

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



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE SEIS FUNGICIDAS CURATIVOS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus*) EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS VARIEDAD CLAUDINE (*Phaseolus vulgaris* L.); DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE BASF S.A. –ICTA- LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**NELSON ERNESTO PÉREZ REYES**

201121967

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE SEIS FUNGICIDAS CURATIVOS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus*) EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS VARIEDAD CLAUDINE (*Phaseolus vulgaris* L.); DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE BASF S.A. -ICTA- LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR**

**NELSON ERNESTO PÉREZ REYES**

**201121967**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA NOVIEMBRE DE 2018**



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

**RECTOR**

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
<b>VOCAL I</b>	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
<b>VOCAL II</b>	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
<b>VOCAL III</b>	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
<b>VOCAL IV</b>	Per. Agr. Carlos Waldemar de León Samayoa
<b>VOCAL V</b>	Per. Agr. Marvin Manolo Sicajaú Pec
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, noviembre de 2018



Guatemala, noviembre de 2018

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: “Evaluación de seis fungicidas curativos para el control de Roya (*Uromyces appendiculatus*) en el cultivo de ejote francés variedad Claudine (*Phaseolus vulgaris* L.); Diagnóstico y servicios realizados en la estación experimental de BASF S.A. –ICTA- La Alameda, Chimaltenango, Guatemala, C.A. ” como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Nelson Ernesto Pérez Reyes



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**MIS PADRES**

José Ernesto Pérez García y Zoila Victoria Reyes Hernández, a quienes agradezco su apoyo incondicional, amor, comprensión y hacer realidad este sueño a través de su esfuerzo y amor.

**MI HERMANA**

Lourdes Victoria Pérez Reyes, por su apoyo y cariño que siempre hemos tenido como hermanos.

**MI NOVIA**

Alejandra Agosto por su apoyo, cariño y comprensión.

**MIS ABUELOS**

Por su cariño brindado y ser parte de mi vida.

**MIS TIOS**

Gracias por todo el cariño brindado y estar presentes en momentos importantes en mi vida.

**MIS PRIMOS**

Gracias por el cariño que siempre nos hemos tenido y haber pasado tantos momentos juntos.

**MIS AMIGOS**

Ismael Parada, Mateo Rodríguez, Gustavo Velázquez, Antonia Vásquez, Steven Surec, Mario Sologastoa, Oscar Rucal, Julia Castellanos, Julio Rivera, Julio Rompich, Bryan Cisneros, Haroldo Mucia, Erick Salvatierra, Jaime Dubon, Fredy De León, Alma Guerra, José Queche, Dany Santos. Por ser parte importante a lo largo de mi carrera y vida.



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

**Mis padres** por ser un apoyo incondicional en mi vida.

**Mi hermana** por tener tantos recuerdos de nuestra infancia.

**Guatemala** por darme la oportunidad de haber nacido en esta bella tierra.

**Escuela Oficial Rural Mixta San Pedro Las Huertas** por ser parte de mis primeros años en la formación académica.

**Universidad de San Carlos de Guatemala** por ser mi *Alma Mater* y formarme como profesional

**Facultad de Agronomía** por darme el conocimiento y herramientas para ser un profesional

**Ing. Josué Mazate** por brindarme su apoyo en y oportunidad de realizar mi EPS.

**Ing. Víctor Castellanos** por brindarme su apoyo en y oportunidad de realizar mi EPS.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN.....	XI
CAPÍTULO I: Diagnóstico de situación de la estación experimental de la Empresa BASF S.A. ubicada en el interior de del ICTA la Alameda, Chimaltenango.	
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	2
1.2.1 Ubicación geográfica del ICTA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos .....	3
1.4 METODOLOGÍA .....	4
1.4.1 Identificación de las principales actividades con que cuenta la Estación Experimental BASF S.A.....	4
1.5 RESULTADOS .....	4
1.5.1 Conocer y describir las actividades principales que realiza la Estación Experimental BASF S.A.....	4
1.5.2 Describir la infraestructura con que cuenta la Estación experimental BASF S.A. ....	4
1.5.3 Conocer la situación actual de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) en la Estación experimental BASF S.A.....	5
1.6 CONCLUSIONES.....	7
1.7 BIBLIOGRAFÍA .....	8
CAPÍTULO II: Evaluación de seis fungicidas curativos para el control de Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ) en el cultivo de ejote francés variedad Claudine ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) -ICTA- La Alameda, Chimaltenango, Guatemala, C.A.	
2.1 PRESENTACIÓN.....	11
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	13
2.2.1 Generalidades del ejote francés .....	13
2.2.2 Importancia nutricional.....	13
2.2.3 Importancia económica.....	14
2.2.4 Clasificación botánica .....	15
2.2.5 Descripción de la planta .....	15
2.2.6 Fenología de la planta de ejote francés.....	17
2.2.7 Requerimientos del cultivo.....	18
2.2.8 Variedades .....	19
2.2.9 Sistema de producción de ejote francés en Guatemala. ....	20
2.2.10 Tipos de fungicidas según su objetivo sobre el patógeno .....	24
2.2.11 Roya ( <i>Uromycesappendiculatus</i> ).....	25
2.2.12 Epidemiología .....	28
2.2.13 Análisis económico.....	30
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	33



2.3.1	Vías de acceso .....	33
2.3.2	Relieve.....	33
2.3.3	Condiciones climáticas .....	33
2.3.4	Zona de vida.....	34
2.3.5	Geología y suelos .....	34
2.3.6	Productos evaluados .....	34
2.3.7	Tipo de aplicación.....	38
2.3.8	Equipo utilizado en la aplicación.....	38
2.3.9	Momento y frecuencia de la aplicación .....	39
2.4	OBJETIVOS .....	39
2.4.1	General.....	39
2.4.2	Específicos .....	39
2.5	HIPÓTESIS .....	40
2.6	METODOLOGÍA .....	41
2.6.1	Fungicidas evaluados .....	41
2.6.2	Características de la Unidad Experimental.....	42
2.6.3	Metodología experimental .....	43
2.6.4	Análisis de datos.....	45
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
2.7.1	Resumen de resultados .....	47
2.7.2	Análisis epidemiológico por el método de área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). .....	48
2.7.3	Análisis epidemiológico por el método de regresión no lineal .....	53
2.7.4	Producción.....	56
2.7.5	Análisis de económico .....	58
2.8	CONCLUSIONES.....	61
2.9	RECOMENDACIONES .....	62
2.10	BIBLIOGRAFÍA .....	63
2.11	APÉNDICE .....	66
CAPÍTULO II: Servicios realizados en la Estación Experimental de la empresa BASF S.A. en ICTA, La Alameda, Chimaltenango, Guatemala, C.A.		
3.1	INTRODUCCIÓN .....	69
3.2	SERVICIOS 1: REGISTRAR APLICACIONES DE AGROQUÍMICOS PARA GARANTIZAR SU USO ADECUADO Y RACIONAL .....	70
3.2.1	Objetivo general.....	70
3.2.2	Objetivos específicos.....	70
3.2.3	Metodología .....	70
3.2.4	Resultados.....	71
3.3	SERVICIO 2: REALIZACIÓN DE MUESTREOS EN PARCELAS EXPERIMENTALES .....	75
3.3.1	Objetivo general.....	75
3.3.2	Objetivos Específicos.....	75
3.3.3	Metodología .....	75



3.3.4 Resultados.....76  
3.4 BIBLIOGRAFÍA .....77



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Ubicación Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Chimaltenango.....	2
Figura 2. Síntomas de roya en la hoja de ejote frances en Chimaltenango .....	26
Figura 3. Ciclo de la roya <i>Uromyces appendiculatus</i> .....	27
Figura 4. Distribuciones de las unidades experimentales .....	44
Figura 5. Curva del progreso de la enfermedad (severidad) .....	48
Figura 6. Índices de área bajo la curva del progreso de la enfermedad.....	50
Figura 7. Modelos ajustados al tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) .....	54
Figura 8. Modelos ajustados al tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) .....	55
Figura 9. Modelos ajustados al tratamiento Boscalid+Pyraclostrobin (T6) .....	56
Figura 10. Producción en kg/ha de ejote francés .....	57
Figura 11A. Escala de severidad de Roya en Ejote .....	66
Figura 12. Formato de aplicaciones. ....	72
Figura 13. Aplicador con su respectivo equipo de protección personal.....	73
Figura 14. Área restringida para consumir alimentos.....	74
Figura 15. Restricción de animales al área experimental .....	74
Figura 16. Identificación de parcelas.....	74



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 4. Contenido nutricional de ejote francés en 100gr de producto en verde.....	14
Cuadro 5. Exportaciones de ejote en toneladas métricas por año, Guatemala 2010.....	15
Cuadro 6. Requerimientos nutricionales por ha para el cultivo de ejote francés.....	18
Cuadro 7. Ingredientes activos de fungicidas evaluados, Chimaltenango 2016.....	41
Cuadro 8. Resumen de resultados.....	47
Cuadro 9. Resumen de datos del área bajo la curva .....	50
Cuadro 10. Resultados de ANDEVA de la variable área bajo la curva. ....	51
Cuadro 11. Resultados post-ANDEVA de área bajo curva .....	52
Cuadro 12. Modelos ajustados a los diferentes tratamientos.....	53
Cuadro 13. Resumen de datos de rendimiento .....	57
Cuadro 14. Resultados de ANDEVA de la variable producción de ejote (kg/ha).....	58
Cuadro 15. Resultados de post-ANDEVA de la variable producción de ejote.....	58
Cuadro 16. Análisis de presupuesto parcial, para ejote francés.....	59
Cuadro 17. Análisis de dominancia y marginal, para ejote francés.....	60



## RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía, fue realizado en la Estación Experimental de la empresa BASF S.A., durante el periodo de agosto 2015 a mayo 2016, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola La Alameda Chimaltenango, en la cual se realizaron actividades relacionadas con, el diagnóstico, investigación y servicios.

El Capítulo I inicia con el diagnóstico realizado en la Estación Experimental BASF en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola La Alameda Chimaltenango, en el cual describen las actividades principales que realiza la Estación Experimental BASF S.A. En el diagnóstico se logró determinar que la principal actividad que realiza la estación experimental BASF S.A. es la evaluación de nuevas moléculas de plaguicidas en los cultivos como: tomate, papa, chile, ejote, arveja china, cebolla y zucchini.

En el Capítulo II se presenta la investigación que consistió en la evaluación de seis fungicidas curativos para el control de Roya (*Uromyces appendiculatus*) en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), se midió la variable severidad a través del tiempo, para determinar que producto tuvo un mejor control de roya en ejote francés. Para la determinación de los productos que mejor controlan la roya, se realizó un análisis epidemiológico ABCPE y regresión no lineal.

Mediante el análisis epidemiológico ABCPE y estadístico se determinó que los fungicidas con un mejor control sobre la Roya fueron Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Por último, a través del método epidemiológico basado en regresión no lineal, también se demostró que los tratamientos con los mejores controles sobre la enfermedad son Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6).



En el Capítulo III se muestran los servicios realizados en la Estación Experimental de la Empresa BASF S.A., los servicios realizados en dicha estación fueron: A) Seguimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), B) llevar a cabo los muestreos semanales de plagas y enfermedades de las diferentes parcelas experimentales.





**CAPÍTULO I:  
DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EMPRESA  
BASF S.A. UBICADA EN EL INTERIOR DEL ICTA LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO.**



## **1.1 INTRODUCCIÓN**

El diagnóstico tuvo como objetivo conocer y describir las actividades principales que realiza la Estación Experimental BASF S.A.

Para elaborar el diagnóstico, se realizaron recorridos de reconocimiento de área, entrevistas al personal operativo que labora en la estación experimental y al encargado de la misma, llegando a identificar las principales actividades que se realizan en la estación.

La principal actividad que realiza la Estación Experimental BASF S.A. es la evaluación de nuevas moléculas de plaguicidas en los cultivos como: tomate, papa, chile, ejote, arveja china, cebolla y zucchini. La estación experimental cuenta con la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, como también con la infraestructura necesaria para llevar a cabo las diferentes actividades.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Ubicación geográfica del ICTA

El instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, la alameda, se encuentra ubicada en departamento de Chimaltenango a 53 kilómetros de la ciudad capital. Las coordenadas de su ubicación son  $140^{\circ} 39' 30''$  de Longitud Norte y  $90^{\circ} 49' 30''$  de Latitud Oeste, con una altura de 1,786 m s.n.m. (IGN 1980).



Figura 1. Ubicación ICTA, Chimaltenango.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 General**

- Conocer y describir las actividades principales que realiza la estación experimental BASF S.A.

### **1.3.2 Específicos**

- Describir la infraestructura con que cuenta la estación experimental BASF S.A.
- Conocer la situación actual de las buenas prácticas agrícolas (BPA) en la estación experimental BASF S.A.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Identificación de las principales actividades con que cuenta la estación experimental BASF S.A.**

El procedimiento realizado para genera la información primaria requerida para diagnosticar las principales actividades dentro de la estación experimental, fue el reconocimiento de área a través de recorridos acompañado del encargado de la estación, donde se observó, se entrevistó al personal y así mismo al encargado..

De igual manera la información secundaria se substrajo de documentos físicos y digitales.

## **1.5 RESULTADOS**

### **1.5.1 Conocer y describir las actividades principales que realiza la estación experimental BASF S.A.**

La estación experimental tiene como objetivo establecer ensayos de investigación para la validación de nuevas moléculas en cultivos como tomate, chile ejote, arveja china, papa, cebolla y zucchini.

Cada uno de los ensayos establecidos tiene su diseño experimental para luego ser analizados a través de métodos estadísticos. Las variables evaluadas son: incidencia, severidad, peso, tamaño y rendimiento.

### **1.5.2 Describir la infraestructura con que cuenta la estación experimental BASF S.A.**

#### **A. Sistema de riego**

La estación cuenta con sistema de riego por goteo, en el cual también se realiza fertirrigación. Este sistema de riego funciona a través de pozo mecánico. Las mangueras laterales son de polietileno, la tubería secundaria es de 2 pulgadas y la principal de 3 pulgadas las cuales son de Policloruro de Vinilo (PVC).

#### **B. Área de mezcla**

En el área donde se realizan las mezclas de agroquímicos se cuenta con una galera y la Biodep. La Biodep o cama biológica es una estructura que sirve para retener, acumular y degradar los excedentes de plaguicidas por medio de microorganismos. (Agrequima 2014)

#### **C. Ducha de emergencia y lava ojos**

La estación cuenta con una ducha de emergencia y lava ojos para cualquier emergencia, a la hora que un trabajador accidentalmente tenga derrames en cualquier parte del cuerpo.

