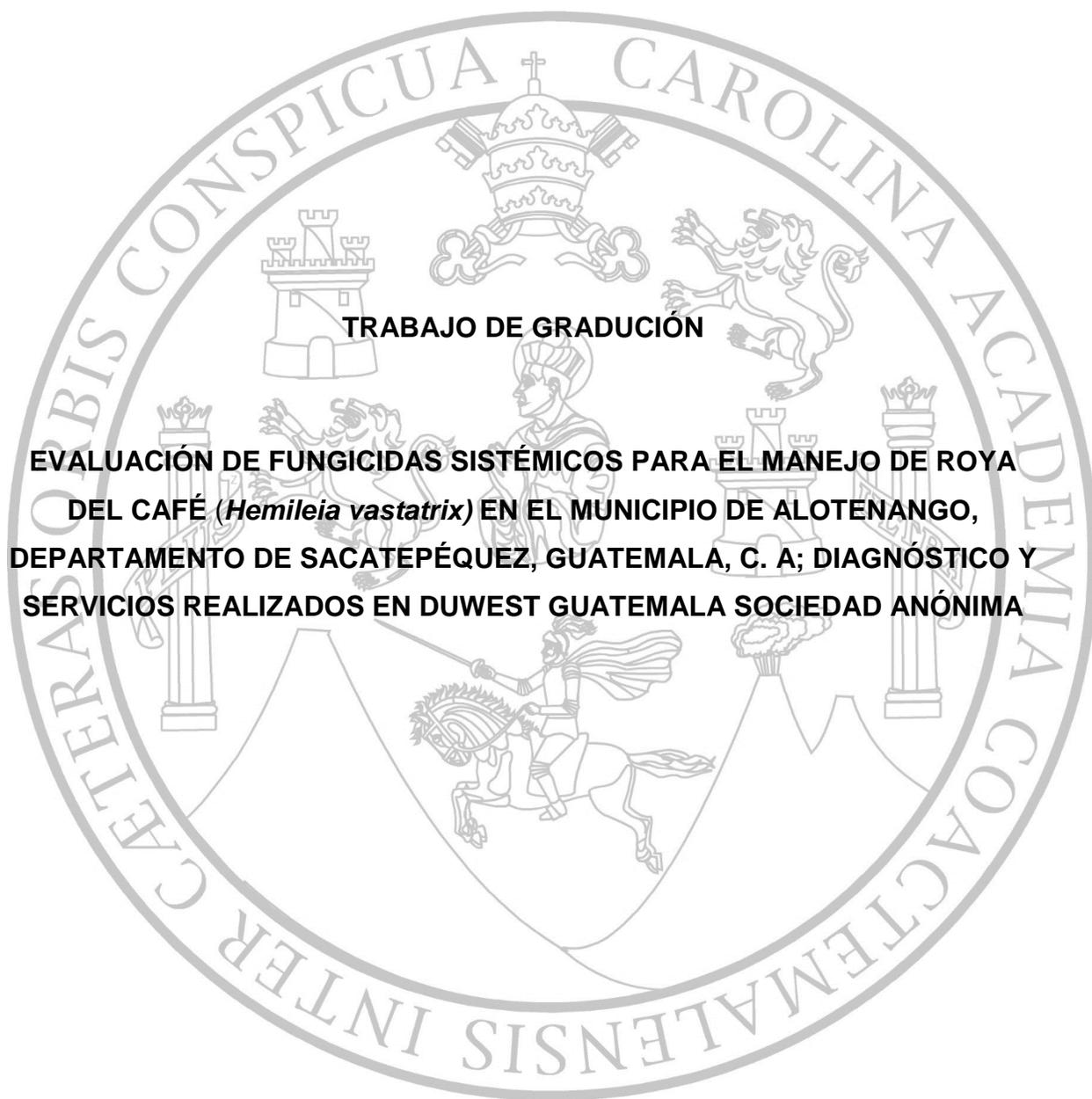


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUCIÓN

**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL MANEJO DE ROYA
DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*) EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN DUWEST GUATEMALA SOCIEDAD ANÓNIMA**

