 %	T6R1 %	T6r2 %	T6R3 %	T7R1 %	T7R2 %	T7R3 %
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	10	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10	15	5	5	5
7	15	20	10	10	10	10	15	15	15	10	10	10	10	5	15	20	20	20	15	10	10
8	20	25	15	15	15	15	25	25	15	15	15	15	35	10	15	30	30	20	20	15	15
9	30	25	25	30	20	15	25	25	15	15	15	15	10	10	10	45	40	40	20	15	20
10	35	35	40	35	30	15	30	30	20	15	15	15	5	5	10	30	30	30	5	20	20
11	35	40	45	20	20	20	30	30	30	15	15	20	5	10	10	20	25	25	10	10	10
12	40	45	45	40	40	58	45	40	40	20	20	20	10	15	15	15	25	25	20	20	20
13	50	50	50	50	50	50	45	40	40	20	20	20	25	15	20	30	30	30	35	35	35
14	60	60	60	50	50	50	45	45	45	25	20	20	25	20	20	30	30	30	25	25	25
15	60	60	60	50	50	65	50	45	55	25	25	20	20	20	15	35	35	40	25	30	45
16	80	75	75	60	60	70	50	51	55	25	25	25	30	30	25	20	20	45	40	35	50
17	80	75	75	75	65	75	50	55	70	30	35	40	20	35	30	45	35	45	45	45	50
18	90	80	90	80	65	80	60	55	80	40	40	45	15	40	30	50	50	55	45	45	60

En la figura 16, se presentan gráficas del comportamiento de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), calculada con los promedios de severidad de cada tratamiento.

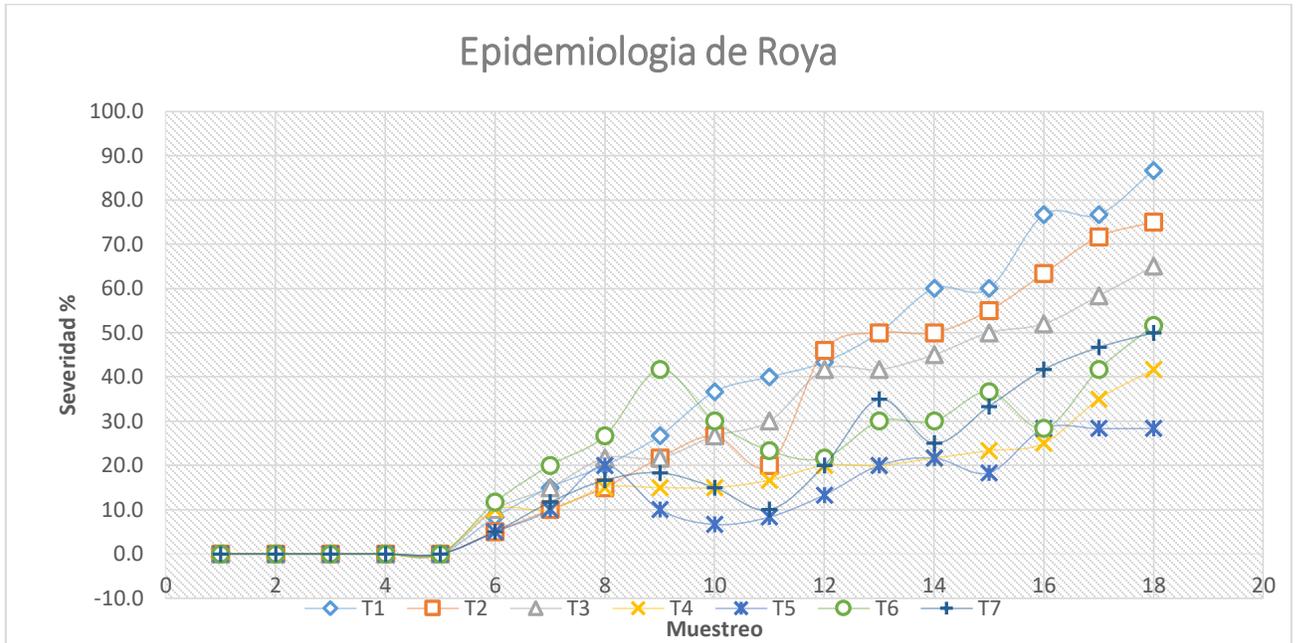


Figura 16. Grafica de epidemiología con los datos de severidad, de la evaluación de la roya del Crisantemo

En la gráfica anterior, se observa mayor control con el tratamiento 5 (Isoprotilano 1.72 l/ha), lo cual coincide con el análisis estadístico realizado con los datos de área bajo la curva calculados.

#### 2.7.4. Conversión de porcentajes de severidad

Se realizó mediante los porcentajes de severidad con el programa de cálculo de Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), (cuadro 19 y figura 17).

Cuadro 19. Área bajo la curva de la severidad, evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Bloque	Índice de área bajo la curva
T1	1	3025
T2	1	2600
T3	1	2400
T4	1	1325
T5	1	1075
T6	1	1900
T7	1	1520
T1	2	3000
T2	2	2400
T3	2	2330
T4	2	1325
T5	2	1100
T6	2	1887
T7	2	1543
T1	3	2975
T2	3	2630
T3	3	2450
T4	3	1375
T5	3	1100
T6	3	2100
T7	3	1820