#### **D. Macrotuneles**

La estación cuenta con 8 macrotuneles, cada uno de 100 metros de largo por 3 metros de ancho y 2 metros de alto.

### **1.5.3 Conocer la situación actual de las buenas prácticas agrícolas (BPAs) en la estación experimental BASF S.A.**

En la estación experimental cuenta con la implementación de buenas prácticas agrícolas, las personas a cargo han sido capacitadas por AGREQUIMA. Las buenas prácticas agrícolas con las que cuenta la estación experimental.

**A. Uso responsable de agroquímicos**

Se realiza el uso racional de plaguicidas, calibrando equipos de fumigación y paso de aplicadores. También se capacita al personal que está en contacto directo con los plaguicidas.

**B. Uso de equipo de protección personal (EPP)**

Los fumigadores deben utilizar obligatoriamente: capa, overol, lentes, mascarilla de carbono, guantes y botas.

**C. Desecho responsable de envases vacíos**

La estación cuenta con un acopio para el depósito de envases vacíos de agroquímicos luego de haber sido lavados tres veces y perforados.

**D. Registro de aplicaciones**

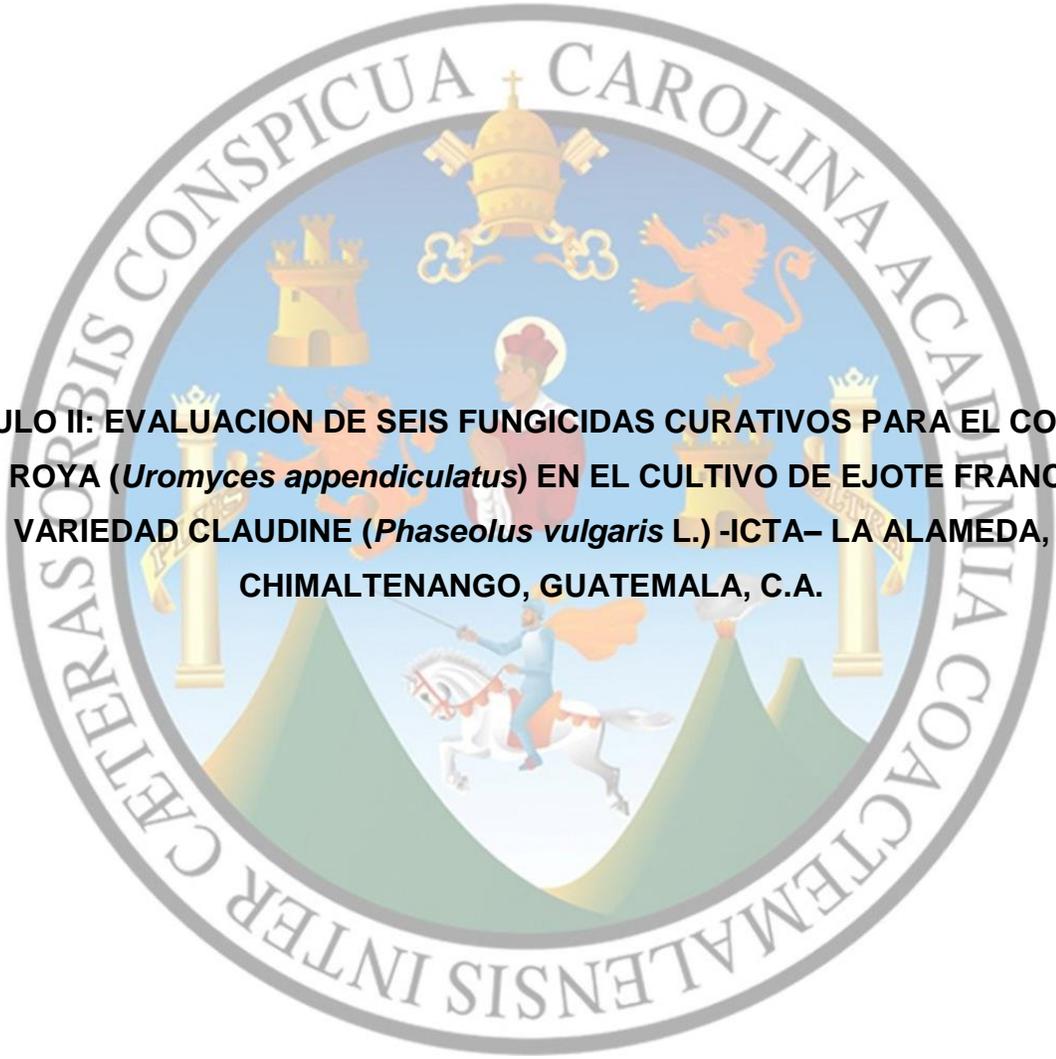
Se lleva un registro de aplicaciones en donde se indica la dosis, fecha, lugar, cultivo, hora y responsable de aplicación.

## 1.6 CONCLUSIONES

1. La actividad principal de la estación experimental BASF S.A. es la validación de nuevas moléculas de plaguicidas en los cultivos como: tomate, chile, ejote, arveja china, cebolla y papa.
2. La estación experimental cuenta con sistema de riego por goteo, las mangueras de riego son de polietileno y las tuberías secundarias y principales de policloruro de vinilo. También se cuenta con macrotuneles, galera, área de mezcla, ducha de emergencia y lava ojos.
3. La estación experimental cuenta con la implementación de buenas prácticas agrícolas y personal capacitado.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AGREQUIMA. Agosto de 2014. Clasificación de productos fitosanitarios. Guatemala, GT.
2. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1980. Diccionario geográfico de la república de Guatemala. Guatemala. 4 tomos.



**CAPÍTULO II: EVALUACION DE SEIS FUNGICIDAS CURATIVOS PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus*) EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS VARIEDAD CLAUDINE (*Phaseolus vulgaris* L.) -ICTA- LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**



## 2.1 PRESENTACIÓN

El ejote francés tiene un fuerte potencial para ser exportado debido a la alta demanda extranjera, por otro lado, el cultivo de este producto deja beneficios al país como lo son las divisas y es un generador de empleo. A medida que el cultivo aumenta cada vez, es mayor incidencia de plagas y enfermedades. Tal es el caso de la roya (*Uromyces appendiculatus*) la cual provoca pérdidas de hasta el 80% de la producción (Becerra Leor; López, Acosta 1994). Como también la calidad del fruto (vaina) se ve afectada por el ataque de roya lo cual hace que los productores no cumplan con los estándares de calidad que exigen las agroexportadoras. Debido a esto es necesario el uso de fungicidas que controlen este patógeno.

Algunas variedades de frijol ejotero son bastante vulnerables al ataque de roya (Polanco2009). Esta enfermedad afecta hojas, tamaño y peso de las vainas. Se puede ver en un descenso significativo en la producción debido a la existente epidemia de la roya. Las pérdidas se pueden ver afectadas hasta un 80% en la producción (Becerra Leor; López, Acosta 19947

Esta investigación evaluó 6 productos químicos para el control de roya. Se midió la variable severidad a través del tiempo, para determinar que producto tuvo un mejor control de roya en ejote francés. Para la determinación de los productos que mejor controlan la roya, se realizó un análisis epidemiológico ABCPE y regresión no lineal.

Mediante el análisis epidemiológico ABCPE y estadístico se determinó que los fungicidas con un mejor control sobre la Roya fueron Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Por último, a través método epidemiológico basado en regresión no lineal, también se demostró que los tratamientos con los mejores controles sobre la enfermedad son Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Teniendo las tasas del progreso de la enfermedad más bajas.

Los tratamientos con los datos de producción más altos fueron Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) 23101.33kg/ha, Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) 22698.87kg/ha, Boscalid+Pyraclostrobin (T6) 25516.10kg/ha, Boscalid (T4)22135.42kg/ha y Pyraclostrobin+Metiran (T5) 20968.28kg/ha. Estos tratamientos presentaron una severidad de roya relativamente baja por lo tanto no afectó la producción. En los tratamientos Boscalid (T4) y Pyraclostrobin+Metiran (T5) hubo diferencias significativas en el control de la roya más no en la variable de producción.

Por último, se realizó un análisis económico basado en la tasa marginal de retorno en el cual se determinó que Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) tiene el mejor retorno. El retorno que este tratamiento presento fue recobrar Q1 y obtener Q17.58 adicionales.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Generalidades del ejote francés**

La versatilidad comercial del ejote permite la exportación de este producto fresco, congelado o procesado, lo que hace que sea un atractivo (MAGA 2014).

Según BANCOMEXT2005 y BANGUAT 2007, manifiestan que los EEUU importan ejote francés para satisfacer su demanda de países como México que tiene un 40 % de participación en el mercado, Guatemala 20 %, República Dominicana 10 % y el resto proveniente de África y Europa Occidental. Otra de las ventanas de mercado para Guatemala en la exportación de ejote es Europa.

Las zonas donde principalmente se produce ejote francés son en los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, San Marcos, las Verapaces, Sololá y Quiché en donde existe la posibilidad de producir durante todo el año si poseen riego en épocas de escases de este recurso. Otro de los aspectos que vale la pena mencionar es que este cultivo es un generador de oportunidades de trabajo (MAGA 2014)

La producción de ejote depende de la variedad, en promedio se tiene 14,050 kilogramos por hectárea (CONGCOOP 2006).

### **2.2.2 Importancia nutricional**

**En el cuadro 1 se muestran todo el contenido nutricional del ejote francés.**

Cuadro 1. Contenido nutricional de ejote francés en 100gr de producto en verde.

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR</b>
Calorías (cal)	37.00
Agua (%)	88.20
Proteínas (g)	2.40
Carbohidratos (g)	8.10
Fibra (g)	2.30
Ceniza (g)	1.00
Calcio (mg)	88.00
Fosforo (mg)	49.00
Hierro (mg)	1.40
Vitamina A (U.I.)	317.00
Vitamina B1 (mg)	0.07
Niacina (mg)	0.71
Vitamina C (mg)	9.60

Fuente: Crop Protection compendium 2007

### 2.2.3 Importancia económica

Según CENTA 2006, el cultivo de ejote francés es uno de los productos no tradicionales, perecederos y de agro-exportación, que genera divisas a Guatemala.

Para el 2012, Guatemala exportó 537 toneladas de ejote francés a la Unión Europea, teniendo cifras mayores en comparación a cualquier otro país de la región. El rendimiento de ejote depende de la variedad, en promedio se tiene 4,050 kilogramos por hectárea. Los principales destinos de las exportaciones de Guatemala a la unión europea han sido Reino Unido con 535 TM y España con 1.6 TM (CONGCOOP 2006)

La exportación de ejote francés es de suma importancia debido a que genera divisas al país (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Exportaciones de ejote en toneladas métricas por año, Guatemala 2010

Año	Toneladas métricas	Porcentaje de incremento	Tasa incremento
2000	1840.00		
2001	6512.43	353 %	3.53
2002	7608.27	116%	1.16

Fuente: Asociación gremial de exportadores AGEXPORT, 2010.

#### 2.2.4 Clasificación botánica

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Fabales

Familia: Fabáceas

Género: Phaseolus

Especie: *P. vulgaris* L.

Fuente: Alvarado 2003

#### 2.2.5 Descripción de la planta

Es un cultivo semejante al frijol de suelo, las diferentes variedades de ejote francés han sido creadas con el fin de eliminar o disminuir el hilo de la parte dorsal de la vaina (Alvarado 2003).

- **Raíz:** esta planta cuenta con un sistema radicular fasciculado o fibroso con gran variación incluso en plantas de la misma variedad; esta planta cuenta con una gran cantidad de raíces secundarias, terciarias y cuaternarias. El ejote cuenta con nódulos de *Rhizobium* sp. el cual mediante simbiosis se encarga de fijar nitrógeno atmosférico (Camagro 1992).
- **Tallo:** el ejote francés cuenta con tallos herbáceos, delgado y su altura depende mucho de la variedad el cual puede tener un hábito de crecimiento: determinado o indeterminado (Camagro 1992).
- **Hojas:** son hojas compuestas, trifoliadas, dotadas de pequeñas estipulas en la base del peciolo. Los foliolos pueden ser ovalados o triangulados y diferente color y pilosidad esto depende de la variedad que se cultive (Camagro 1992).
- **Flor:** el ejote francés cuenta con una inflorescencia que puede ser axilar o terminal, el cual depende de su inserción en el tallo. La flor típica papilionacea de fecundación autogama; sus etapas son dos, botón floral y flor completamente abierta. El color de la flor depende de la variedad, los colores pueden ser: blanco, rosado o púrpura (Camagro 1992).
- **Fruto:** los vainas (frutos) pueden tener diferente color, forma y tamaño; el cual está compuesto por dos valvas unidas por fibras; la textura de la vaina puede ser pergaminosa o camosa sin fibras. La vaina posee una unión que se llama sutura: placental y ventral (Camagro 1992). La calidad del ejote francés está basada en la turgencia, color, tamaño, libre de olores y apariencia y si poseen semillas o fibras.
  - **Forma:** deben tener una forma adecuada (rectas y redonda), las semillas no deben ser notorias en el contorno de la vaina ya que esto indica un sabor astringente.

- **Tamaño:** Las longitudes aceptables son de 12 a 15 centímetros. Con un diámetro no mayor de 9mm.
- **Color de la vaina:** el color que deben poseer es debe ser de verde medio a verde oscuro a excepción de variedades que producen vainas amarillas (OPCION 2001).
- **Semilla:** las semillas pueden tener ser de forma cilíndrica, arriñonada o esférica. La cual cuenta con cotiledones gruesos; de colores diferentes: rojo, blanco, negro, café, crema u otros. Estas características dependen mucho de la variedad. Las semillas tienen un tiempo aproximado de germinación de 8 a 12 días (Alvarado 2003).

#### 2.2.6 Fenología de la planta de ejote francés

La fenología del ejote francés cuenta con 3 etapas, cada una tiene una duración y requerimientos distintos.

- a) Fase inicial: esta fase da inicio con la germinación de la semilla la cual tiene una característica de un aumento rápido en materia seca, en esta etapa la planta invierte su energía en la síntesis tejidos de absorción y fotosíntesis, por lo tanto, en esta etapa se hace necesario la aplicación de nitrógeno (Camagro 1992).
- b) Fase vegetativa: en esta etapa se es más lento el aumento de materia seca, esta etapa tiene fin con el inicio de la floración, dura entre 25 y 30 días, en esta etapa es necesario la aplicación de fosforo al suelo para el cuaje de la flor (Camagro 1992).
- c) Fase reproductiva: esta etapa inicial al momento del fructificación, la cual dura entre 20 a 40 días. En esta etapa se es necesario la aplicación de potasio para ayudar al desarrollo del fruto (vainas) (Camagro 1992).