ALEJANDRO AGUILAR REYES 201210700

Guatemala, mayo de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL MANEJO DE ROYA
DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*) EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN DUWES GUATEMALA SOCIEDAD ANONIMA**

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

ALEJANDRO AGUILAR REYES
201210700

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR EN FUNCIONES
LIC. M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes |
| VOCAL I | Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona |
| VOCAL II | Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez |
| VOCAL III | Ing. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid |
| VOCAL IV | P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez |
| VOCAL V | Br. Segio Wladimir Gonzales Paz |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria |

GUATEMALA, MAYO DE 2021

Guatemala, mayo de 2021

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

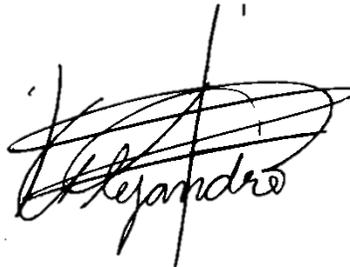
Honorables miembros

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: **EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL MANEJO DE ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*) EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN DUWEST Guatemala SOCIEDAD ANÓNIMA** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, suscribo la presente,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alejandro', with a large, stylized flourish above it.

Alejandro Aguilar Reyes

201210700

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por darme la bendición de terminar esta etapa en mi vida y ser el guía en mi vida y fortaleza para este logro.

Mis padres: Victor Salvador Aguilar Jerez, por ser un ejemplo de vida y de superación, por el apoyo económico, moral que me brindo durante los años de estudio.

Rocio del Alba Reyes Samayoa, por mostrarme los caminos de Dios, por estar al pendiente de mis estudios y de mi educación como hijo y como ser humano.

Mi esposa e hija: Analucia Cano y Ana Sofía, por ser el motor de mi vida y ser el apoyo incondicional como mujer.

Familia Cano: Emilia, Paty y Margot, por su apoyo incondicional a mi persona y mi familia.

Mi abuela: Nereyda Samayoa de León, por su apoyo incondicional para llegar a esta meta

Mis hermanos: Andrea, Vito, Claudia y Rocio, por su apoyo incondicional durante la carrera.

Mis amigos: Bryan López, Octavio Martínez, Gandy Quiroa, Herbert del Aguila, Vaquero Rivas, Vane Ariano, Ruben Garcia, Ruben Ahuja, Jose Juárez, José Carlos Morán, Julia Castellanos, Cristian García, Yessica Alvarado, Kevin Tahon, Marvin Sican y Axell Paredes.

AGRADECIMIENTOS

A:

- Mi patria:** Guatemala, país de la eterna primavera.
- Facultad de Agronomía:** Por los conocimientos adquiridos en mi formación como Ingeniero Agrónomo.
- Mi alma mater:** Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mi supervisor:** Dr. Adalberto Rodríguez, por su apoyo incondicional durante el EPS e incentivarme a cumplir esta meta.
- Mi asesor:** Dr. Edín Orozco, por su tiempo en la asesoría de este documento.
- Mi evaluador:** Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin, por su valiosa colaboración y sus conocimientos aportados a esta investigación.
- Duwest Guatemala:** Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en sus programas

TABLA DE CONTENIDO

| | página |
|--|--------|
| 1 CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ (<i>HEMILEIA VASTATRIX</i>) EN FINCA CANDELARIA EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A | 1 |
| 1.1 PRESENTACIÓN | 2 |
| 1.2 marco referencial | 3 |
| 1.2.1 Ubicación | 3 |
| 1.2.2 Topografía | 3 |
| 1.2.3 Fuente de agua | 3 |
| 1.2.4 Zonas de vida | 3 |
| 1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.4 OBJETIVOS | 5 |
| 1.4.1 Objetivo general | 5 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.5 METODOLOGIA Y RECURSOS | 6 |
| 1.5.1 Fase de campo | 6 |
| 1.5.2 Fase de gabinete | 6 |
| 1.5.3 Recursos | 6 |
| 1.6 RESULTADOS | 7 |
| 1.6.1 Manejo de la roya del café | 7 |
| 1.6.1.1 Organigrama de finca candelaria | 7 |
| 1.6.1.2 Productos para el manejo de la roya en finca Candelaria | 8 |
| 1.6.1.3 Desarrollo de la roya en finca Candelaria | 9 |
| A. Altura dentro de finca | 9 |