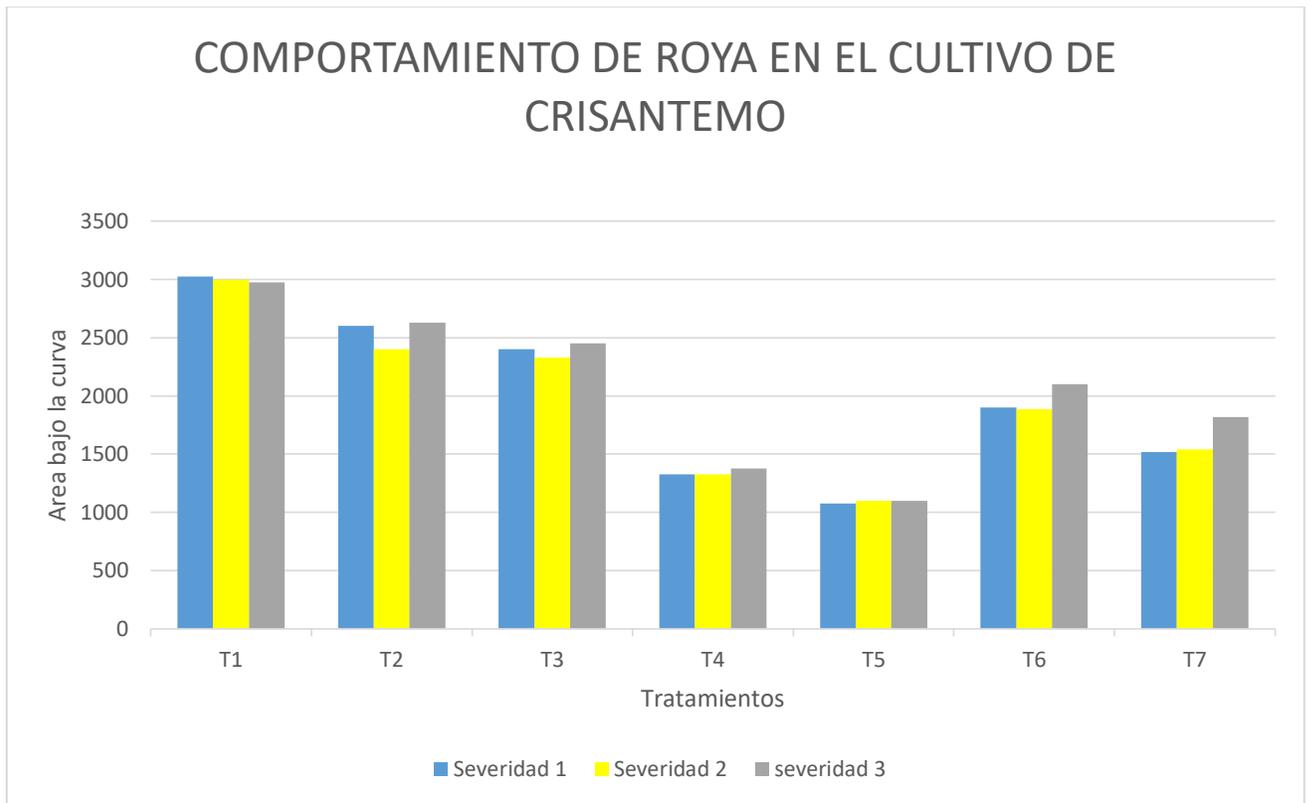


Figura 17. Comportamiento observado por repeticiones de la enfermedad de roya del cultivo de crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepequez.

El mayor control según la figura, es del tratamiento 5 (Isoprothiolano 1.72 L/ha), seguido del tratamiento 4 (Isoprothiolano 1.14 L/ha), lo cual coincide con la figura 15, de epidemiología realizada y con el análisis estadístico.

### 2.7.5. Análisis estadístico de roya (*Puccinia horiana*) en el cultivo de crisantemo

El análisis estadístico se realizó con los datos de área bajo la curva calculados de los porcentajes de severidad obtenidos. En el cuadro 20 se presentan los resultados del ANDEVA realizado.

Cuadro 20. Análisis de la Varianza (SC tipo I) con los datos de severidad, de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

F.V	SC	gl	CM	F	Valor de p
Modelo	8600929	8	1075116	184.69	0.0001
Tratamiento	8544650	6	1424108	244.65	0.0001
Bloque	56278.57	2	28139.29	4.83	0.0289
Error	69853.43	12	5821.12		
Total	8670782	20			

CV: 3.83

Por lo tanto, existe diferencia estadística significativa en los tratamientos, lo que indica que al menos un tratamiento tiende a ser mejor que los demás en control de roya (*Puccinia horiana*) en el cultivo de crisantemo por lo que se es necesario realizar un análisis de contraste ortogonales presentados en los cuadros 21, 22 y 23.

Cuadro 21. Planteamiento de contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Contraste	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	6	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	0	2	2	-1	-1	-1	-1
3	0	0	0	1	1	-1	-1
4	0	0	0	0	0	1	-1
5	0	1	-1	0	0	0	0
6	0	0	0	1	-1	0	0

Cuadro 22. Coeficientes de los contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Ct. 1	Ct. 2	Ct. 3	Ct. 4	Ct. 5	Ct. 6
T1	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	-1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00
T3	-1.00	2.00	0.00	0.00	-1.00	0.00
T4	-1.00	-1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
T5	-1.00	-1.00	1.00	0.00	0.00	-1.00
T6	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	0.00	0.00
T7	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.00	0.00

Cuadro 23. Resumen de Infostat de los contrastes de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Contraste	SC	gl	CM	F	Valor de p
<b>Contraste 1</b>	7040.00	3540114.29	1.00	3540114.29	608.15	0.0001
<b>Contraste 2</b>	3850.00	3705625.00	1.00	3705625.00	636.58	0.0001
<b>Contraste 3</b>	-1156.67	1003408.33	1.00	1003408.33	172.37	0.0001
<b>Contraste 4</b>	334.67	168002.67	1.00	168002.67	28.86	0.0002
<b>Contraste 5</b>	150.00	33750.00	1.00	33750.00	5.80	0.0330
<b>Contraste 6</b>	250.00	93750.00	1.00	93750.00	16.11	0.0017
<b>Total</b>		8544650.29	6.00	1424108.38	244.65	0.0001

Para el análisis de los contrastes:

En el contraste 1, existe diferencia significativa entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos debido a que el análisis para los contrastes en INFOSTAT se realizó con el tratamiento que presente mayor cantidad de área bajo la curva con respecto a los otros tratamientos, en el análisis el valor de los contrastes indica hacia que signo esta la diferencia significativa, entonces para este análisis es necesario que se tome en cuenta los tratamientos que presenten menor área bajo la curva pues indican el control parcial de la enfermedad.

Para el contraste 2, existe diferencia significativa entre los tratamientos 2 (Triforine 0.8 L/ha) y 3 (Triforine 1.2 L/ha) comparados con los otros tratamientos sin embargo como se está evaluando la menor área bajo la curva y el valor de los contrastes es positivo los mejores tratamientos están entre el 4 (Isoprotilano 1.14 L/ha), 5 (Isoprotilano 1.72 L/ha), 6 (Pyraclostrobin + Fluxapyroxad 0.16 L/ha) y 7 (Pyraclostrobin + Fluxapyroxad 0.24 L/ha).