## 2.2.7 Requerimientos del cultivo

### A. Edafoclimáticos

Las temperaturas para el buen desarrollo del cultivo de ejote oscilan entre 10°C a 27°C. Por debajo de estas temperaturas existen quemaduras en la planta y en sitios muy cálidos existe una baja en la producción debido al aborto de las flores. Este cultivo necesita tener una buena luminosidad para obtener una excelente fecundación. La humedad debe oscilar entre 60% al 85%. Respecto al tipo de suelo este cultivo prefiere texturas de franco a franco-arcillosa, con profundidad efectiva de 40 cm, bien drenado, liviano y con un pH de 5.5 a 7.0, con una materia orgánica de 3%(FAUSAC 2006).

### B. Nutrición vegetal del ejote

El plan de fertilización se recomienda hacerlo en base al análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo. Los requerimientos nutricionales del ejote francés por hectárea se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales por ha para el cultivo de ejote francés.

Nutriente	Cantidad kg/ha
<b>N</b>	210
<b>P</b>	140
<b>K</b>	238
<b>Ca</b>	196
<b>Mg</b>	17

Fuente: Agrosemillas, S.A., 2008.

En forma general se recomiendan hacer 2 fertilizaciones granuladas:

a) Primera aplicación

Al momento de la siembra aplicar al fondo del surco 409.1 kg de 10-50-0 más 1636.4 kg de abono orgánico por hectárea enterrado a 10 cm de profundidad.

b) Segunda aplicación

Se realiza de 30 a 35 días después de la siembra 102.3 kg de nitrato de calcio, más Nitrato de Potasio 204.5 kg por hectárea, ò hidrocomplex (12-11-18) 409.1 kg/ha, distribuido en banda lateral a 7 cm de la base del tallo y enterrado a 5 cm.

Las fertilizaciones foliares deben realizarse para aportar nutrientes secundarios para el mejor desarrollo de la planta. Las aplicaciones de foliares cada 15 días de macro y micro elementos, como complemento al plan de fertilización, (Ajiqichi 2013).

## 2.2.8 Variedades

### a. Claudine

La variedad Claudine es un ejote muy fino, se caracteriza por tener hojas y frutos de color verde oscuro, la planta produce vainas de 10 a 12 cm. Se cosecha a los 55 días en altitudes de 1200 m y en altitudes mayores a 1400 m se inicia la cosecha a los 65 días de siembra. Esta variedad tiene la característica de ser tolerante al virus del mosaico, resistencia al mildiu polvoriento y susceptible a roya (*Uromyces appendiculatus*). Alcanzando una producción promedio de 12 toneladas métricas por hectárea (Cuatro Pinos 2010).

**b. Saporro**

Es una variedad estándar para la categoría de ejote francés y es bastante aceptado para la exportación. Tiene la característica de tener flores blancas, semillas de color blanco y vainas de color verde brillante y finas, rectas ideales para cosecharlas de 10 y 12 cm. esta variedad es tolerante a los virus BCMV/gene I y Lambda. Esta variedad empieza su cosecha a los 45-50 días después de la siembra, alcanzando producción de 7.82 toneladas métricas por hectárea (Cuatro Pinos 2010).

**c. Palermo**

Esta variedad presenta las siguientes características: altura de planta 50 cm, producen vainas de 10-12 cm de largo, redondas, rectas, de 6 a 8 mm de diámetro, muy uniforme, color verde, hábito de crecimiento arbustivo, muy exigente en agua y tiene tolerancia a la roya y al virus del mosaico. El periodo de cosecha es similar al de la variedad Claudine. La cosecha inicia a los 50 a 55 días después de la siembra y tiene una duración de 3 a 4 semanas, alcanzando una producción de 7.08 toneladas métricas por Hectárea (Cuatro Pinos 2010).

**d. Serengueti**

Tiene las siguientes características: planta de hábito vertical, vainas largas, rectas y suaves. Las vainas miden aproximadamente de 12 a 14 cm, de color verde oscuro uniforme y brillante. Tienen tolerancia a antracnosis y al mosaico común del frijol (Vásquez 2013). Alcanzando una producción de 10 toneladas métricas por hectárea (Syngenta2013).

**2.2.9 Sistema de producción de ejote francés en Guatemala.**

El manejo agronómico de ejote francés se compone de las siguientes actividades:

- Preparación del terreno (picado y desmalezado)
- Surqueado (desinfección y primera fertilización)
- Siembra
- Prácticas culturales (tutoreado, limpia, la segunda fertilización)
- Control fitosanitario (plagas y enfermedades)
- Cosecha

### **A. Preparación del terreno**

Eliminación total de rastrojos y plantas indeseables dentro del área de cultivo y en los alrededores. Si se realiza de forma manual con azadón el picado deberá hacerse a una profundidad de 25 a 30 cm, procurando que el suelo quede mullido y suelto.

### **B. Surqueado**

Los surcos se establecen de 0.6 a 1 m de distancia. Al momento de esta práctica se aplican abonos o fertilizantes (con alto contenido de fósforo, como por ejemplo un 10-50-0) junto con un desinfectante de suelo.

### **C. Siembra**

La densidad de siembra es de 100,000 plantas por hectárea. Siendo así la siembra en hilera deben utilizar dos semillas por postura a una distancia 10 centímetros (Alvarado 2003).

#### **D. Prácticas culturales**

Entre las prácticas culturales están el tutoreo el cual consta en proporcionar un sostén a la planta para evitar el contacto directo del follaje con el fruto y suelo con la finalidad de evitar enfermedades (Polanco 2009).

Se debe tener un control de malezas para evitar hospederos de insectos y enfermedades que puedan perjudicar al buen desarrollo del ejote francés (Alvarado 2003).

#### **E. Control fitosanitario**

Es de suma importancia tener un control y manejo de plagas y enfermedades. El control se debe basar en monitoreo de campo para determinar el plan a utilizar y productos permitidos en cultivos de exportación (Vásquez2013).

#### **F. Manejo de plagas que afectan al ejote francés**

-Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusanos cortadores (*Spodoptera* spp) o alambre (*Agrotis* sp.)

Antes de la siembra y tiempo después de preparar el suelo, estos insectos quedan expuestos y son de presa fácil para aves o mueren por solarización, para un mejor manejo de las de estos insectos se debe hacer un muestreo si se encuentra una larva de gallina ciega o gusano alambre por cada 4 muestras, se debe hacer uso de productos químicos. Luego de haber transcurrido 15 días de la germinación aún se encuentran 1 larva en 20 plantas muestreadas, se deberá repetir la aplicación de los insecticidas, el método de aplicación de estos productos es tronqueado (Figuroa 2006).

-Tortuguillas (*Diabrotica* sp.) y pulgón verde (*Myzus persicae* Sulzer).

En el ejote francés es muy usual que este insecto ataque desde una etapa temprana de desarrollo. Estos se alimentan de follaje, flores y frutos de la planta.

Para el control de *Diabrotica* sp. Se pueden utilizar trampas para adultos, por otro lado, para el control químico, como los son productos de contacto, (Figueroa2006).

-Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Para el control de mosca blanca se hacen aplicaciones a una frecuencia de 8 días.

#### **G. Enfermedades:**

-Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Esta enfermedad es causada con el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, la enfermedad comúnmente se presenta en lugares con temperaturas templadas con una alta humedad relativa. Esta enfermedad si no es controlada puede causar pérdidas de hasta el 100%. Los primeros síntomas aparecen en forma de mancha pequeña y angulares, de color rojo ladrillo o morado, estas cambian a un color café o negro, (FAO 2004).

Para el manejo de esta enfermedad se debe hacer de forma preventiva. Se puede iniciar las aplicaciones a los 30-35 días después de la siembra en climas fríos debido a que el desarrollo de la planta es más lento. En climas cálidos las aplicaciones se deben hacer a los 20-25 días después de la siembra. Si las condiciones favorecen al patógeno se debe hacer una segunda aplicación 15 días después de la primera (Figueroa2006).

-Mildiu polvoriento o Cenicilla (*Erysiphe polygoni* DC.)

Esta enfermedad es devastadora mayormente en la época seca y con temperaturas bajas. Los síntomas de esta enfermedad aparecen en los tallos, hojas y vainas. Tienen una apariencia harinosa de hasta 1cm de diámetro. Esta enfermedad provoca una senescencia en la planta. La diseminación de esta enfermedad es principalmente por el viento (Figueroa2006).

-Pudriciones de tallo o “damping off”

Esta enfermedad es provocada por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Sclerotium* sp. Los cuales provocan un estrangulamiento en el cuello de la planta provocando su muerte. Para su control debe utilizarse semilla certificada para evitar estos patógenos o el uso de productos granulados sobre la semilla antes de tajarla. Como practica cultural se utiliza mulch para minimizar la presencia de estas enfermedades (Figueroa2006).

## 2.2.10 Tipos de fungicidas según su objetivo sobre el patógeno

### A. Fungicidas preventivos

El objetivo de este tipo de productos es que las esporas de los diferentes patógenos germinen y pasen a la etapa de infección, (Syngenta 2013).

## B. Fungicidas curativos

El objetivo de estos productos es destruir el micelio formado por el patógeno. Estos productos van enfocados a hongos epifitos y endófitos, (Syngenta 2013).

## C. Cosecha

El tiempo de la cosecha depende mucho de la variedad cultivada, la cosecha se inicia cuando las vainas se aproximan al tamaño máximo pero los óvulos no han completado su desarrollo. Las características que debe poseer la vaina son las siguientes:

- Tierna
- verde claro opaco
- con grado muy tierno de desarrollo de la semilla
- recto
- no fibroso
- suave y sin pudriciones ni daño mecánico. (Polanco O. 2009)

### 2.2.11 Roya (*Uromyces appendiculatus*)

#### a. Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaryota.

Reino: Fungí.

Phyllum: Basidiomycota.

Clase: Urediniomycetes.

Orden: Uredinales.

Familia: Pucciniaceae.

Género: *Uromyces*.

Especie: *Uromyces appendiculatus*, (Becerra Leor; López, Acosta 1994).

**b. Nombre común**

- Roya del frijol ejotero

**c. Morfología del patógeno**

La roya es un patógeno macrocíclico; autoico. Con picnia color blanca, que forma pequeños grupos. Los aecios muy ralos, episporio, con mancha amarilla o bronceada, generalmente, se agrupan 2-3 mm de ancho, la cúpula es blanca, margen encorvado y colgado. Las aeciosporas son globosas con forma elíptica, a veces oblonga, hyalinas, 18-35 x 16-22 mm, las uredinas normalmente forman episporio, con manchas pálidas a castaño o bien ausentes, se pueden encontrar solitarias y a veces en agregados. Las urediosporas pueden ser globosas o subglobosas a ovoides, equinuladas, de color castaño pálido, el tamaño aproximado es de 18-28 x 18-24 mm; la pared 1.5 mm de espesor; con 2 poros. Las telias son similares al color de la uredinia, negruzco-castaño a negro. La forma urediosporica domina sobre las hojas y la teliosporica es común también sobre estos órganos (Becerra Leor; López, Acosta 1994). (ver figura 2)



Fuente: Elaboración propia, 2015.

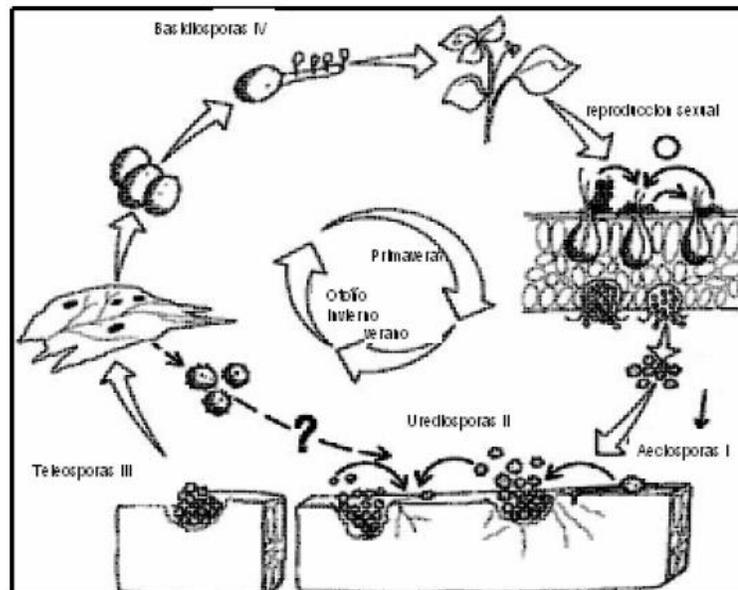
Figura 2. Síntomas de roya en la hoja de ejote frances en Chimaltenango

#### d. Síntomas

Los síntomas de la roya aparecen inicialmente como pequeños puntos blancos o amarillos levemente levantados en ambos lados de la hoja. Estos puntos se agrandan y forman pústulas rojizas, que contienen millares de urediosporas microscópicas capaces de diseminar la enfermedad. Alrededor de la pústula puede formarse un halo de color amarillo, (Becerra Leor; López, Acosta 1994).

#### e. Ciclo de vida de la roya (*Uromyces appendiculatus*)

Su ciclo inicia como aeciospora (fase I) en esta etapa se encuentra en el suelo esperando condiciones favorables: en la siguiente fase (II) la aeciospora pasa a ser urediospora, en esta fase ataca al cultivo y puede ocasionarle la muerte a la planta, la (fase III) es la fase en que se reproduce la roya y empieza cuando la urediospora pasa a ser teleospora la que da origen a la última fase IV donde se forman basidiosporas, (Becerra Leor; López, Acosta 1994). (Ver figura 3)



Fuente: Becerra Leor, EN; López Salinas, E; Acosta G, JA, 1994.  
Figura 3. Ciclo de la roya *Uromyces appendiculatus*

**f. Distribución en América:**

La distribución de la roya en ejote francés se distribuye en todo el mundo y en Guatemala se encuentra en las áreas donde se cultiva frijol o hay presencia de fabáceas. (Becerra Leor; López, Acosta 1994)

**g. Biología y ecología:**

Las temperaturas entre 14 a 27 °C con humedad relativa alta (> a 80%), favorecen el desarrollo de la roya.