| | página |
|--|--------|
| B. Precipitación pluvial en finca | 9 |
| C. Presupuesto para el manejo de la roya de café | 9 |
| 1.6.2 Priorización de problemas | 10 |
| 1.6.3 Propuesta de mejora para finca Candelaria | 11 |
| 1.7 CONCLUSIONES | 13 |
| 1.8 recomendaciones | 13 |
| 2 CAPÍTULO II. INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL MANEJO DE ROYA DEL CAFÉ (HEMILEIA VASTATRIX) EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A. | 14 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN | 15 |
| 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 16 |
| 2.3 MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.3.1 Marco conceptual | 17 |
| 2.3.1.1 Breve historia del café en Guatemala | 17 |
| 2.3.1.2 Importancia económica del café en Guatemala | 17 |
| 2.3.1.3 Variedad Catuai | 18 |
| 2.3.1.4 Roya del café ocasionado por Hemileia vastatrix | 18 |
| A. Patógeno | 18 |
| B. Hospedero | 19 |
| C. Diseminación del hongo | 19 |
| 2.3.1.5 Manejo químico para la roya del café | 19 |
| A. Fungicidas sistémicos | 19 |
| B. Descripción de los fungicidas sistémicos | 20 |
| a. Aproach prima® 28 SC | 20 |

| | página |
|--|--------|
| b. Amistar Extra® 28 SC | 20 |
| c. Opera® 18.3 SE | 21 |
| d. Esfera Max® 53.5 SC | 21 |
| e. Mancuerna PLUS 28 SE | 21 |
| f. Ciclón 31 EC | 21 |
| 2.3.2 Marco referencial | 22 |
| 2.3.2.1 Ubicación geográfica | 22 |
| 2.3.3 Clima | 22 |
| 2.3.4 Zona de vida | 22 |
| 2.3.5 Variedades cultivadas y distanciamiento de siembra en finca Candelaria | 22 |
| 2.4 OBJETIVOS | 23 |
| 2.4.1 Objetivo general | 23 |
| 2.4.2 Objetivos específicos | 23 |
| 2.5 METODOLOGIA | 24 |
| 2.5.1 Diseño e instalación del ensayo | 24 |
| 2.5.2 Unidad experimental | 24 |
| 2.5.3 Parcela neta | 24 |
| 2.5.4 Diseño estadístico | 24 |
| 2.5.5 Tratamientos | 25 |
| 2.5.6 Modo de aplicación | 26 |
| 2.5.7 Volumen de mezcla utilizado en la aplicación | 26 |
| 2.5.8 Tipo de aplicación | 26 |
| 2.5.9 Momento y frecuencia de la aplicación | 26 |
| 2.5.10 Variables de respuesta | 26 |
| 2.5.10.1 Incidencia de la roya en el café | 26 |
| 2.5.10.2 Severidad de la roya en el café | 27 |
| 2.5.10.3 Toxicidad | 28 |

| | página |
|---|--------|
| 2.5.11 Análisis de la información | 28 |
| 2.5.11.1 Incidencia de la roya en las plantas de café | 28 |
| 2.5.11.2 Severidad de la roya de café en las plantas de café. | 28 |
| 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 29 |
| 2.6.1 Evaluación del efecto de la aplicación de fungicidas sistémicos para el manejo de la roya del café | 29 |
| 2.6.1.1 Incidencia de la roya | 29 |
| 2.6.1.2 Curva de progreso de la roya del café | 30 |
| 2.6.1.3 Análisis de varianza para la incidencia | 31 |
| 2.6.2 Severidad de la roya | 32 |
| 2.6.2.1 Área bajo la curva de los tratamientos aplicados para el manejo de la roya del café en la finca Candelaria | 32 |
| 2.6.3 Toxicidad al cultivo | 35 |
| 2.7 CONCLUSIONES | 36 |
| 2.8 RECOMENDACIONES | 36 |
| 2.9 BIBLIOGRAFIA | 37 |
| 2.10ANEXOS | 40 |
| 3 CAPÍTULO III. | |
| INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE DUWEST GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA C. A. | 43 |
| 3.1 SERVICIO I. | |
| ELABORACIÓN DEPROTOCOLO PARA LA EVALUACION DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL HERBICIDA MON 79991 PARA EL CONTROL DE MALEZAS GRAMINEAS Y HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAFÉ | 44 |