Para el contraste 3, existe diferencia significativa entre los tratamientos 4 (Isoprotilano 1.14 L/ha), 5 (Isoprotilano 1.72 L/ha) y 6 (Pyraclostrobin + Fluxapyroxad 0.16

L/ha),7 (Pyraclostrobin + Fluxapyroxad 0.24 L/ha), debido a que el valor de los contrastes es negativo el mejor tratamiento esta entre el 4 y 5.

Para el contraste 6, en donde se compararon la dosis alta y baja de isoprotiolano y el valor de los contrastes es positivo entonces el mejor tratamiento es el 5 con la dosis alta.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de trabajo que establece que el tratamiento a base de Triforine en la dosis de 1.2 L/ha, mostrará mayor control de la enfermedad de roya (*Puccinia horiana*), ya que el tratamiento a base de isoprotiolano en la dosis de 1.74 L/ha presentó los mejores resultados, seguido de isoprotiolano en la dosis de 1.14 L/ha.

## **2.7.6. Análisis económico**

### **2.7.6.1. Tasa marginal de retorno**

El análisis económico se realizó bajo las indicaciones que según el CYMMYT (1988) es la metodología a considerar al momento de realizó un análisis de tasa marginal e retorno.

### **2.7.6.2. Costos variables**

Para determinar los costos variables, es necesario conocer el precio por unidad y la cantidad a utilizar por ha (cuadro 24).

Cuadro 24. Costos variables, de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Descripción	Dosis/ha		Presentación	Precio unitario (Q)	Costos variables (Q)
1	Testigo	0		0	0	0
2	Triforine dosis baja	0.8	L	L	321.15	256.92
3	Triforine dosis alta	1.2	L	L	321.15	385.38
4	Isoprotiolano dosis baja	1.14	L	L	239.25	272.75
5	Isoprotiolano dosis alta	1.72	L	L	239.25	411.51
6	Pyraclostrobin + Fluxapiraxad dosis baja	0.16	120 ml	120 ml	272.95	363.93
7	Pyraclostrobin + Fluxapiraxad dosis baja	0.24	120ml	120ml	272.95	545.9

### 2.7.6.3. Ingresos

El CYMMYT (1988), establece que es necesario ajustar los rendimientos debido a que en parcelas establecidas para investigación se tiene un mejor manejo que en parcelas definitivas sin fines de investigación, para evitar esta diferencia se ajustan los rendimientos con un 10 % a 20 % por debajo de los rendimientos en investigaciones (cuadro 25).

Cuadro 25. Ingresos por comercialización de crisantemo de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Descripción	Porcentaje de rechazo	Rendimiento bruto	Rendimiento real	Ingreso
1	Testigo	50	253125	215156	Q. 126,562.50
2	Triforine dosis baja	28	364500	309825	Q. 262,440.00
3	Triforine dosis alta	25	379688	322734	Q. 284,765.63
4	Isoprotiolano dosis baja	5	480938	408797	Q. 456,890.63
5	Isoprotiolano dosis alta	2	496125	421706	Q. 486,202.50
6	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja	15	430313	365766	Q. 365,765.63
7	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja	10	455625	387281	Q. 410,062.50

#### 2.7.6.4. Beneficio

El beneficio neto es la diferencia entre los ingresos totales y los costos que varían por ha presentado. En el cuadro 26 se presenta los valores obtenidos para el beneficio neto por ha de la enfermedad

Cuadro 26 Beneficio neto por ha de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Rubro	Tratamiento						
	1	2	3	4	5	6	7
	Testigo	Triforine dosis baja	Triforine dosis alta	Isoprotiolano dosis baja	Isoprotiolano dosis alta	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja	Pyraclostrobin + Fluxaproxad dosis baja
<b>Ingresos</b>	Q. 126,562.50	Q. 262,440.00	Q. 284,765.63	Q. 456,890.63	Q. 486,202.50	Q. 365,765.63	Q. 410,062.50
<b>Costos que varían</b>	Q. 0.00	Q. 256.92	Q. 385.38	Q. 272.75	Q. 411.51	Q. 363.93	Q. 545.90
<b>Beneficio Neto</b>	Q. 126,562.50	Q. 262,183.08	Q. 284,380.25	Q. 456,617.88	Q. 485,790.99	Q. 365,401.69	Q. 409,516.60

#### **2.7.6.5. Tasa mínima aceptable**

El Costo marginal es la diferencia entre los costos que varían para cada uno de los tratamientos evaluados. Para establecer el tratamiento a recomendar se compara la tasa marginal de retorno de cada uno de los tratamientos con la tasa marginal mínima aceptable que según el CYMMYT (1988), existen tres metodologías para determinar esta tasa sin embargo, debido a las condiciones del lugar la que mejor se adaptó a esto fue la del mercado informal del capital que consiste en establecer una tasa de interés que puede ganar el agricultor al dar el algún monto económico en forma de préstamo por el tiempo del cultivo y a esto adicionarle un beneficio que por lo general es del doble del interés propuesto.

En San Juan Sacatepéquez, al momento de realizar un préstamo por lo general operan intereses del 7 % mensual, en un año de producción esto asciende a 84 % al aplicar el beneficio que generalmente se le coloca el doble es igual a 168 % que sería la tasa mínima aceptable (CYMMYT, 1988).

#### **2.7.6.6. Análisis de dominancia**

Se realizó el análisis de dominancia, en donde se ordenan de menor a mayor los costos que varían de cada tratamiento, se dice que un tratamiento es dominado cuando el beneficio del mismo es menor o igual al del tratamiento anterior y se le coloca una letra D (cuadro 27).

Cuadro 27. Análisis de dominancia de la enfermedad de roya delcrisantemos (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Descripción	Costos variables (Q)	Beneficio neto	Dominancia
1	Testigo	0	126562.5	ND
2	Triforine dosis baja	256.92	262183.08	ND
4	Isoprotilano dosis baja	272.75	456617.88	ND
6	Pyraclostrobin + Fluxapiroxad dosis baja	363.93	365401.69	D
3	Triforine dosis alta	385.38	284380.25	D
5	Isoprotilano dosis alta	411.51	485790.99	ND
7	Pyraclostrobin + Fluxapiroxad dosis baja	545.9	409516.6	D

Para determinar si un tratamiento es dominado se toma el siguiente parámetro, en el paso de tratamiento de Isoprotilano dosis baja a Pyraclostrobin + Fluxapiroxad dosis baja si el cambio en los beneficios disminuye o es igual se dice que el tratamiento es dominado y se le coloca la letra D, los tratamientos de Pyraclostrobin + Fluxapiroxad dosis baja, Triforine dosis alta, Pyraclostrobin + Fluxapiroxad dosis alta no se tomaron en cuenta para el análisis marginal pues están dominados.