**h. Partes de la planta afectada:**

Las partes de la planta que se ven afectadas por este patógeno son: frutos, hojas y tallos. (Becerra Leor; López, Acosta 1994)

**i. Características particulares:**

Esta enfermedad es bastante perjudicial al cultivo de ejote y ha sido encontrada en todos los departamentos de la república. Se estima que existen reducciones en la producción de hasta el 80%. Las infecciones severas de esta enfermedad provocan el secado de hojas y la caída prematura de la misma. (Becerra Leor; López, Acosta 1994)

**2.2.12 Epidemiología**

La epidemiología es una ciencia que explica los niveles altos de enfermedad, el desarrollo de la enfermedad súbito y rápido. Es la ciencia que estudia las enfermedades en poblaciones. En otras palabras, es la ciencia que explica la dinámica de las enfermedades

en el tiempo. La epidemiología se apoya de algunos métodos para conocer analizar la dinámica de las enfermedades tal es el caso del cálculo del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) o el uso de modelos que se ajusten a las curvas del progreso de la enfermedad (Monomolecular, Logístico y Gompertz) (Arneson 2001).

## A. Análisis epidemiológico

### -Por el método de área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Para el análisis epidemiológico del área bajo la curva de severidad o incidencia se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Area de trapecio} = \frac{(B + b) * a}{2}$$

El área del trapecio se calcula con la suma de sus dos bases en este caso las evaluaciones sucesivas (B y b); esto multiplicado por la altura que es la diferencia de las fechas y todo esto dividido 2.

Los índices de ABCPE se obtienen sumando el área de cada uno de los trapecios, de cada curva a evaluar. Para luego ser sometidos los índices de ABCPE a un ANDAVE.

### -Por el método de regresión no lineal

En este método se selecciona el modelo más apropiado, teniendo en cuenta el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) o AIC (Akaike Information Criterion). Para el caso del coeficiente de determinación, mientras más cercano a uno este el modelo mejor explica los datos. En el caso del AIC (Akaike Information Criterion) nos ayuda a comprar un conjunto de modelos, es decir modelos ajustados al mismo conjunto de datos. Mientras menor es el valor de AIC mas representa la realidad de los datos, (Seoane2013). Los modelos utilizados fueron:

a) Monomolecular

$$y = \alpha * (1 - \beta * \exp(-\gamma * DDS))$$

b) Logístico

$$y = \alpha / (1 + \beta * \exp(-\gamma * DDS))$$

c) Gompertz

$$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$$

Estos modelos funcionan para modelar velocidades de progreso de la enfermedad en estudio (crecimiento, difusión, progreso de enfermedades, etc.). La variable beta de los modelos indica la tasa de crecimiento de la enfermedad.

### 2.2.13 Análisis económico

Después de todo el análisis estadístico y epidemiológico de los resultados del ensayo es necesario realizar un análisis económico, esto ayuda a considerar los resultados desde la perspectiva del agricultor, para luego hacer recomendaciones. Para ello es necesario calcular los beneficios netos, el análisis marginal, los cuales ayudan a evaluar la sustitución de una alternativa tecnológica a otra, en este caso la sustitución de un fungicida a otro, haciendo comparación de los beneficios y costos netos asociados con cada de los tratamientos (CIMMYT 1988)

Como primer paso en el análisis económico es calcular los costos que varían con cada tratamiento (presupuesto parcial).

## **A. Presupuesto parcial**

Este método es utilizado para ordenar los datos del ensayo con el objetivo de obtener los beneficios y costos de los diferentes tratamientos. Para este método se comparan los beneficios brutos de cada tratamiento y los diferentes costos. Los costos a tomar en cuenta son aquellos que se diferencian entre los tratamientos, en otras palabras, los costos que varían (CIMMYT 1988).

La suma de los costos variables para cada uno de los tratamientos representa la suma de los costos variables individuales. Como en el ejemplo anterior los costos variables son la práctica actual del desmalezado manual es de \$400/ha, y el total de los costos que varían para la alternativa del herbicida es de \$600/ha (CIMMYT 1988).

Por último, en el presupuesto parcial encontramos los beneficios netos, los cuales se calculan entre la diferencia de los costos variables y beneficios brutos del campo. Los beneficios netos no se deben confundir con utilidades, ya que el presupuesto parcial no toma en cuenta los otros costos de producción que no tienen que ver con este método (CIMMYT 1988).

## **B. Análisis marginal**

Aunque al calcular los beneficios netos se incluyan los costos que varían, es necesario comparar los costos adicionales (o marginales) con los beneficios netos adicionales (o marginales). Es posible que los beneficios netos no sean tan atractivos si para obtenerlos se incurre en costos mucho (CIMMYT 1988).

El análisis marginal es la operación de calcular las tasas de retorno marginales para los tratamientos alternativos, paso a paso, empezando con el tratamiento de menor costo, avanzando hasta el de mayor costo, y decidir si resultan aceptables para el agricultor (CIMMYT 1988).

### **C. Análisis de dominancia**

Un análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT 1988).

## **2.3 MARCO REFERENCIAL**

El instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, La Alameda, se encuentra ubicada en departamento de Chimaltenango a 53 kilómetros de la ciudad capital. Las coordenadas de su ubicación son  $140^{\circ} 39' 30''$  de Longitud Norte y  $90^{\circ} 49' 30''$  de Latitud Oeste, con una altura de 1,786 m s.n.m. (IGN 1980). (Ver figura 1).

El ICTA tiene como objetivo el desarrollo de ciencia y tecnología agropecuaria, forestal e hidrología, con la finalidad de ayudar a la población guatemalteca. Esta institución es gubernamental descentralizada y autónoma. (IGN 1980)

### **2.3.1 Vías de acceso**

Existe una carretera asfaltada a una distancia de 3 km. De la cabecera departamental la cual tiene conexión de terracería a la carretera principal hacia la Antigua Guatemala. (IGN 1980)

### **2.3.2 Relieve**

El relieve con el que cuenta el suelo en el área experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA- la alameda, Chimaltenango, es relativamente plano, con pendientes de 3 y 2 %, (IGN 1980).

### **2.3.3 Condiciones climáticas**

El ICTA la alameda Chimaltenango, cuenta con una estación meteorológica del INSIVUMEH, en la cual se registran datos de temperatura máxima anual y temperatura

mínima anual; precipitación pluvial anual. Según datos recabados del año 1982 al 2010 de la estación meteorológica.

#### 2.3.4 Zona de vida

Según la ubicación del ICTA la alameda Chimaltenango entra en una clasificación como bosque muy húmedo sub-tropical Montano Bajo, la clasificación De la Cruz, en esta localidad se tienen especies de *Quercus* sp asociado con *Pinus pseudostrobus* Lind y *Pinus mostesumae* lamber.

#### 2.3.5 Geología y suelos

Según la calcificación de Simmons los suelos del ICTA La Alameda Chimaltenango pertenecen a la serie Cauquè, teniendo las siguientes características: suelos del altiplano, profundos, bien drenados, textura franca y arenosa, desarrollados sobre cenizas volcánicas, pómez de color claro, relieve ondulado, el suelo superficial color café oscuro, textura franco arenosa, consistencia suelta a friable, con un espesor aproximadamente de 25 a 40cm. (Simmons 1965)

#### 2.3.6 Productos evaluados

##### A. **BAS 70302F; FLUXAPYROXAD+PYRACLOSTROBIN.**

Clase: fungicida

Grupo Químico: Carboxamida, estrobilurina

Ingredientes Activos: FLUXAPYROXAD+PYRACLOSTROBIN

Concentración: 50%

Formulación: Suspensión Concentrada (SC)

Clasificación Toxicológica: moderadamente peligroso

Banda Toxicológica: amarillo

**MODO DE ACCION:** El Fluxapyroxad, inhibe la respiración celular de las mitocondrias interfiriendo en el transporte de electrones del complejo II, inhibiendo la formación del ATP, esencial en los procesos metabólicos de los hongos. Así actuar sobre todos los estadios de desarrollo y penetración de los tubos germinativos, crecimiento del micelio y esporulación. El pyraclostrobin afecta la respiración celular en el complejo III y consecuentemente la producción de energía de las células del hongo, afectando sus funciones vitales. Preventivamente actúa inhibiendo los estados tempranos del desarrollo del hongo desde la germinación de la espora hasta la formación del apresorio (BASF 2015).

## **B. BAS 51005F; BOSCALID**

Clase: fungicida

Grupo Químico: Piridina Carboxamida

Ingrediente Activo: BOSCALID

Concentración: 50%

Formulación: Suspensión Concentrada (SC)

Clasificación Toxicológica: moderadamente peligroso (II)

Banda Toxicológica: Azul

**MODO DE ACCION:** respiración celular de las mitocondrias interfiriendo en el transporte de electrones del complejo II, inhibiendo la formación de ATP, esencial en los procesos metabólicos de los hongos. De esta forma actúa sobre todos los estadios de desarrollo y reproducción del hongo, como inhibidor de la germinación de las esporas, desarrollo y penetración de los tubos germinativos, crecimiento del micelio y esporulación. BAS

51005F es un fungicida sistémico: una porción de la cantidad aplicada es tomada por la hoja y movida translaminarmente a través del tejido de la hoja a la superficie opuesta de la misma, la otra porción entra en la corriente de agua de la hoja en dirección acrópeta a la punta y sus márgenes (BASF 2015).

### **C. BAS 51801F; PYRACLOSTROBIN+METIRAM**

Clase: fungicida

Grupo Químico: estrobirulina, Tiocarbamato

Ingrediente Activo: metiram+pyraclostobin

Concentración: 60 %

Formulación: WG (Gránulos dispersables en agua)

Clasificación Toxicológica: moderadamente peligroso (III)

Banda Toxicológica: azul

**MODO DE ACCION:** un fungicida con base en pyraclostrobin y metiram, que controla un amplio espectro de hongos. Pyraclostrobin es una estrobirulina sistémica traslaminar que inhibe la respiración mitocondrial interrumpiendo el transporte de electrones. Metiram es un fungicida perteneciente al grupo de los EBDC's que actúa por contacto. Interrumpe procesos bioquímicos (respiración, biosíntesis y transporte de energía) inhibiendo la actividad enzimática (BASF 2015).

### **D. AZOXYSTROBIN; AMISTAR WG**

Clase: Fungicida

Grupo Químico: Metoxiacrilato

Ingrediente Activo: azoxystrobin

Concentración: 50%

Formulación: Granulosdispersables en agua (WG)

Clasificación Toxicológica: ligeramente peligroso (III)

Banda Toxicológica: verde

MODO DE ACCION: El Azoxystrobin actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial mediante la unión del sitio Qdel citocromo b, interrumpiendo el ciclo de energía dentro del hongo. Interfiere en el ciclo de vida del hongo, principalmente durante la germinación de las esporas y la penetración del tejido (BASF 2015).

#### **E. SCORE; DIFENOCONAZOLE**

Clase: Fungicida

Grupo Químico: triazoles

Ingrediente Activo: difenoconazol

Concentración: 25%

Formulación: Emulsión Concentrada (EC)

Clasificación Toxicológica: moderadamente peligroso (II)

Banda Toxicológica: Amarilla

MODO DE ACCION: es un fungicida sistémico-traslaminar con acción protectante y curativa contra una amplia gama de enfermedades causadas por hongos ascomicetos, deuteromicetos y basidiomicetos.

Penetra rápidamente en concentraciones suficientes para controlar infecciones tempranas, pero, dadas su acción principalmente traslaminar, cantidades significativas del producto permanecen por más tiempo dentro de los tejidos de la planta, proporcionando mayor persistencia en el control contra futuras infecciones. Es un inhibidor de la biosíntesis del ergosterol en las membranas celulares del hongo (BASF 2015).

**F. BELLIS; BOSCALID+PYRACLOSTROBIN**

Clase: Fungicida

Grupo Químico: Piridina Carboxamida, estrobilurina

Ingredientes Activos: BOSCALID+ PYRACLOSTROBIN

Concentración: 38%

Formulación: Granulado dispersable (WG)

Clasificación Toxicológica: Ligeramente peligroso

Banda Toxicológica: azul

**MODO DE ACCION:** Boscalid Inhibe la respiración celular de las mitocondrias interfiriendo en el transporte de electrones del complejo II, inhibiendo la formación de ATP, esencial en los procesos metabólicos de los hongos. De esta forma actúa sobre todos los estadios de desarrollo y reproducción del hongo, como inhibidor de la germinación de las esporas, desarrollo y penetración de los tubos germinativos, crecimiento del micelio y esporulación. Pyraclostrobin es una estrobilurina sistémica traslaminar que inhibe la respiración mitocondrial interrumpiendo el transporte de electrones (BASF 2015).

**2.3.7 Tipo de aplicación**

La aplicación será terrestre dirigida al follaje.

**2.3.8 Equipo utilizado en la aplicación**

Se utilizará una bomba motorizada con boquilla de cono.

### 2.3.9 Momento y frecuencia de la aplicación

Se efectuarán 3 aplicaciones con intervalos de 7 días, iniciando al momento que se presente el patógeno.

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 General

Evaluación de seis fungicidas para el control de roya (*Uromyces appendiculatus*) en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA– La Alameda, en Chimaltenango, Guatemala, C.A.

### 2.4.2 Específicos

1. Determinar que fungicidas controla de mejor manera la roya en el cultivo de ejote francés mediante el método de la curva del progreso de la enfermedad y regresión no lineal.
2. Cuantificar los rendimientos de ejote francés en Kg/ha de cada tratamiento y determinar el mejor.
3. Realizar un análisis económico de los diferentes tratamientos para determinar el más rentable.

## **2.5 HIPÓTESIS**

El uso de fungicidas en el cultivo de ejote francés retarda y reduce la incidencia y severidad de la roya. Lo que no permite tener pérdidas en el rendimiento del cultivo.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 Fungicidas evaluados

En el cuadro 4 se muestra los fungicidas que se aplicaron en cada uno de los tratamientos evaluados para el control de la roya.

Cuadro 4. Ingredientes activos de fungicidas evaluados, Chimaltenango 2016

Tratamiento	Producto	Ingredientes activos	Tipo de fungicida	Dosificaciones
T1	TESTIGO ABSOLUTO	-----	Curativo	-----
T2	BAS 70302F	Fluxapyroxad Pyraclostrobin	curativo	0.25l/ha
T3	BAS 70302F	Fluxapyroxad Pyraclostrobin	curativo	0.30l/ha
T4	BAS 51005F	Boscalid	curativo	0.25l/ha
T5	BAS 51801F	Pyraclostrobin Metiran	curativo	2kg/ha
T6	BELLIS (MILLED)	Boscalid Pyraclostrobin	curativo	0.8KG/ha
T7	TESTIGO COMERCIAL1	Difenoconazole	curativo	0.4l/ha
T8	TESTIGO COMERCIAL 2	Azoxystrobin	curativo	0.25kg/ha

Fuente: Elaboración propia, 2015.