| | página |
|---|--------|
| 3.1.1 INTRODUCCIÓN | 44 |
| 3.1.2 OBJETIVOS | 45 |
| 3.1.2.1 Objetivo general | 45 |
| 3.1.2.2 Objetivos específicos | 45 |
| 3.1.3 METODOLOGÍA | 46 |
| 3.1.3.1 Cultivo | 46 |
| 3.1.3.2 Condiciones del ensayo | 46 |
| 3.1.3.3 Malezas en estudio | 46 |
| 3.1.3.4 Diseño e instalación del ensayo | 46 |
| 3.1.3.5 Ubicación de la prueba. | 46 |
| 3.1.3.6 Tratamientos | 47 |
| A. Producto en prueba | 47 |
| B. Producto de referencia | 47 |
| 3.1.3.7 Modo de aplicación | 48 |
| A. Tipo de aplicación | 48 |
| B. Tipo de equipo a usar | 48 |
| 3.1.3.8 Momento y frecuencia de la aplicación | 48 |
| 3.1.3.9 Dosis y volúmenes de aplicación | 48 |
| 3.1.3.10 Tratamientos a evaluar en el experimento | 49 |
| 3.1.3.11 Plano de campo | 49 |
| 3.1.3.12 Tipo, momento y frecuencia de las evaluaciones | 50 |
| A. Tipo de variables a evaluar | 50 |
| a. Porcentaje de control | 50 |
| b. Porcentaje de cobertura | 50 |
| c. Malezas presentes. | 50 |
| d. Densidad de malezas | 50 |
| e. Selectividad | 51 |
| f. Momento y frecuencia | 51 |
| B. Observaciones colaterales | 51 |

| | página |
|--|--------|
| a. Efecto sobre otros cultivos | 52 |
| b. Efecto sobre organismos | 52 |
| c. Registro cualitativo y cuantitativo del rendimiento | 52 |
| | |
| 3.2 SERVICIO II. | |
| ELABORACIÓN DE PROTOCOLO PARA LA DEMOSTRACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DE ZORVEC ENCANTIA PARA EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN EL CULTIVO PAPA | 53 |
| 3.2.1 INTRODUCCION | 53 |
| 3.2.2 OBJETIVOS | 54 |
| 3.2.2.1 Objetivo general | 54 |
| 3.2.2.2 Objetivo específicos | 54 |
| 3.2.3 METODOLOGÍA | 55 |
| 3.2.3.1 Cultivo | 55 |
| 3.2.3.2 Condiciones del ensayo | 55 |
| 3.2.3.3 Enfermedad en estudio | 55 |
| 3.2.3.4 Diseño e instalación del ensayo | 55 |
| 3.2.3.5 Ubicación de la prueba. | 56 |
| 3.2.3.6 Tratamientos | 56 |
| A. Producto de interés | 56 |
| B. Productos de referencia | 57 |
| 3.2.3.7 Modo de aplicación | 57 |
| A. Tipo de aplicación | 57 |
| B. Tipo de equipo a usar | 57 |
| 3.2.3.8 Momento y frecuencia de la aplicación | 57 |
| 3.2.3.9 Dosis y volúmenes de aplicación | 58 |
| 3.2.3.10 Descripción de tratamientos evaluados en el experimento | 58 |
| 3.2.3.11 Plano de campo | 59 |
| 3.2.3.12 Información sobre otros plaguicidas usados contra otros problemas fitosanitarios. | 59 |