#### 2.7.6.7. Análisis de la tasa marginal de retorno

Para determinar la tasa marginal de retorno es necesario realizar las operaciones correspondientes para establecer cada una de las variables detalladas a continuación:

$$Tasa\ marginal\ de\ retorno = \frac{\text{Beneficio marginal}}{\text{Costo marginal}} * 100$$

En el cuadro 28, se presenta el beneficio marginal de los tratamientos evaluados

Cuadro 28. Tasa marginal de retorno de la evaluación de la enfermedad de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*).

Tratamiento	Descripción	Costos variables	Costo marginal	Beneficio neto	Beneficio marginal	Tasa marginal (%)	Tasa mínima (%)
1	Testigo	Q0.00	-	Q. 126,562.50	-		168
2	Triforine dosis baja	Q. 256.92	Q. 256.92	Q. 262,183.08	Q. 135,620.58	52787.08	
4	Isoprotiolano dosis baja	Q. 272.75	Q. 15.83	Q. 456,617.88	Q. 194,434.80	1228655.92	
5	Isoprotiolano dosis alta	Q. 411.51	Q. 138.77	Q. 485,790.99	Q. 29,173.11	21023.39	

Según el CYMMYT (1988): Para recomendar un tratamiento se debe de comparar con la tasa mínima de retorno antes establecida, por lo tanto al pasar del tratamiento testigo a Triforine dosis baja, de Triforine dosis baja a Isoprotiolando dosis baja y de isoprotiolano dosis baja a isoprotiolano dosis alta, en los tres resultados la tasa marginal de 52,787 %, 1,228,655 % y 21,023 % respectivamente supera la tasa mínima aceptable de 168 %, por tal razón los tres cambios de tecnología son recomendados y en este caso si es procedente pasar de Isoprotiolano dosis baja a Isoprotiolano dosis alta, ya que la tasa marginal de retorno es de 21,023 % mayor a la tasa mínima aceptable de 168 %.

## 2.8. CONCLUSIONES

1. Para la determinación de la incidencia y severidad de roya en crisantemo se identificó que el Isoprotilano 1.72 L/ha que es el tratamiento 5, si se encontró una diferencia significativa para días de control de la roya blanca en el cultivo a diferencia de los demás tratamientos.
2. En la determinación del ingrediente activo que disminuyó la severidad de la roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana*) presentando un mayor control en la enfermedad o población del patógeno. Siendo el tratamiento 5 como ingrediente activo Isoprotilano con una dosis de 1.72 L/ha conocido en el mercado como Fuji-one 40 EC
3. El tratamiento recomendable según el análisis de la tasa marginal de retorno fue el Isoprotilano 1.72 L/ha con una tasa marginal de retorno de 21,023 % aunque el porcentaje de rechazo producido por roya del crisantemo (*Puccinia horiana*) fue del 2 %, fue el producto que mejor control tuvo en la enfermedad.

## 2.9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el tratamiento 5 a base de Isoprotilano a una dosis de 1.72 L/ha, ya que el mismo al realizar la prueba de Contrastes Ortogonales con un 95 % de certeza se establece que estadísticamente tiene diferencia significativa y económicamente también dio resultado aceptable con una tasa marginal de retorno del 21,023.39 % superior a la tasa marginal mínima aceptable de 168 %.
2. Realizar aplicaciones cada 8 días al utilizar Fiji-one a una dosis de 1.72 L/ha, en el cultivo de crisantemo para la enfermedad de roya (*Puccinia horiana*), ya que se llega a un mayor control de la enfermedad comparado con los otros tratamientos, obteniendo únicamente un dos por ciento de rechazo del cultivo del crisantemo.
3. Evaluar otros productos para el control de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*) para disminuir el porcentaje de rechazo asimismo buscando alternativas de rotación de productos para evitar la resistencia de la enfermedad en la planta.

## 2.10. BIBLIOGRAFÍAS

1. Álvarez, GA; Santos, M; Centes, L. 2015. Extracción y formulación artesanal de *Cladosporium uredinicola* biocontrolador de *Puccinia horiana*. Guatemala, USAC, DIGI. Consultado 15 set. 2015. Disponible en: <http://www.digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2014-31.pdf>
2. ASOCOLFAX (Asociación Colombiana de Exportadores de Flores, Colombia). 2005. Medidas para evitar la roya blanca en Antioquia (en línea). Colombia. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en [www.asocolflores.org](http://www.asocolflores.org)
3. Chávez Delgado, AA. 2014. Evaluación de flutolanil para el control de *Rhizoctonia solani* en semillero de crisantemo (*Chrysanthemum* spp.); San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 2-13. Consultado 14 set. 2015. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/16/Chavez-Andrea.pdf>
4. Cumes, S. 2008. Etiología, incidencia, severidad y distribución del tizón de crisantemo, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis. Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 4-17. Consultado 14 set. 2015. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2395.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2395.pdf)
5. CYMMYT, México. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: manual metodológico de evaluación económica. México. 86 p.
6. De Guate, Guatemala. 2013. Economía de San Juan Sacatepéquez (en línea). Guatemala. Consultado 20 set. 2015. Disponible en: <http://www.deguate.com/municipios/pages/guatemala/san-juan-sacatepequez/economia.php#.WMYdJjuGO01>
7. Del Pino Baraja, M; Giménez, J. 1996. La roya blanca del crisantemo llega a España (en línea). Valencia, España, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Área de Protección de los Cultivos, Comunitat Valenciana Agraria. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en [http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/proteccion\\_vegetal/15tema51.pdf](http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/proteccion_vegetal/15tema51.pdf)
8. EDIS, US. 2005. Servicio de extensión cooperativa de la florida (en línea). Estados Unidos, University of Florida, IFAS, EDIS. Consultado 14 mar. 2017. Disponible en: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/fe573>
9. El cultivo de crisantemo (en línea). 1999. España, InfoAgro. Consultado 15 set. 2015. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/crisantemo.htm>
10. Google Earth. 2016. San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 14 mar. 2017. Disponible en

<http://www.maplandia.com/guatemala/guatemala/sn-juan-sacatep/san-juan-sacatepequez/>