## 2.6.2 Características de la unidad experimental

### G. Parcela bruta

La unidad experimental se formó de 3 surcos a la distancia de 1 m con una longitud de 5m, cada parcela media 5m<sup>2</sup>.

### H. Parcela neta

La parcela neta fue conformada por un solo surco, el del medio, esto con la finalidad de evitar el efecto borde, de este surco se tomaron 10 plantas a las cuales se les tomaron los en cada una de las fechas.

### I. Manejo del experimento

El control plagas, plan de fertilización, tutoreo y todas las demás prácticas culturales se les hicieron a todos los tratamientos, lo único que variante fue el uso de los diferentes fungicidas ya mencionados para el control de roya (ver cuadro 7).

La aplicación de los diferentes tratamientos se realizó de la siguiente manera:

- Los muestreos se iniciaron desde el momento de la emergencia. Dos días a la semana, se definieron los días lunes y jueves.
- La primera aplicación se realizó al momento de que la enfermedad apareció
- La segunda aplicación se realizó 7 días después de la primera aplicación
- La tercera y última aplicación e realizó 7 días después de la segunda aplicación.

### 2.6.3 Metodología experimental

#### A. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar debido a la heterogeneidad en el terreno, por lo tanto, fue conveniente utilizar este diseño experimental (López2015).

El uso de este diseño experimental es necesario para evitar una variación entre unidades experimentales que reciben el mismo tratamiento. La variabilidad que no es controlada por fuentes extrañas se controla con los bloques (López 2015).

#### B. Modelos estadísticos

##### -Modelo de Severidad

$Y_{ij}$  = severidad observada en el i-esimo fungicida y el j-esimo bloque

$\mu$  = media general de severidad

$T_i$  = efecto del i-ésimofungicida

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

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

##### -Modelo de Incidencia

$Y_{ij}$  = incidencia observada en el i-esimo fungicida y el j-esimo bloque

$\mu$  = media general de incidencia

$T_i$  = efecto del i-ésimo fungicida

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

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

### -Modelo Producción

$Y_{ij}$  = rendimiento observado en el i-esimo fungicida y el j-esimo bloque

$\mu$  = media general de rendimiento

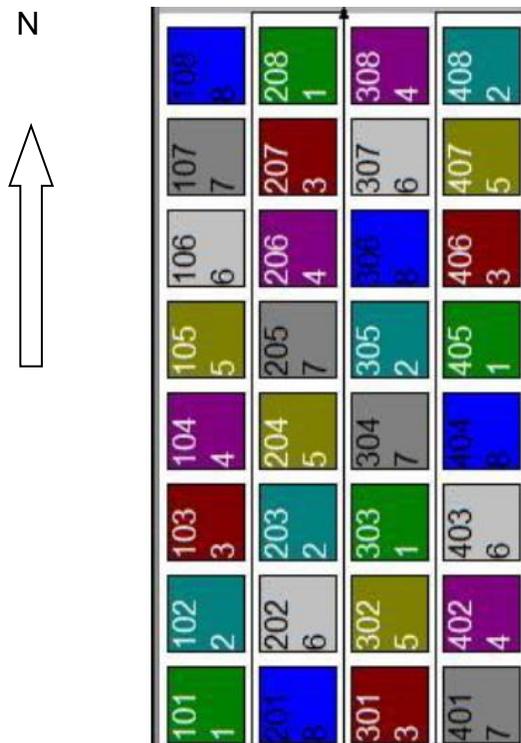
$T_i$  = efecto del i-ésimo fungicida

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

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

### C. Distribución de las unidades experimentales

En la figura 4 se observa la distribución de todas las unidades experimentales en los 4 bloques del experimento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Distribuciones de las unidades experimentales

## **D. Variables a evaluadas**

### **-Severidad de la roya**

La severidad ayuda a conocer el grado de la enfermedad ocasionado por la enfermedad en el cultivo. Para el muestreo de esta variable se tomaron 10 plantas de cada unidad experimental, la toma de datos se realizó utilizando una escala diagramática del patógeno (anexo 1). Esto ayudó para a generar la información del progreso de la enfermedad en el tiempo.

### **-Producción**

Los datos de producción se tomaron de 3 cortes de ejote expresados en kg/ha para cada uno de los tratamientos. Con la finalidad de conocer tratamiento con el cual se obtuvieron los mejores rendimientos.

## **2.6.4 Análisis de datos**

### **A. Análisis epidemiológico**

El análisis epidemiológico se basó en la elaboración curvas de severidad en el tiempo, con los diferentes tratamientos para luego calcular el área bajo la curva y ser sometido a un ANDEVA. Para este análisis también se aplicaron tres modelos de regresión no lineales para conocer qué modelo se ajusta mejor los datos y determinar que tratamiento tiene la menor tasa de crecimiento del patógeno. Para conocer el modelo que mejor se ajusta cada tratamiento se tomó en cuenta el CMError (cuadrado medio del error) y para conocerlos mejores tratamientos se tomó en cuenta la variable beta más cercana a 0 (Seoane 2013).

## **B. Análisis estadístico**

Los índices de ABCPE obtenidos de la variable severidad se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el software estadístico InfoStat versión estudiantil y se determinó la diferencia significativa entre los tratamientos con una prueba múltiple de medias Scott & Knott.

Para la variable producción (Kg/ha) también se realizó un análisis de varianza (ANDVA) para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos se realizó una prueba múltiple de medias Scott & Knott, se utilizó una significancia del 5%.

## **C. Análisis económico**

Para el análisis económico se utilizaron los costos variables, en estos costos se incluyen los costos de mano de obra y costo de cada uno de los fungicidas aplicados.

Primero se elaboró un presupuesto parcial en el cual se incluyeron el total de costos variables y beneficios netos, luego se elaboró un análisis marginal y de retorno.

Todo esto con la finalidad de encontrar la mejor rentabilidad de pasar de una tecnología a otra.

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.7.1 Resumen de resultados

Los datos de severidad fueron muestreados dos días a la semana, durante el experimento se realizaron 25 muestreos. En el cuadro 5 se presenta un resumen de estos datos.

Cuadro 5. Resumen de resultados

TRATAMIENTOS	23/11/2015	26/11/2015	30/11/2015	03/12/2015	07/12/2015	10/12/2015	
Testigo absoluto (T1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Boscalid (T4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Difenoconazole (T7)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Azoxystrobin (T8)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TRATAMIENTOS	14/12/2015	17/12/2015	21/12/2015	24/12/2015	28/12/2015	31/12/2015	
Testigo absoluto (T1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Boscalid (T4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Difenoconazole (T7)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Azoxystrobin (T8)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TRATAMIENTOS	04/01/2016	07/01/2016	11/01/2016	14/01/2016	18/01/2016	21/01/2016	
Testigo absoluto (T1)	0,00	2,50	2,5	9,1	18,6	23,38	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	0,00	2,00	2,0	1,3	0,0	0	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	0,00	2,88	2,9	1,1	0,0	0	
Boscalid (T4)	0,00	2,50	2,5	3,5	7,8	11,5	
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	0,00	2,13	2,1	2,0	0,0	0	
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	0,00	2,00	2,0	1,5	0,0	0	
Difenoconazole (T7)	0,00	2,38	2,4	3,2	10,5	15,5	
Azoxystrobin (T8)	0,00	1,50	1,5	1,8	0,0	0	
TRATAMIENTOS	25/01/2016	28/01/2016	01/02/2016	04/02/2016	08/02/2016	11/02/2016	15/02/2016
Testigo absoluto (T1)	28,375	36,25	41,875	50,375	58,5	65	71,875
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	0	0	0	0	0	0	0,375
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	0	0	0	0	0	0	0,125
Boscalid (T4)	16,75	21,875	24,25	31,75	35,75	36,625	38,625
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	0	0	0	2	6,375	10,625	12,375
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	0	0	0	0	0	2	2,5
Difenoconazole (T7)	20,5	25,625	28,375	35,25	38,625	41,125	45,375
Azoxystrobin (T8)	0	0	0	2,875	7,875	11,375	24,25

Fuente: Elaboración propia, 2016.

## 2.7.2 Análisis epidemiológico por el método de área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).

En la figura 5 se puede observar el progreso de la enfermedad y como los diferentes tratamientos controlan el progreso de la enfermedad.

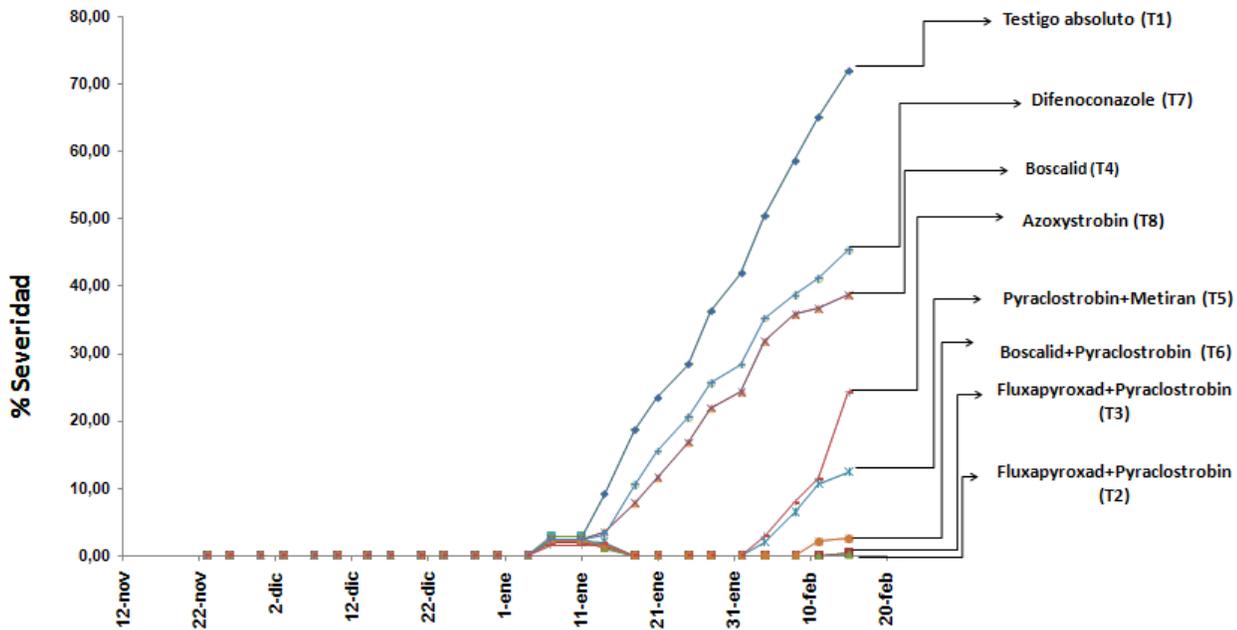


Figura 5. Curva del progreso de la enfermedad (severidad)

El testigo absoluto (T1) el cual no recibió ningún fungicida para el control de roya, presento un comportamiento exponencial la enfermedad, la cual logro infectar el 71.88% a las hojas muestreadas en los 38 días a partir de que apareció la enfermedad.

La aplicación de Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) a una dosis de 0.25kg/ha, presenta una curva más reducida lo cual indica que tuvo un control más efectivo durante los 38 días de muestreo. La enfermedad en este tratamiento no superó el 3% de severidad de la roya.

La aplicación de Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) al igual que el tratamiento 2, consistió en lo mismo con de diferencia a una dosis de 0.3kg/ha. Este tratamiento tuvo una curva bastante reducida al igual que el tratamiento 2. La aplicación de

Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) no superó ni el 3% de severidad de roya, durante los 38 días de muestreo. Esto indica que tienen un muy buen control.

La aplicación de Boscalid (T4) a una dosis de 0.25kg/ha tuvo un comportamiento exponencial de la enfermedad, el cual logro infectar un 38.62%, este tratamiento tuvo un control menos efectivo que el tratamiento 2 y 3, pero mejor en comparación al testigo absoluto.

La aplicación de Pyraclostrobin+Metiran (T5) a una dosis de 2kg/ha, en los 38 días de muestreo este tratamiento no superó el 13% de severidad.

La aplicación Boscalid+Pyraclostrobin (T6) a una dosis de 0.8kg/ha, con los ingredientes activos Boscalid y Pyraclostrobin. Este tratamiento no superó el 3% de severidad, el cual tuvo un muy buen control sobre la enfermedad durante los 38 días de muestreos.

La aplicación de Difenconazole (T7) a una dosis de 0.4l/ha, durante los 38 días de muestreos este tratamiento mostro un 45.3% de severidad de roya, un porcentaje alto esto indica un control deficiente.

La aplicación de Azoxystrobin (T8) a una dosis de 0.25kg/ha, durante los muestreos no supero 25% de severidad de roya, tuvo un control poco eficiente.

#### **A. Análisis de índice de área bajo la curva y ANDEVA**

En el cuadro 6 se pueden observar los resultados del área bajo la curva de los diferentes tratamientos y en la figura 6 se puede observar las gráficas obtenidas del área bajo la curva de los diferentes tratamientos.