| | página |
|--|--------|
| 3.2.3.13 Tipo, momento y frecuencia de las evaluaciones | 59 |
| A. Tipo de variables evaluadas | 59 |
| a. Incidencia de la enfermedad | 59 |
| b. Severidad | 59 |
| | |
| 4 OTRAS ACTIVIDADES | 61 |
| | |
| 4.1 protocolo para la demostración de aproach prima en finca las elviras, suchitepequez, guatemala | 61 |
| | |
| 4.2 protocolo para la demostracion de silicatos de potasio y fosfitos de potasio para aumento en la resistencia a amarillamiento por factores bioticos y abioticos en plantas ornamentales | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|------------|--|--------|
| Figura 1. | Organigrama de finca Candelaria. | 7 |
| Figura 2. | Escala diagramática utilizada para la evaluación de la severidad de la roya del café en la finca candelaria | 27 |
| Figura 3. | Gráfica de curvas de progreso de la roya del café, para cada tratamiento evaluado para la incidencia de la roya del café, durante mayo a octubre del 2017 en la finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento Sacatepéquez, Guatemala. | 30 |
| Figura 4. | Gráfica de área bajo la curva para la severidad de la roya del café de los tratamientos evaluados en el ensayo realizado del mes de mayo a octubre del 2017 en la finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento Sacatepéquez, Guatemala. | 34 |
| Figura 5A. | Análisis de varianza para la variable incidencia. | 40 |
| Figura 6A. | Análisis de ABCPE para la variable severidad. | 40 |
| Figura 7A. | Hoja sana en planta de café. | 41 |
| Figura 8A. | Aplicación de fungicidas sistémicos en parcela experimental. | 41 |

| Figura | | Página |
|-------------|---|--------|
| Figura 9A. | Hoja curada por los tratamientos aplicados en la parcela experimental | 42 |
| Figura 10A. | Hoja con roya esporulada. | 42 |
| Figura 11. | Tratamientos distribuidos al azar en parcela experimental. | 49 |
| Figura 12. | Plano de campo de los tratamientos distribuidos al azar. | 59 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | página |
|-----------|---|--------|
| Cuadro 1. | Fungicidas utilizados por finca Candelaria para el manejo de la roya de café (<i>Hemileia vastatrix</i>). | 8 |
| Cuadro 2. | Priorización de problemas en finca Candelaria | 10 |
| Cuadro 3. | Propuesta de mejora para el manejo de la roya de café en finca Candelaria | 11 |
| Cuadro 4. | Descripción de los tratamientos de fungicidas sistémicos evaluados para el manejo de la roya del café durante mayo a octubre de 2017 en finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. | 25 |
| Cuadro 5. | Síntomas de toxicidad más considerables en la evaluación de las plantas después de una aplicación. | 28 |
| Cuadro 6. | Porcentaje de incidencia de la roya del café, según tratamiento evaluado, durante mayo a octubre del 2017, en la finca Candelaria, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. | 29 |

| Cuadro | | página |
|------------|---|--------|
| Cuadro 7. | Comparación de medias según la prueba Tukey de los valores promedio en porcentaje de la incidencia de la roya del café para cada tratamiento evaluado en el ensayo realizado en la finca Candelaria en 2017. | 31 |
| Cuadro 8. | Comparación de medias según la prueba Tukey de los valores promedio del área bajo la curva para la severidad de la roya de café de cada tratamiento evaluado en el ensayo realizado en la finca Candelaria en 2017. | 33 |
| Cuadro 9. | Malezas a evaluar durante el periodo del ensayo | 46 |
| Cuadro 10. | Producto en prueba a utilizar durante el ensayo de herbicidas. | 47 |
| Cuadro 11. | Producto comercial a utilizar durante el ensayo. | 47 |
| Cuadro 12. | Tratamientos a evaluar para el control de malezas en pos emergencia (hoja ancha y gramíneas) en el cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L) | 49 |
| Cuadro 13. | Sistema de evaluación visual de control de malezas propuesta por ALAM. | 50 |