11. Guzmán, D. 2008. Experiencias en el uso de solarizado en condiciones de invernadero para el control de nematodos en crisantemo *Chrysanthemum morifolium*, en San Pedro Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 20-36. Consultado 22 jun. 2014. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2568.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2568.pdf)
12. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2.
13. López Bautista, EA; González Ramírez, BH. 2014. Diseño y análisis de experimentos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 74-76.
14. Mejía Ajcucún, LA. 2008. Estudio fitopatológico en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura y Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 70-78. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2419.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2419.pdf)
15. NAPPO (North American Plant Protection Organization, US). 2007. Notificaciones oficiales de plagas, sistema de alerta fitosanitaria: roya blanca de los crisantemos (*Puccinia horiana* Henn). Consultado 15 set. 2015. Disponible en: <http://www.pestalert.org/espanol/viewArchPestAlert.cfm?rid=18&keyword=puccinia%20horiana>
16. National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals. 2002. Evaluation of the new active triforine, isopriolano, pyraclostrobin + fluxapyroxad. US. 3 p.
17. Salmerón de Diego, J. 1989. Plagas y enfermedades de los crisantemos (en línea). Hojas Divulgadoras no. 5/89 HD. p. 2-16. Consultado 20 set. 2015. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1989\\_05.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_05.pdf)
18. SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México). 1997. Norma oficial mexicana 10-25-94 (en línea). México. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en <http://faolex.fao.org/docs/texts/mex13097.doc>
19. Varcárcel, F. 2008. Enfermedad problemática: roya blanca del crisantemo *Puccinia horiana* Henn (en línea). Costa Rica, CropLife Latin America. Consultado 16 set. 2015. Disponible en: <http://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-blanca-del-crisantemo>

20. Vicente Pérez, ME. 2012. Diseño del Centro Floricultural y Floristería Municipal en San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis Arq. Guatemala, USAC. p. 28-31. Consultado 20 set. 2015. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3245.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3245.pdf)

## 2.11. ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 18A. Semillero del cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), San Juan Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 19A. Área de trabajo de la evaluación de roya (*Puccinia horiana*), del cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), San Juan Sacatepéquez.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 20A. Aplicación de fungicidas en el área de trabajo de la evaluación de roya (*Puccinia horiana*), del cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), San Juan Sacatepéquez



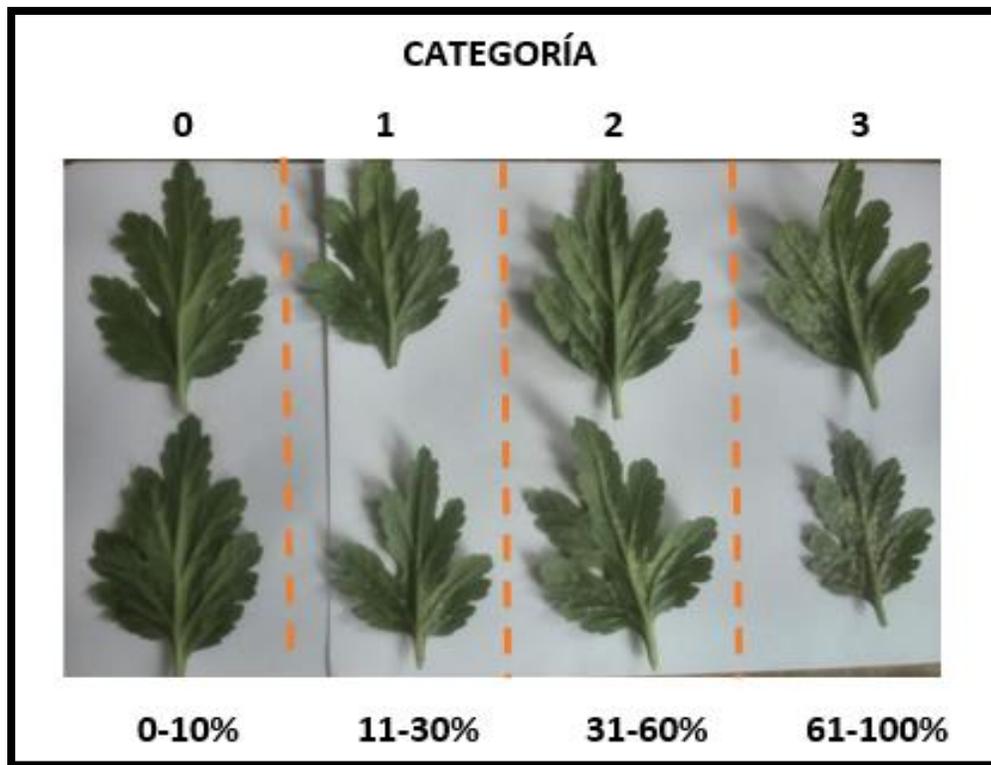
Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 21A. Delimitación del área trabajada de la evaluación de roya (*Puccinia horiana*), del cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), San Juan Sacatepéquez.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 22A. Pustulas en hoja infectada de la enfermedad de roya en crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez.



Fuente: elaboración propia, 2016.

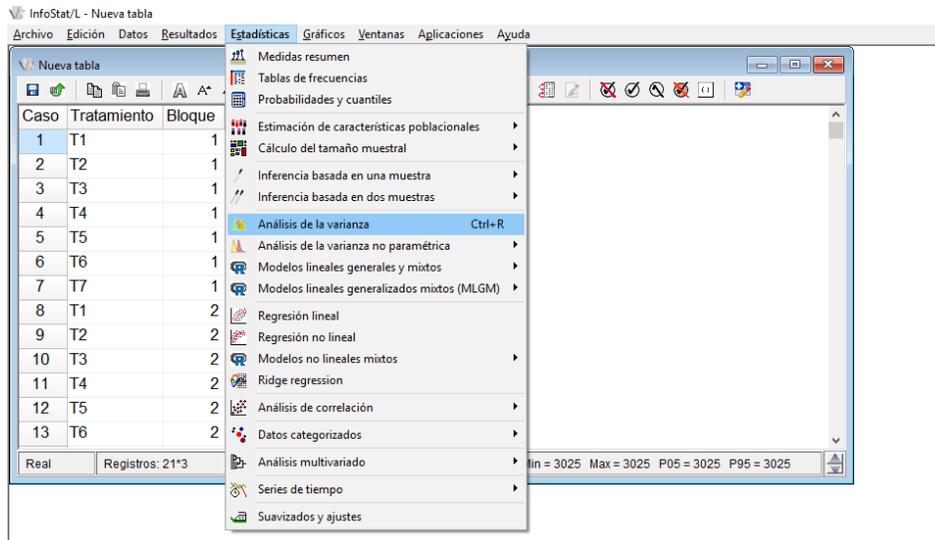
Figura 23A. Categorías de severidad de la evaluación de roya en crisantemo, San Juan Sacatepéquez.