Cuadro 6. Resumen de datos del area bajo la curva

Tratamientos	Area bajo la curva
Testigo absoluto (T1)	1278,69
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	16,13
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	20,00
Boscalid (T4)	732,06
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	109,94
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	28,25
Difenoconazole (T7)	842,24
Azoxystrobin (T8)	140,31

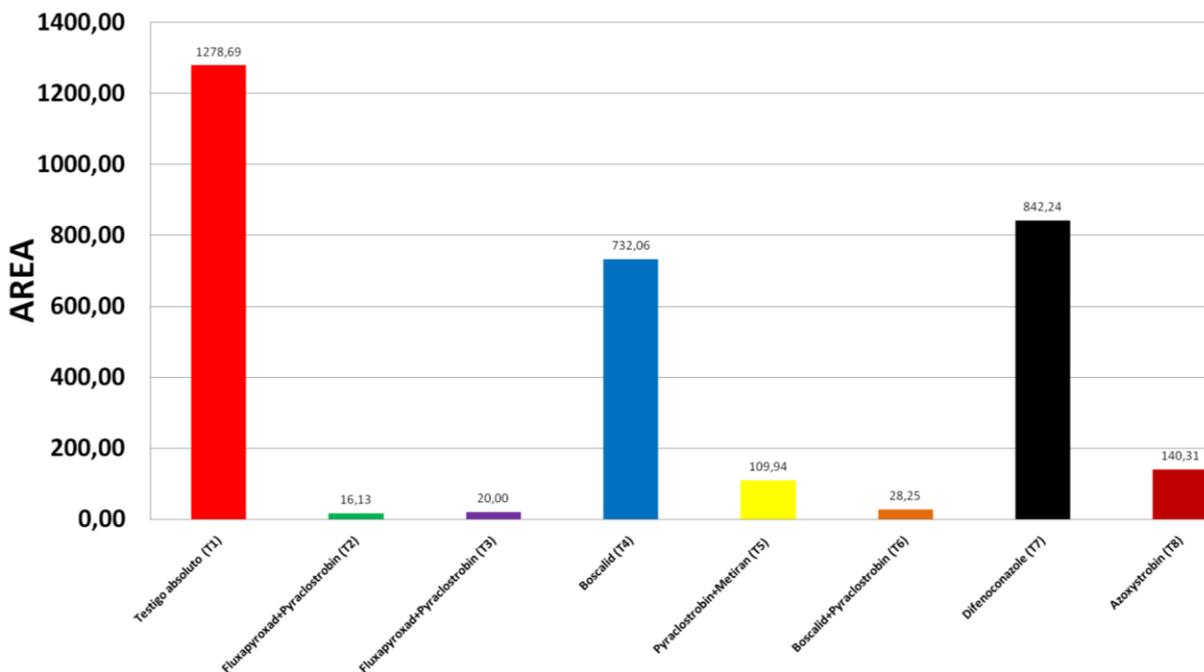


Figura 6. Indices de area bajo la curva del progreso de la enfermedad

En la figura 6 se puede observar la diferencia del área bajo la curva de los diferentes tratamientos. Los tratamientos con los datos más altos de área bajo la curva son: el T1, T4 y T7. Esto significa que son los tratamientos con mayor ataque de roya. En otras palabras, son los tratamientos con un control bajo sobre la roya. Los tratamientos con una menor

área bajo la curva son los tratamientos con un mejor control sobre la roya y estos son: T2, T3, T5, T6 y T8.

A los datos obtenidos de área bajo la curva fueron sometidos a un análisis de ANVEVA para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

### Hipótesis:

$H_0$ =No existe diferencia significativa en los diferentes fungicidas para el control de Roya (*Uromyces appendiculatus*)

$H_a$ = al menos uno de los fungicidas produce un efecto significativo en el control de Roya (*Uromyces appendiculatus*)

En el cuadro 7 se observa el resultado del análisis de varianza, para variable área bajo la curva y en el cuadro 8 se tiene la prueba múltiple de medias Scott & Knott para conocer los mejores tratamientos.

Cuadro 7. Resultados de ANDEVA de la variable área bajo la curva.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	3873826,83	10	387382,68	180,96	<0,0001	*
TRATAMIENTO	38518540,36	7	550264,91	257,04	<0,0001	*
BLOQUE	21972,47	3	7324,16	3,42	0,036	**
Error	44956,1	21	2140,77			
Total	3918782,94	31				

\*Significativo

\*\*No significativo

Cuadro 8. Resultados post-ANDEVA de area bajo curva con el Comparador Scott & Knott

TRATAMIENTO	Medias de areas bajo la curva	n	E.E.			
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	18,75	4	23,13	A		
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	26,12	4	23,13	A		
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	30	4	23,13	A		
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	110,38	4	23,13		B	
Azoxystrobin (T8)	139,44	4	23,13		B	
Boscalid (T4)	728,56	4	23,13			C
Testigo absoluto (T1)	755,31	4	23,13			C
Difenoconazole (T7)	839,38	4	23,13			D

Según el análisis de ANDEVA si existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos con un error de 5%, para conocer que tratamientos presentaron el mejor control sobre la Roya se procedió a un análisis múltiple de medias, en este caso se utilizó Scott & Knott.

En el cuadro 11 se puede observar que los tratamientos Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6) presentaron un mejor control sobre la Roya, entre estos 3 tratamientos no existieron diferencia significativa, pero si tienen un mejor control con respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos Pyraclostrobin+Metiran (T5) y Azoxystrobin (T8) mostraron un control menor respecto a los tratamientos Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6), pero muy superior en el control de Roya en comparación con testigo absoluto.

Se realizó un análisis económico de insumos y mano de obra para los tratamientos Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6), para producción de una hectárea, esto con la finalidad de encontrar el tratamiento más rentable.

### 2.7.3 Análisis epidemiológico por el método de regresión no lineal

En el cuadro 9 se puede observar los diferentes tratamientos con cada uno de los modelos a los cuales fueron ajustados.

Cuadro 9. Modelos ajustados a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	CMEror	MODELO	NOMBRE DEL MODELO	BETA
Testigo absoluto (T1)	13,46	$y = \alpha * (1 - \beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 3048,95 * (1 - 1,04 * \exp(-6,6E-4 * DDS))$	Monomolecular	1,04
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	0,12	$y = \alpha / (1 + \beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 2,43 / (1 + 4,7E-9 * \exp(-0,33 * DDS))$	Logistico	4,7E-09 *
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	0,21	$y = \alpha / (1 + \beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 3,45 / (1 + 1,5E-09 * \exp(-0,34 * DDS))$	Logistico	1,5E-09 **
Boscalid (T4)	1,85	$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 47,05 * \exp(-428,75 * \exp(-0,09 * DDS))$	Gompertz	428,75
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	1,68	$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 16,78 * \exp(-3668766,26 * \exp(-0,19 * DDS))$	Gompertz	3668766
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	1,33	$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 15,53 * \exp(-0,16 * \exp(-0,05 * DDS))$	Gompertz	0,16 ***
Difenoconazole (T7)	1,83	$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 53,49 * \exp(-304,51 * \exp(-0,08 * DDS))$	Gompertz	23751,78
Azoxystrobin (T8)	1,16	$y = \alpha * \exp(-\beta * \exp(-\gamma * DDS))$ $y = 214,86 * \exp(-722,65 * \exp(-0,07 * DDS))$	Gompertz	722,65

\* Variable beta muy cercano a 0

\*\*Variable beta muy cercano a 0

\*\*\*Variable beta muy cercano a 0

Para determinar qué modelo se ajustó mejor a cada tratamiento se tomó en cuenta el AIC más pequeño. Los tres tratamientos con el mejor control sobre la Roya según el método de regresión no lineal fueron: Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Debido a que estos tres tratamientos presentaron la variable beta más cercana a 0, por lo tanto, tienen una tasa de crecimiento bastante baja a comparación de los otros tratamientos. Estos resultados coinciden con el método de ABCPE.

En las figuras 7, 8 y 9 se muestran los tres mejores tratamientos con los modelos de regresión a los que fueron sometidos y se puede observar el modelo que mejor se ajustó mediante el valor de AIC.

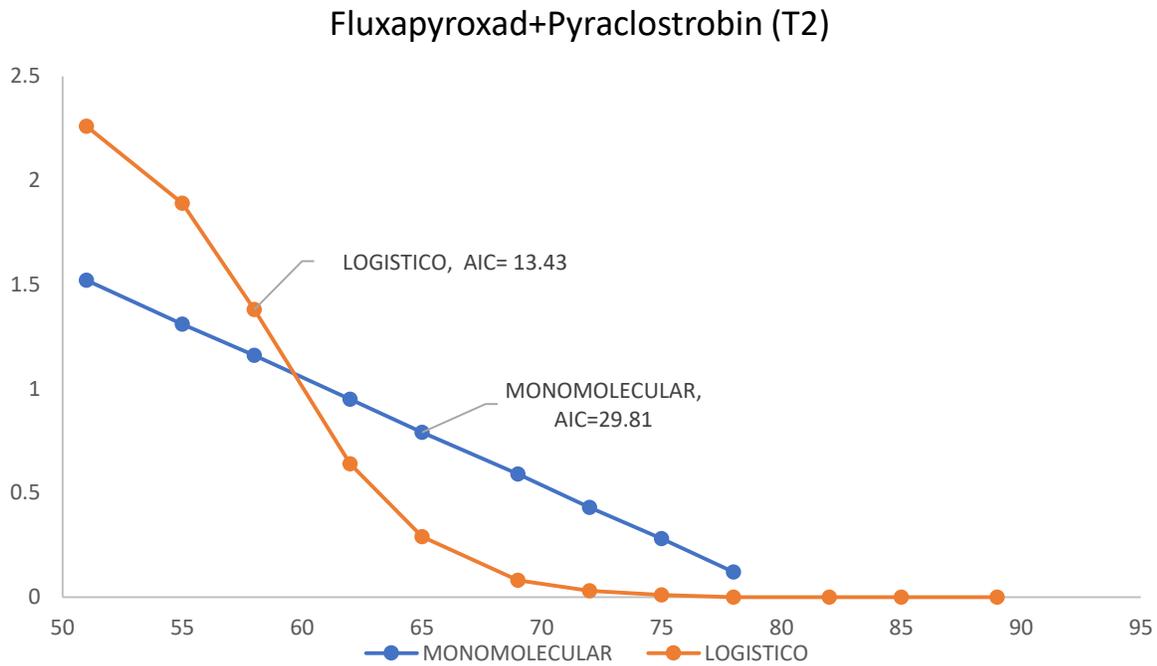


Figura 7. Modelos ajustados al tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)

Los datos del tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), fueron ajustados a un modelo Logístico y a un molecular. Según el criterio de AIC (Akaike Information Criterion) el modelo que mejor se ajusta a los datos de este tratamiento es el logístico con un AIC del 13.43.

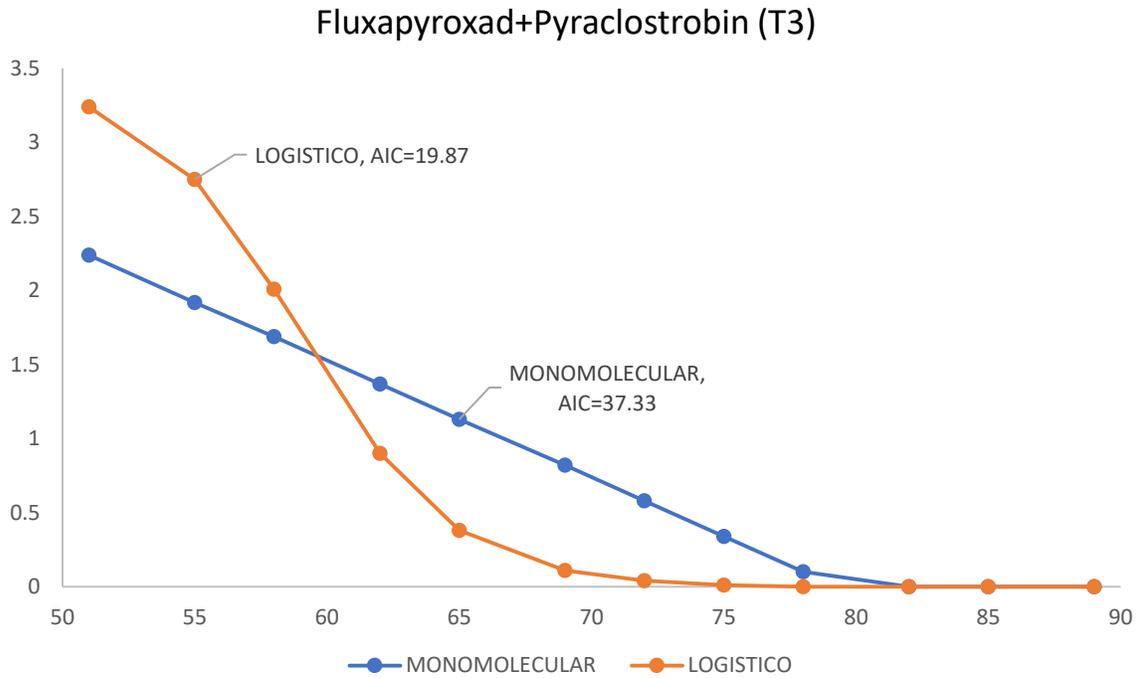


Figura 8. Modelos ajustados al tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)

El tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), fueron ajustados a un modelo Logístico y molecular. Según el criterio de AIC (Akaike Information Criterion) el modelo que mejor se ajusta a los datos de este tratamiento es el logístico con un AIC del 19.87.

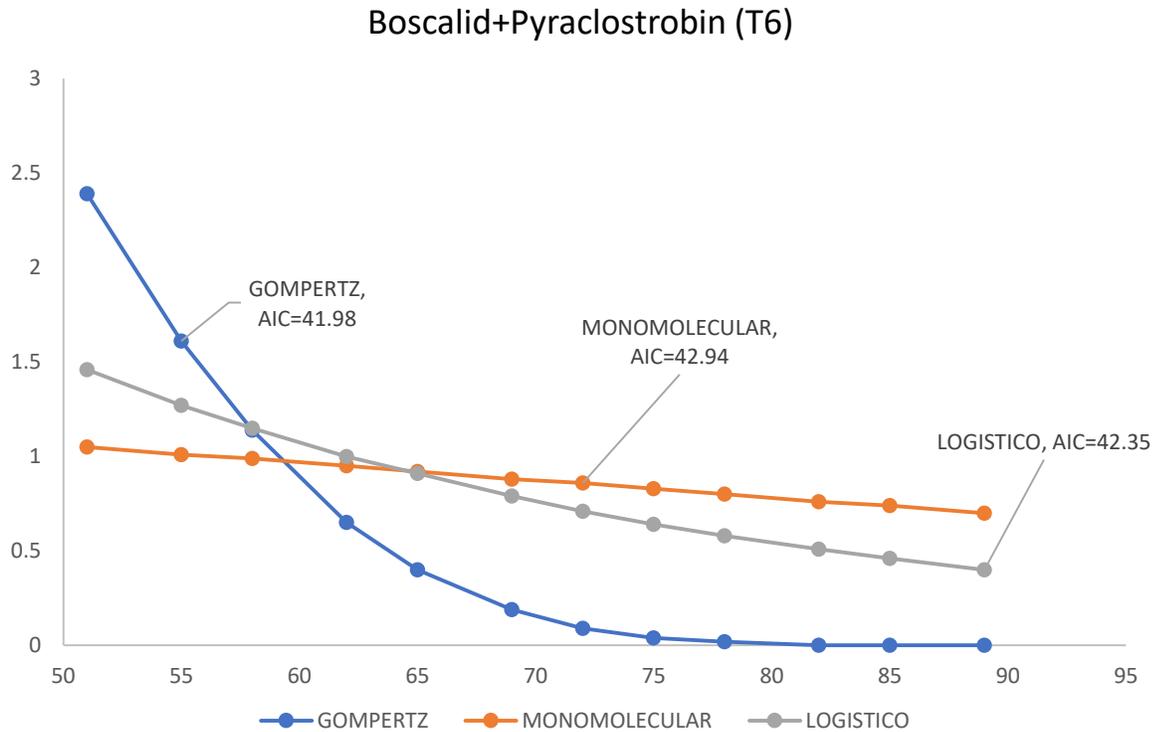


Figura 9. Modelos ajustados al tratamiento Boscalid+Pyraclostrobin (T6)

Los datos del tratamiento Boscalid+Pyraclostrobin (T6), fueron ajustados a un modelo Logístico, Gompertz y molecular. Según el criterio de AIC (Akaike Information Criterion) el modelo que mejor se ajusta a los datos de este tratamiento es el Gompertz con un AIC del 41.98.