| Cuadro | | página |
|------------|---|--------|
| Cuadro 14. | Escala para la evaluación de la selectividad del herbicida MON 79991 en el cultivo de café. | 51 |
| Cuadro 15. | Descripción del fungicida de interés en la evaluación. | 56 |
| Cuadro 16. | Fungicidas de referencia que se utilizaron en el ensayo | 57 |
| Cuadro 17. | Tratamientos para el control de tizón tardío en el cultivo de papa | 58 |
| Cuadro 18. | Protocolo para la demostración de aproach prima para el manejo de la roya de café en finca las Elviras. | 61 |
| Cuadro 19. | Demostración de silicato de potasio y fosfito de potasio para disminuir el amarillamiento en plantas ornamentales | 66 |

RESUMEN

El presente documento contiene el informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en Duwest Guatemala durante el período de marzo a noviembre de 2017. Esta empresa se dedica a la producción y comercialización de agroquímicos. Como parte del desarrollo de EPS se realizaron actividades de diagnóstico, investigación y servicios profesionales. En el contenido se incluyen los resultados obtenidos para cada uno de los capítulos elaborados.

En el Capítulo I se presenta el diagnóstico realizado en el Departamento de Investigación y Desarrollo con el que se logró identificar los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de ensayos y parcelas demostrativas de los productos de la empresa. Con la observación y la inmersión en estos procesos se pudieron determinar ciertos problemas durante los distintos procesos que lleva a cabo el Departamento de Investigación y Desarrollo. Dentro de los problemas con mayor importancia en este departamento era el nulo inventario que se tenía en la Bodega de Investigación y Desarrollo y la mala programación que existía en los ensayos y demostraciones que se realizaban durante cada año.

El Capítulo II corresponde a la investigación que se llevó a cabo en Alotenango, Sacatepéquez y consistió en evaluar seis fungicidas sistémicos para el control de roya de café, para ello se realizaron tres aplicaciones en el año a intervalo de 60 días entre aplicación, se realizaron muestreos a cada 15 y 30 días después de cada aplicación. El fungicida con mejor eficacia para el manejo de la roya de café en comparación de los otros tratamientos fue el fungicida a base de (pyraclostrobin y epoxinazole), presentando los valores más bajos de incidencia a 68.25 % y 5.89 % la severidad, el tratamiento de approach prima fue el segundo mejor con 77.50 % de incidencia y 6.12 % de severidad, el tercero mejor que redujo la incidencia fue el fungicida a base de cyproconazol y azoxystrobin con 78 % y 6.65 % de severidad, el cuarto tratamiento con mejor manejo de la enfermedad fue el fungicida a base de cyproconazol y azoxystrobin con 79.50 % y 7.60 % de severidad, el quinto fungicida con mayor eficacia fue ciproconazol y trifloxystroin con 81 % y 9.02 % de severidad,

el fungicida a base de triadimefon y ciproconazol presento 82 % de incidencia y 12.01 % de severidad el testigo absoluto presento 89 % de incidencia y 43.58 % de severidad.

El Capítulo III presenta los servicios realizados que consistieron en 1) elaboración de protocolo para la evaluación de la eficacia biológica del herbicida mon 79991 para el control de malezas gramíneas y hoja ancha en el cultivo de café 2) elaboración de protocolo para la demostración de la eficacia biológica de zorvec encantia para el control de tizón tardío en el cultivo papa.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, surrounded by various symbols including a crown, a lion, a castle, and a cross. The text around the border of the seal reads "UNIVERSITAS CAROLINA ACADÉMICA COACTEMALENSIS INTER CÆTERAS ORBIS CONSPICUA".

1 CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ (*HEMILEIA VASTATRIX*) EN FINCA CANDELARIA EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A

ALEJANDRO AGUILAR REYES 201210700

Guatemala, mayo de 2021

1.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es un país dependiente de la agricultura y es por esto que existe una gran variedad de especies cultivadas en distintas áreas de Guatemala con climas muy específicos para cada área, los cultivos que se producen en determinadas áreas presentan en su ciclo de vida diversas enfermedades y plagas que afectan su proceso de crecimiento y así la producción de cada una de las plantas.