Cuadro 29A. Datos ordenados de la evaluación de la roya del crisantemo (*Puccinia horiana*) de los índices de severidad para introducirlos a INFOSTAT

Tratamiento	Bloque	Indice
T1	1	3025
T2	1	2600
T3	1	2400
T4	1	1325
T5	1	1075
T6	1	1900
T7	1	1520
T1	2	3000
T2	2	2400
T3	2	2330
T4	2	1325
T5	2	1100
T6	2	1887
T7	2	1543
T1	3	2975
T2	3	2630
T3	3	2450
T4	3	1375
T5	3	1100
T6	3	2100
T7	3	1820

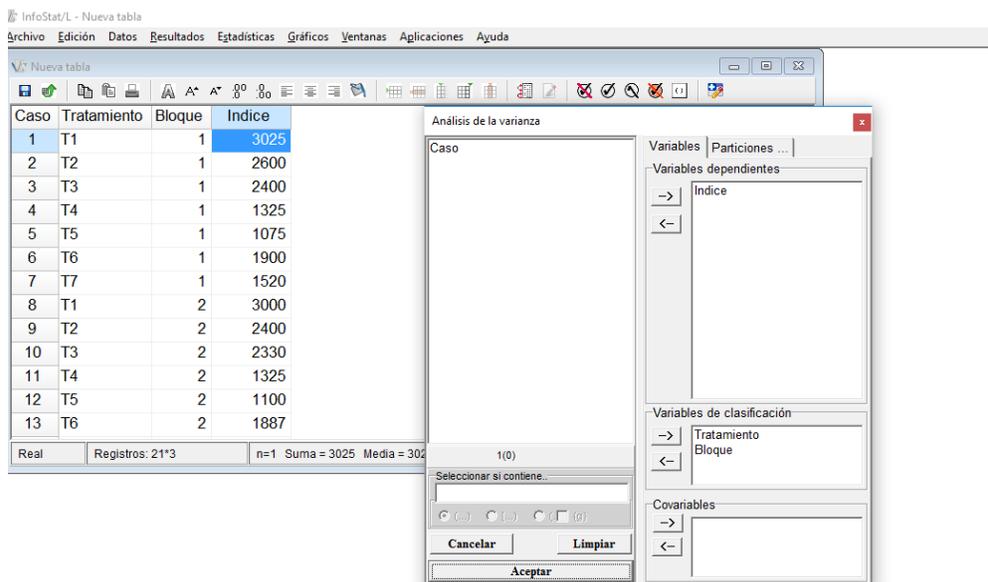
Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 30A. Análisis de varianza INFOSTAT, de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 31A. Ordenar las variables en INFOSTAT de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 32A. Ingreso de Contrastes Ortogonales de la evaluación de roya del crisantemo (*Puccinia horiana*), San Juan Sacatepéquez.

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Caso	Tratamiento	Bloque	Indice
1	T1	1	3025
2	T2	1	2600
3	T3	1	2400
4	T4	1	1325
5	T5	1	1075
6	T6	1	1900
7	T7	1	1520
8	T1	2	3000
9	T2	2	2400
10	T3	2	2330
11	T4	2	1325
12	T5	2	1100
13	T6	2	1887

Real    Registros: 21\*3    n=1    Suma = 3025    Media = 302

SC Tipo I     Sólo generar tabla resumen con    Guardar

Agregar Interacciones     Residuos

Aceptar     Cancelar     Ayuda     Predichos

Res estud.

Abs(residuos)

Sobrescribir

Análisis de la varianza

Modelo | Comparaciones | Contrastes

Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7

Tratamiento:   Controlar ortogonalidad

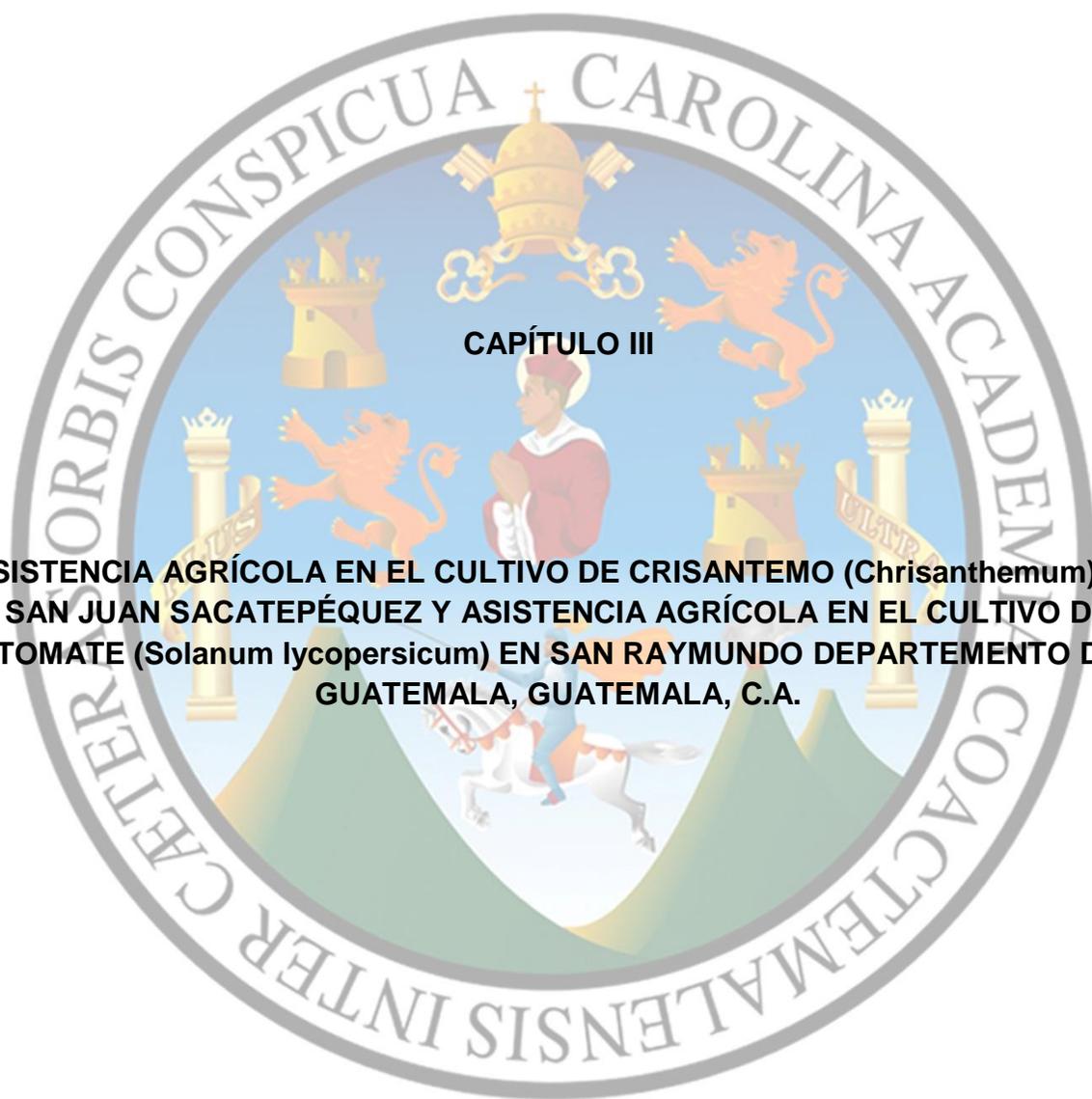
Matriz de contrastes:

```

6 -1 -1 -1 -1 -1 -1
0 2 2 -1 -1 -1 -1
0 0 0 1 1 -1 -1
0 0 0 0 1 -1 -1
0 1 -1 0 0 0 0
0 0 0 1 -1 0 0