#### 2.7.4 Producción

En el cuadro 10 se presenta los datos de producción por hectárea de los diferentes tratamientos y en la figura 10 se puede observar el comportamiento de la producción de los diferentes tratamientos.

Cuadro 10. Resumen de datos de rendimiento

TRATAMIENTO	kg/ha
Testigo absoluto (T1)	14247,16
Fluxapirosad+Pyraclostrobin (T2)	22698,86
Fluxapirosad+Pyraclostrobin (T3)	23101,33
Boscalid (T4)	22135,42
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	20968,28
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	25516,1
Difenoconazole (T7)	17627,84
Azoxystrobin (T8)	19479,17

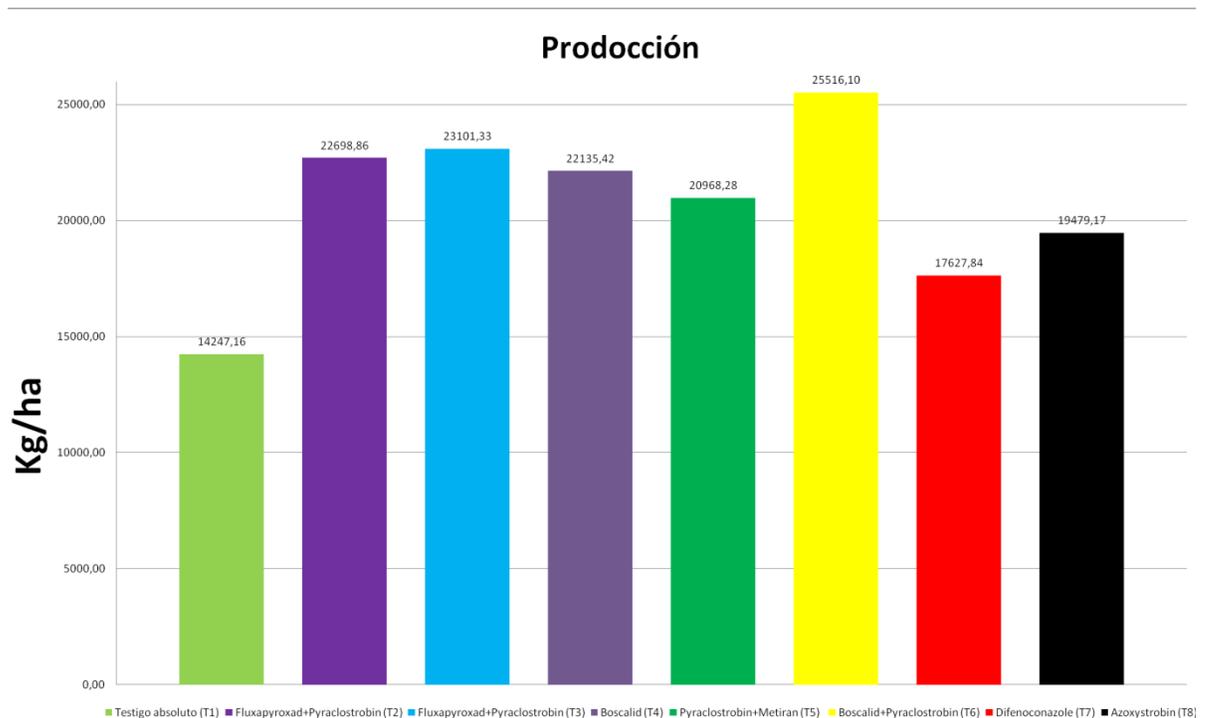


Figura 10. Producción en kg/ha de ejote frances

**Hipótesis:**

$H_0$ =No existe diferencia significativa entre la producción de ejote francés de los diferentes tratamientos.

$H_a$ = Al menos uno de los tratamientos tiene una respuesta significativamente en la producción de ejote francés.

Estadísticamente si existe diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la producción de ejote francés, los tratamientos que presentaron las producciones más altas fueron: Boscalid+Pyraclostrobin (T6), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Boscalid (T4) y Pyraclostrobin+Metiran (T5) (ver cuadros 11 y 12).

Cuadro 11. Resultados de ANDEVA de la variable producción de ejote (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	680565445,16	10	68056545	3,11	0,0136
TRATAMIENTO	350611928,63	7	50087418	2,29	0,0668
BLOQUE	329953516,53	3	109984506	5,03	0,0088
Error	459030323,17	21	21858587		
Total	1139595768,32	31			

Cuadro 12. Resultados de post-ANDEVA de la variable producción de ejote (kg/ha), con el comparador Scott & Knott

TRATAMIENTO	Medias de Producción kg/ha	n	E.E.		
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	25516,10	4	2337,66	A	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	23101,33	4	2337,66	A	
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	22698,87	4	2337,66	A	
Boscalid (T4)	22135,42	4	2337,66	A	
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	20968,28	4	2337,66	A	
Azoxystrobin (T8)	19479,17	4	2337,66		B
Difenoconazole (T7)	17627,84	4	2337,66		B
Testigo absoluto (T1)	14247,16	4	2337,66		B

### 2.7.5 Análisis de económico

Como primer paso en el análisis económico se procedió a elaborar un presupuesto parcial en el cual solo se utilizaron los costos que varían en el ensayo, en este caso los costos

variables fueron la mano de obra al momento de la aplicación del producto y el costo de los diferentes fungicidas utilizados (ver cuadros 13 y 14).

Cuadro 13. Analisis de presupuesto parcial, para ejote frances

	Testigo absoluto (T1)	Fluxapyroxad+ Pyraclostrobin (T2)	Fluxapyroxad+ Pyraclostrobin (T3)	Pyraclostrobin +Metiran (T5)	Boscalid+ Pyraclostrobin (T6)	Azoxystrobin (T8)
Rendimiento (kg/ha)	14247,16	22698,86	23101,33	20968,28	25516,10	19479,17
Rendimiento ajustado (kg/ha)	11397,73	18159,09	18481,06	16774,62	20412,88	15583,33
beneficios brutos de campo (Q/ha)	39892,05	63556,82	64683,71	58711,17	71445,08	54541,67
Costos de fungicidas (Q/ha)	0	1868,75	2242,5	1608	3163,2	1312,5
Costos de mano de obra para aplicar fungicidas (Q/ha)	0	540	540	540	540	540
Total de costos que varian (Q/ha)	0	2408,75	2782,5	2148	3703,2	1852,5
Beneficios netos (Q/ha)	39892,05	61148,07	61901,21	56563,17	67741,88	52689,17

Cuadro 14. Analisis de dominancia y marginal, para ejote frances

Tratamientos	Total de costos que varian	Beneficios netos (Q/ha)	Dominancia	Cambio de costos variables	Cambio de beneficios netos	Tasa marginal de retorno
Testigo absoluto (T1)	0	39892,05				
Azoxystrobin (T8)	1852,5	52689,17	ND	1852,50	12797,12	690,80
Pyraclostrobin+Metiran (T5)	2148	56563,17	ND	295,50	3874,01	1311,00
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2)	2408,8	61148,07	ND	260,75	4584,89	1758,35
Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3)	2782,5	61901,21	ND	373,75	753,14	201,51
Boscalid+Pyraclostrobin (T6)	3703,2	67741,88	ND	920,70	5840,66	634,37

Para este análisis económico se tomó la decisión de una tasa mínima de retorno del 100%, según lo recomendado por el CIMMYT. Para este ensayo se obtuvo (ver cuadro17), que todos los tratamientos están por arriba de la tasa mínima de retorno.

En este caso el tratamiento que ofrece una mejor rentabilidad de cambiar de una tecnología a otra, es Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2). Debido a que la tasa marginal de cambiar del Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) al Pyraclostrobin+Metiran (T5) es del 1758.35%, esto está muy por encima del 100% que es la tasa mínima. Esto significa que por cada Q 1 invertido en adquirir y aplicar el Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), se puede esperar recobrar el Q1.00 invertido y obtener Q17.58 adicionales.

Seguido de Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), se tiene el tratamiento Pyraclostrobin+Metiran (T5) con una tasa marginal de 1311% en el cambio de tecnología por debajo del tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2). Para el tratamiento Pyraclostrobin+Metiran (T5) se puede esperar recobrar el Q1.00 invertido y obtener Q13.11 adicionales.

## 2.8 CONCLUSIONES

1. Se determinó por medio del análisis epidemiológico ABCPE y por el método de regresión no lineal que los fungicidas con un mejor control sobre la Roya (*Uromyces appendiculatus*) fueron Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Estos tratamientos presentaron los índices de severidad más bajos en todos los muestreos.
2. Los tratamientos con los datos de producción más altos fueron Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3) con 23101.33kg/ha, Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) 22698.86kg/ha, Boscalid+Pyraclostrobin (T6) 25516.10kg/ha, Boscalid (T4) 22135.42kg/ha y Pyraclostrobin+Metiran (T5) 20968.28kg/ha. Los tratamientos presentaron una severidad de roya relativamente baja por lo tanto la producción no se vio afectada.No existió diferencia significativa en la producción de ejote francés, pero si en la tasa de desarrollo de la enfermedad.
3. Se determinó mediante el análisis económico que el tratamiento de Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) es el que mejor retorno tiene el cambiar de una tecnología a otra. Esto significa que por cada Q 1 invertido en adquirir y aplicar el Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), se puede recobrar Q1 y obtener Q17.58 adicionales.

## 2.9 RECOMENDACIONES

1. En función del control de roya se recomienda utilizar cualquiera de los siguientes tratamientos: Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2) y Boscalid+Pyraclostrobin (T6). Estos tratamientos presentaron los índices de severidad más bajos en todos los muestreos.
2. En función de producción se recomienda utilizar cualquiera de estos tratamientos Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T3), Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), Boscalid+Pyraclostrobin (T6), Boscalid (T4) y Pyraclostrobin+Metiran (T5).
3. En función del análisis económico se recomienda utilizar el tratamiento Fluxapyroxad+Pyraclostrobin (T2), debido a que por cada Q 1 invertido se puede recobrar Q1 y obtener Q17.58 adicionales. Es el tratamiento que tiene un mayor retorno

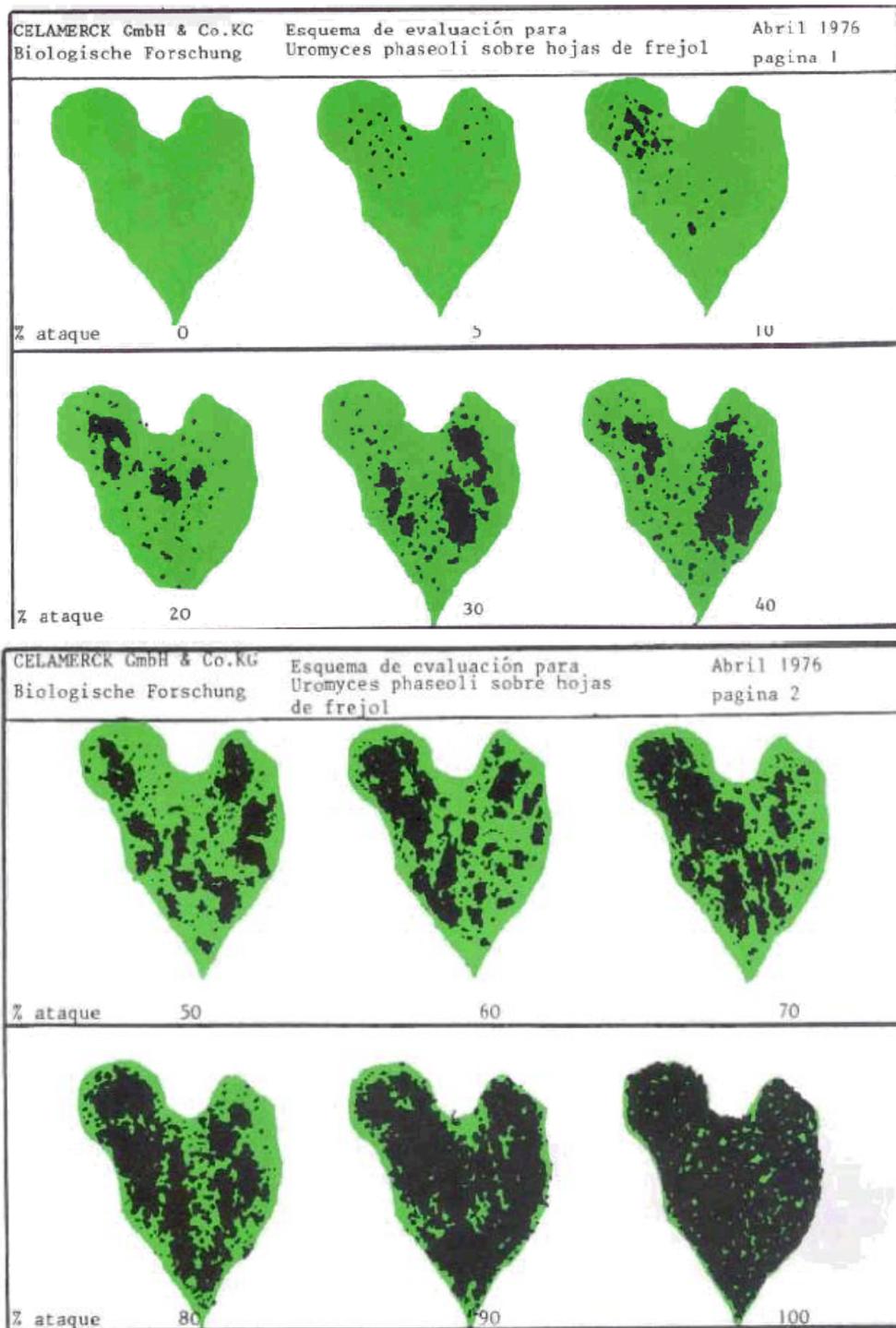
## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT (Asociación Gremial de Exportadores, Guatemala). 2007. Datos estadísticos de exportaciones de cultivos no tradicionales. Guatemala. 16 p.
2. Ajiqichí, L. 2013. Evaluación de extractos vegetales para el control de trips *Frankliniella occidentalis* (Thripidae; Thysanoptera) en ejote francés *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae; Fabales) en el municipio de Sacapulas, departamento del Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 80 p.
3. Alvarado, H. 2003. Planeación de la producción de ejote francés *Phaseolus vulgaris* L. y calabacines *Cucurbita pepo* L. con organizaciones campesinas del occidente del país. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 63 p.
4. Arneson, PA. 2001. Epidemiología de las enfermedades de las plantas: los aspectos temporales (en línea). The Plant Health Instructor. Consultado 1 ago. 2016. Disponible en <http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Epidemiologia/Pages/default.aspx>
5. BANCOMEXT (Banco Mexicano de Comercio Exterior, México). 2005. Cultivo de ejote (en línea). México. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en <http://www.bancomext.com/Bancomext/publicasecciones/secciones/2455/FichaGuatemala.pdf>
6. BANGUAT (Banco de Guatemala, Departamento de Estadísticas Económicas, Guatemala). 2007. Estadísticas referenciales (en línea). Guatemala. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en <http://www.export.com.gt/Portal/Home.aspx?tabid=608>
7. BASF, US. 2015. Vademecum de productos fitosanitarios. Guatemala, 50 p. Sin publicar.
8. Bautista, E. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en la agronomía. Tesis M. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 233 p.
9. Becerra, L; López Salinas, E; Acosta G, JA. 1994. Genetic resistance and chemical control of bean rust in the humid tropics of Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 6(1):35-42. In Crop Protection Compendium (CPC): Compendium Entomológico. UK. 2 CD.