```

Fuente: elaboración propia, 2017.



**CAPÍTULO III**

**ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum*) EN SAN JUAN SACATEPÉQUEZ Y ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN SAN RAYMUNDO DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.**

### 3.1. PRESENTACIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- Los servicios se realizaron en dos municipios del departamento de Guatemala, localizados estos en el área del Altiplano I, San Juan y San Raymundo, Sacatepéquez, con el apoyo económico de la empresa, Promociones Agrícolas e Industriales S.A.

El primer servicio consistió en brindar asistencia agrícola en el cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum*); en el municipio de San Juan Sacatepéquez, finalizando con charlas del manejo de los productos químicos utilizados, para el control de plagas y enfermedades y como resultados se generó un programa de productos químicos que los productores de la zona puedan utilizar adecuadamente todos los productos químicos.

El segundo servicio fue brindar asesoría técnica a los agricultores cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el manejo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, en el municipio de San Raymundo, así mismo se realizaron capacitaciones y como resultados obtenidos se realizaron parcelas demostrativas y charlas para el control de plagas y enfermedades

### **3.2. SERVICIO 1. ASISTENCIA TECNICA PARA LOS AGRICULTORES DEL CULTIVO DE CRISANTEMO (*Chrysanthemum*), EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

#### **3.2.1. OBJETIVOS**

1. Capacitar a los agricultores en el manejo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.
2. Realizar parcelas agrícolas demostrativas con los productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A.

#### **3.2.2. METODOLOGÍA**

- Durante el ejercicio profesional supervisado se realizaron dos parcelas demostrativas de diferentes edades para el manejo de crisantemo, trabajando dos tablones de 30 m. de largo por 1.5 m. de ancho cada tablón,
- se utilizaron productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A. para el cual se contó con apoyo del personal de calidad de la empresa y parte del personal de la zona del área trabajada.
- Las aplicaciones se realizaron, según los requerimientos que el cultivo necesitaba, así como el control de plagas y enfermedades.

### **A. Capacitación a agricultores de crisantemo**

- Se tiene programada una capacitación a cerca del manejo del cultivo de crisantemo, dirigida a los agricultores de la zona.
- La capacitación se divide en generalidades y manejo adecuado de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, así como nutrición de la planta de crisantemo.

### 3.2.3. RESULTADOS

#### 3.2.3.1. Capacitaciones a los productores de San Juan Sacatepéquez promoviendo los productos de la empresa PROMOAGRO S.A.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 24. Capacitaciones a los agricultores de crisantemo de San Juan Sacatepéquez.

### 3.2.3.2. Parcelas agrícolas demostrativas utilizando los productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A.



Fuente: elaboración propia, 2018

Figura 25. Parcelas demostrativas de San Juan Sacatepéquez

### Cuadro 33. Productos utilizados por los agricultores en el programa de Promoagro S.A.

**Cultivo:** Crisantemo

**Fecha de trasplante:** 11/09/2015

**Ubicación:** Chitoj, San Juan Sacatepéquez

Seguimiento y asistencia técnica proporcionada por el equipo de PROMOAGRO



**Productor:** Lázaro Pirir

Día	Producto	Dosis por bomba 16 L	Dosis por tonel	Forma de aplicación
26	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
	ELEVADOR	2 copas	500 cc	
39	CABRIO TOP WP	4 copas	750 gr	FOLIAR
	SANMITE 20 WP	2 copas	20 copas	
42	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	FOLIAR
46	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
53	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
62	ZAPADOR 20 SC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	
65	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
67	MONCUT 50 WP	3 copas	38 copas	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
71	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	FOLIAR
77	MILBEKNOK 1 EC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
	CABRIO TOP WP	1/2 copa	6 copas	

Cultivo: Crisantemo



Productor: Lázaro Pirir

Fecha de transplante: 18/09/2015

Ubicación: Chitol, San Juan Sacatepéquez

Seguimiento y asistencia técnica proporcionada por el equipo de PROMOAGRO

Día	Producto	Dosis por bomba 16 L	Dosis por tonel	Forma de aplicación
19	MONCUT 50 WP	2 copas	38 copas	AL PIE DE LA PLANTA
	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	
	BASE XT	2 copas	20 copas	
22	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
25	CABRIO TOP	4 copas	750 gr	FOLIAR
32	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
	SANMITE 20 WP	2 copas	20 copas	
36	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
	MONCUT 50 WP	2 copas	38 copas	
	FITOBOLIC	2 copas	1/2 lt.	
	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	
40	MILBEKNOK 1 EC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
47	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	FOLIAR
	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
	FITOBOLIC	2 copas	1/2 lt.	
51	ZAPADOR 20 SC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	
59	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
65	MONCUT 50 WP	3 copas	38 copas	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
70	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	FOLIAR
76	MILBEKNOK 1 EC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
	CABRIO TOP	1/2 copa	6 copas	

### **3.2.4. EVALUACIÓN**

Con las parcelas demostrativas realizadas, se logró brindar asistencia técnica en el cultivo de crisantemo, presentando nuevas opción de control de plagas y enfermedades, así mismo utilizando productos para nutrición de la planta.