10. CAMAGRO (Cámara del Agro de Guatemala). 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del fréjol (en línea). El Salvador. Consultado 6 mar. 2016. Disponible en <http://www.camagro.com/actualidad/ descarga/GuiaCultivoFrijol.pdf>
11. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agrícola, El Salvador). 2006. Manejo para el cultivo de ejote (en línea). El Salvador. Consultado 2 mar. 2016. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/agricola.html#sistemas>
12. CIMMYT, México. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. 115 p.
13. CONGCOOP (Coordinadora de Organizaciones no Gubernamentales y Cooperativas, Guatemala). 2006. Construcción de capacidades para medios de vida sostenibles en Guatemala, Salamá, Baja Verapaz. Guatemala. 19 p.
14. Cooperativa Agrícola Integral Unión de 4 Pinos, Guatemala. 2010. Informe de producción agrícola temporada 2009-2010. Sacatepéquez, Guatemala, Cooperativa Agrícola Integral Unión de 4 Pinos, Departamento de Producción Agrícola. 16 p.
15. Cuatro Pinos, Guatemala. 2010. Plan de manejo del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*). Guatemala. 20 p.
16. FAO, Chile. 2004. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble. Chile. 168 p.
17. FAUSAC (Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala). 2006. Manual de agroquímicos. Guatemala. 214 p.
18. Figueroa, L. 2006. Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero. Guatemala, 4 Pinos. 15 p.
19. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1980. Diccionario geográfico de la república de Guatemala. Guatemala. 4 tomos.
20. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2010. Datos meteorológicos de la estación ICTA, Chimaltenango. Guatemala. 25 p. Sin publicar.
21. Kimati, H; Pereira, GT. 1994. Mechanisms of action of antagonists selected for the biological control of bean rust (*Uromyces phaseoli* (Reben.) Wint.). Científica (Jaboticabal) 1(2):163-175. In Crop Protection Compendium (CPC): Compendium Entomológico.

22. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2014. Perfil comercial ejote francés. Guatemala. 11 p.
23. OPCION (Organización para la Promoción Comercial y la Investigación, Guatemala). 2001. Diez estudios de mercado para productos no tradicionales. Guatemala. 85 p.
24. Polanco, O. 2009. Comparación de dos planes de manejo integrado del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) para control de roya (*Uromyces appendiculatus*), asesoría técnica y servicios comunitarios en la comunidad Ixcayán, Salamá, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 145 p.
25. Seoane, J. 2013. Análisis bioestadístico con modelos de regresión en R. España, Universidad Autónoma de Madrid. Consultado 12 ago. 2016 Disponible en: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/jspinill/CFCUAM2013/Multimodel\\_inference\\_CFCUAM2013.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jspinill/CFCUAM2013/Multimodel_inference_CFCUAM2013.html)
26. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JM. 1965. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p
27. Syngenta Vegetable, US. 2013. Savor the flavor of the seasons (en línea). Consultado 12 set. 2016. Disponible en: <http://www.syngentaflowers.com/country/us/en/Vegetable/Documents/Catalog/2013%20Home%20Vegetable%20Seeds.pdf>
28. Valladares, C. 2010. Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. Honduras, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. 167 p.
29. Vásquez, K. 2013. Influencia de la aplicación de giberelinas sobre la productividad de dos variedades de ejote francés, con tres distanciamientos de siembra, en macrotunel; El Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 48 p.

## 2.11 APÉNDICE



Fuente: BASF, US. 2015.

Figura 11A. Escala de severidad de Roya en Ejote

**CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE LA  
EMPRESA BASF S.A. EN ICTA- LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA,  
C.A.**





### 3.1 INTRODUCCIÓN

Durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron servicios para el fortalecimiento de la estación experimental de BASF S.A.

Los servicios realizados fueron los siguientes:

El primer servicio se inicia con el seguimiento de buenas prácticas agrícolas (BPA) donde se tiene como objetivo el tener registros de aplicaciones, delimitar las diferentes áreas de trabajo, garantizar la seguridad de los aplicadores y como también el manejo responsable de envases vacíos.

El segundo servicio fue el manejo agronómico de la estación experimental llevando a cabo la coordinación de las aplicaciones y muestreos semanal de plagas y enfermedades correspondientes a cada una de las parcelas experimentales.

Los servicios fueron realizados con el objetivo de mantener la mejora continua en las actividades agrícolas de la estación experimental.

## **3.2 SERVICIOS 1: REGISTRAR APLICACIONES DE AGROQUÍMICOS PARA GARANTIZAR SU USO ADECUADO Y RACIONAL**

### **3.2.1 Objetivo general**

- Dar seguimiento a las buenas prácticas agrícolas en la estación experimental BASF S.A. EN –ICTA– LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

### **3.2.2 Objetivos específicos**

- Registrar aplicaciones de agroquímicos para garantizar su uso adecuado y racional.
- Realizar rotulaciones de las diferentes áreas de la unidad.
- Garantizar que el personal asignado a aplicar agroquímicos cuente con su equipo de protección personal (EPP).
- Garantizar el resguardo de los envases vacíos en el centro de acopio y su adecuado descarte.

### **3.2.3 Metodología**

Debido a que en la estación experimental se realiza agricultura intensiva, es necesario el uso frecuente de productos químicos para el control de plagas y enfermedades en los cultivos. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta las buenas prácticas agrícolas para garantizar el buen uso de los recursos y la seguridad de las personas a cargo, para lo cual se basó en puntos de la certificación GLOBAL GAP.

**a. Registro de aplicaciones**

El punto CB. 7.3 del Módulo Base Para Cultivos (CB) de GLOBAL G.A.P establece los reglamentos para el registro de aplicación de productos fitosanitarios. Registrar los siguientes criterios: nombre del cultivo y/o variedad, el operario, la justificación de la aplicación, la cantidad de producto aplicado, la maquinaria empleada para la aplicación, los plazos de seguridad pre recolección. (1)

**b. Ropa y equipo de protección individual**

El punto de control AF. 4.4.1 del Módulo de Aseguramiento de Fincas (AF) obliga a que en la explotación agrícola el personal de aplicación de agroquímicos este equipado con la ropa de protección adecuada en conformidad con las normas legales y/o las instrucciones indicadas en la etiqueta; además establece que la ropa debe mantenerse en buen estado. se garantizó que todo aplicador contara con su equipo de protección personal (EPP). (1)

**c. Identificación de áreas**

El punto AF. 1.1.1 del Módulo Base Para Todo Tipo De Finca obliga a que exista señalización física en cada parcela, invernadero, terreno u otra área/lugar. (1)

### 3.2.4 Resultados

En la figura 12 se puede observarse el formato utilizado en la estación experimental para el registrar las aplicaciones de los plaguicidas. Siguiendo los criterios de la normativa GLOBAL G.A.P. se registraron las aplicaciones para cada una de las parcelas experimentales en los diferentes cultivos.

INFORMACION GENERAL			
ID Ensayo:			
Título			
Ensayista			
Empresa /Institucion			
Localidad ensayo	Pcia		
Teléfono	Email		
N° tratamientos	Cultivo	Variedad	
Tamaño parcela (m2)	Fecha de siembra	Kg/ha	
Número de líneas	Fecha emergencia	SD/Transpl	
Longitud de la línea	Ecargado de aplicación	Espaciamiento	
Repeticiones		Densidad	
Rotacion	Anterior:	Segunda ant.	Tercera ant.

INFORMACION DE SUELO			
Textura:	% Arena:	% Arcilla:	% Limo:
Fertilizacion:	N:	P2O5:	Otros:

TRATAMIENTO GENERAL AL CULTIVO:			
Fecha	Producto	Dosis	Comentarios
05/10/2010			

TRATAMIENTOS APLICACIÓN:							
Equipo de aplic.	Pastillas	ncho barr	Dist picos	Altura	Presion	Vol H2O	Comentarios

CULTIVO AL MOMENTO DE APLICACIÓN						
Fecha aplic.	Cultivo	GS (de/a)	Altura	Hojas	% Cobert.	Comentarios

CLIMA AL MOMENTO DE APLICACIÓN						Precipitaciones / irrigacion			
Fecha aplic.	Humedad superf.	Tempera t. aire	Temperat. suelo	Humedad relativa	Velocid. viento	Horas post aplic.	1 semana antes	1 semana despues	2 sem. despues

COMENTARIOS GENERALES:	
Fecha	Comentarios

Figura 12. Formato de aplicaciones.

En la figura 13 se puede observar a la forma correcta y equipo de protección; botas, overol, gabacha, lentes, mascarilla con filtro de carbono y guantes. De esta manera se garantiza la protección de la persona y evitar cualquier tipo de intoxicación derivado de trabajo con plaguicidas.



Figura 13. Aplicador con su respectivo equipo de protección personal

Cada área de la estación fue identificada con letreros para advertir o delimitar áreas como se pueden observar en la figura 14-16.



Figura 14. Área restringida para consumir alimentos.



Figura 15. Restricción de animales al área experimental



Figura 16. Identificación de parcelas

### **3.3 SERVICIO 2: REALIZACIÓN DE MUESTREOS EN PARCELAS EXPERIMENTALES**

#### **3.3.1 Objetivo General**

- Realizar muestreos semanales en las diferentes parcelas experimentales.

#### **3.3.2 Objetivos Específicos**

- Llevar el control de los muestreos semanales de plagas y enfermedades.
- Garantizar que se realicen las prácticas de manteniendo de los cultivos.

#### **3.3.3 Metodología**

##### **A. Muestreo**

- La primera aplicación se realizó al momento de que la enfermedad apareció
- La segunda aplicación se realizó 7 días después de la primera aplicación
- La tercera y última aplicación se realizó 7 días después de la segunda aplicación.

### 3.3.4 Resultados

Se logró recaudar los datos semanales de todas las parcelas experimentales, eran ensayos de evaluación de fungicidas e insecticidas, para su posterior validez. La mayoría de datos son confidenciales. En el siguiente cuadro podemos observar el formato utilizado para cada uno de los ensayos.

DIA Y FECHA DE MUESTREO		24/05/2015													# MUESTREO	6				
HORA DE MUESTREO		09:00 a. m.																		
CONDICIONES CLIMATICAS EN EL MOMENTO		VIENTO									NO									
		DIRECCION VIENTO									NORTE - SUR									
		TEMPERATURA																		
		NUBOSIDAD																		
		OTRO																		
CULTIVO/VARIEDAD		ARVEJA/MILAGRO																		
TAMANO UNIDAD EXPERIMENTAL m2		12.81																		
FECHA DE SIEMBRA O TRASPLANTE		29/02/2016																		
DIAS DESPUES DE SIEMBRA O TRASPLANTE		89																		
ETAPA FENOLOGICA		VEGETATIVA																		
REP.	TRAT.	SEVERIDAD						INCIDENCIA						FITOTOXICIDAD						
Plots	Trts	PLAN TA1	PLAN TA2	PLAN TA3	PLAN TA4	PLAN TA5	PROME DIO	PLAN TA1	PLAN TA2	PLAN TA3	PLAN TA4	PLAN TA5	PROME IO	PLAN TA1	PLAN TA2	PLAN TA3	PLAN TA4	PLAN TA5	PROME DIO	
101	1	90	90	100	90	80	90	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
102	2	25	25	20	25	20	23	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
103	3	20	20	20	5	20	17	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
104	4	30	40	20	30	20	28	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
105	5	10	20	20	15	25	18	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
106	6	20	20	20	25	25	22	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
201	5	10	20	10	20	10	14	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
202	4	10	10	5	5	5	7	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
203	6	20	10	20	20	20	18	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
204	3	5	10	20	20	10	13	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
205	2	10	10	20	20	2	12.4	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
206	1	90	80	80	80	90	84	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
301	6	10	15	20	20	25	18	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
302	2	10	10	15	10	10	11	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
303	4	20	20	25	25	25	23	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
304	1	90	80	90	90	85	87	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
305	3	10	10	10	20	10	12	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
306	5	10	10	20	10	20	14	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
401	3	10	10	20	20	5	13	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
402	5	25	10	10	20	10	15	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	
403	1	80	80	85	85	80	82	1	1	1	1	1	100	0	0	0	0	0	0	

Se garantizó la realización de labores culturales como el control de malezas, elaboración de surcos, preparación de suelo, riego y fertiriego.

### 3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Callebaut, G; Moeller, K. 2017. Certificación Global G.A.P. Disponible en Global GAP A.P. c/o FoodPLUS, [http://www.globalgap.org/export/default/.content/.galleries/documents/141001\\_products\\_and\\_services\\_web\\_es.pdf](http://www.globalgap.org/export/default/.content/.galleries/documents/141001_products_and_services_web_es.pdf)