A la capacitación acudió un aproximado de 80% de los agricultores de crisantemo invitados, logrando brindar información de importancia de los agroquímicos y su buen uso.

Realizando las aplicaciones de agroquímicos de la empresa PROMOAGRO S.A. en las parcelas demostrativas, observando las necesidades de las plantas y las plagas y enfermedades que se presentaran, se logró observar control que hubo en el ciclo del cultivo.

### **3.3. SERVICIO 2. ASISTENCIA AGRÍCOLA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*), EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, SACATEPEQUEZ.**

#### **3.3.1. OBJETIVOS**

1. Capacitar a los agricultores en el manejo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.
2. Realizar parcelas agrícolas demostrativas utilizando los productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A.

#### **3.3.2. METODOLOGÍA**

Durante el ejercicio profesional supervisado se realizó el manejo de un macro túnel del cultivo de tomate, de 75 m de largo el cual cuenta con 3 camas de 0.60 m, se utilizaron productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A. para lo cual se contó con el apoyo del personal de calidad de la empresa y parte del personal de la finca.

Las aplicaciones se realizaron, según los requerimientos que fueron presentando las plantas, así como el control de plagas y enfermedades.

##### **A. Capacitación a los agricultores**

- Se tiene programada una capacitación a cerca del manejo del cultivo de crisantemo, dirigida a los agricultores de la zona.
- La capacitación se divide en generalidades y manejo adecuado de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, así como nutrición de la planta de crisantemo

### 3.3.3. RESULTADOS

#### 3.3.3.1. Capacitaciones a los productores de San Juan Sacatepéquez promoviendo los productos de la empresa PROMOAGRO S.A.



Fuente: elaboración propia, 2018

**3.3.3.2. Parcelas agrícolas demostrativas utilizando los productos químicos de la empresa PROMOAGRO S.A.**



Figura 26. Parcelas demostrativas utilizando los productos de la empresa Promoagro S.A.

Cuadro 34. Productos utilizados por los agricultores en el programa de Promoagro S.A.

Variedad: Retana



Productor: Noel Ruíz

Fecha de trasplante: 20 de agosto de 2015

Población de plantas total: 350 plantas

Ubicación: La Ciénaga, San Raymundo Sacatepéquez, Guatemala

Seguimiento y asistencia técnica proporcionada por el equipo de PROMOAGRO y trabajadores de la finca

Día	Producto	Dosis por bomba 25 L	Dosis por tonel	Forma de aplicación
20	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	FOLIAR
	STARKLE 20 SG	3/4 copa	250 gr	
	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	
	ELEVADOR	2 copas	500 cc	
22	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
27	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
	ZAPADORL 0.3 GR	10 gramos por metro cuadrado		AL PIE DE LA PLANTA
34	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
40	RANMAN	10 cc	100 cc	FOLIAR
	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	
	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	
	STARKLE 20 SG	3/4 copa	250 gr	
44	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	FOLIAR
	CABRIO TOP WP	4 copas	750 gr	
	ZAPADOR 20 SC	1/2 copa	6 copas	
47	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	FOLIAR
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
	FITOBOLIC	2 copas	1/2 lt	
51	SANMITE 20 WP	2 copas	20 copas	FOLIAR
	RANMAN	10 cc	100 cc	
54	ZAMPRO	30 cc	400 cc	
58	VIVACE 50 SC	10 cc	120 cc	FOLIAR
	RANMAN	10 cc	100 cc	
60	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
	EVISECT 33.4 SP	2 copas	200 gr	
	APPLAUD 25 SC	1 copa	13 copas	

65	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
68	RANMAN	10 cc	100 cc	FOLIAR
	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	
	MILBEKNOK 1 EC	1/2 copa	6 copas	
72	AGRY-GENT PLUS 8 WP	2.5 copas	500 gr	FOLIAR
	MIMIC 24 SC	1/2 copa	125 cc	
	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	
	FITOBOLIC	2 copas	1/2 lt	
77	CABRIO TOP WP	4 copas	750 gr	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
	ELEVADOR	2 copas	500 cc	
81	<b>VIVACE 50 SC</b>	<b>10 cc</b>	<b>120 cc</b>	FOLIAR
88	RANMAN	10 cc	100 cc	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
	CABRIO TOP WP	1/2 copa	6 copas	
93	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
99	CABRIO TOP WP	4 copas	750 gr	FOLIAR
102	ZAPADOR 20 SC	1/2 copa	6 copas	FOLIAR
	BANGUARD 80 WG	4 copas	800 gr	
106	SAPROL 19 EC	25 cc	325 cc	FOLIAR
109	<b>VIVACE 50 SC</b>	<b>10 cc</b>	<b>120 cc</b>	FOLIAR
113	RANMAN	10 cc	100 cc	FOLIAR
119	CABRIO TOP WP	1/2 copa	6 copas	FOLIAR

### **3.3.4. EVALUACIÓN**

Con las parcelas demostrativas realizadas, se logró brindar asistencia técnica en el cultivo de crisantemo, presentando nuevas opciones de control de plagas y enfermedades, así mismo utilizando productos para nutrición de la planta. A la capacitación acudió un aproximado de 85 % de los agricultores invitados, logrando brindar información de importancia de los agroquímicos y su buen uso.

Realizando las aplicaciones de agroquímicos de la empresa PROMOAGRO S.A. en las parcelas demostrativas, observando las necesidades de las plantas y las plagas y enfermedades que se presenta

### 3.3.5. BIBLIOGRAFÍA

1. Chávez Delgado, AA. 2014. Evaluación de flutolanil para el control de *Rhizoctonia solani* en semillero de crisantemo (*Chrysanthemum* spp.); San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 2-13. Consultado 14 mayo 2016. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/16/Chavez-Andrea.pdf>
2. Cumes Mantanico, SY. 2008. Etiología, incidencia, severidad y distribución del tizón de crisantemo, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala (en línea). Tesis. Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 4-17. Consultado 14 set. 2015. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2395.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2395.pdf)
3. El cultivo de crisantemo (en línea). 1997. España, InfoAgro. Consultado 14 mayo 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/flores/flores/crisantemo.htm>
4. El cultivo de tomate (en línea). 1997. España, InfoAgro. Consultado 14 mayo 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>