Duwest Guatemala Sociedad Anónima es una empresa dedicada a brindar solución a muchas de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos establecidos en Guatemala por medio de un portafolio de productos que controlan estas plagas y enfermedades.

El presente diagnóstico se realizó en finca Candelaria con el propósito de conocer los productos que utilizaba la finca para el manejo de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) debido a que no contaban con evaluaciones recientes de fungicidas que brinden manejo a la roya de café.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación

Finca candelaria se encuentra situada en la ruta 14, Km 91, finca Candelaria está ubicada a 1,462 m s.n.m. Latitud norte 14°48'00" y longitud oeste 90°80'00".

1.2.2 Topografía

La mayor parte de terreno de la finca es irregular, ya que posee planicies y considerables pendientes. El área total de finca en área cultivable es aproximadamente de 450 mz.

1.2.3 Fuente de agua

Finca Candelaria cuenta con un pozo mecánico de agua, del cual obtienen el agua para aplicaciones de fungicidas.

1.2.4 Zonas de vida

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área donde se realizó la investigación está situada en la zona ecológica bosque muy húmedo subtropical cálido bmh-s(c) (Holdrige, 2002).

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

Duwest Guatemala es una empresa que desarrolla y provee productos químicos de alta calidad para la protección de los cultivos producidos en diversos países, la empresa actualmente se encuentra en nueve países de América con más de 100 productos registrados para el manejo de los cultivos, de estos productos los fungicidas e insecticidas son los más comerciales, el Departamento de Investigación y Desarrollo se encarga de validar estos productos en los distintos cultivos en el país de Guatemala.

Para el año 2017, finca Candelaria ha tenido deficiencias en los procesos para dar manejo a la roya de café, siendo esta enfermedad la causa principal para la disminución en el rendimiento de la plantación, finca Candelaria junto con el equipo encargado para aplicaciones de fungicidas en campo no tenían desarrollado ninguna evaluación de productos nuevos en el mercado para el manejo de la roya del café, desconociendo los beneficios que estos productos brindan al manejo de dicha enfermedad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Conocer el manejo de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en finca Candelaria en el municipio de Alotenango, departamento de Sacatepequez, Guatemala.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Conocer los productos que se utilizan en finca Candelaria para el manejo de café (*Hemileia vastatrix*) para así realizar e implementar nuevas estrategias para control del patógeno.
2. Presentar una propuesta de solución ante la problemática para el manejo de la roya del café en finca Candelaria para evitar pérdidas en producción.

1.5 METODOLOGIA Y RECURSOS

La metodología que se utilizó para la elaboración del diagnóstico fue dividida en dos fases, la fase de campo y la fase de gabinete.

1.5.1 Fase de campo

La fase de campo consistió en el reconocimiento y la observación del departamento de fumigación para conocer los fungicidas utilizados por la finca.

Se obtuvo información a través de los recorridos dados a lo largo de lotes donde por medio de fuentes primarias y secundarias se logró conocer la situación I, se observaron los productos aplicados por la finca, además de las condiciones del cultivo y sus formas de manejo.

La técnica que se utilizó para obtener información fue a través de entrevistas hacia personal de la empresa que está relacionada directamente con el manejo de la roya de café siendo estos, encargado de fumigaciones y administrador de la finca.

1.5.2 Fase de gabinete

Como fase de gabinete se determinaron las principales problemáticas de la finca por medio de un análisis de la información obtenida a través de las entrevistas y todo lo observado en la fase de campo.

1.5.3 Recursos

- Libreta de campo
- Computadora
- Personal de finca para entrevistas

1.6 RESULTADOS

1.6.1 Manejo de la roya del café

Para el manejo de la roya de café debemos conocer todos los aspectos que requiere este manejo y todos los puntos a considerar al momento de hacer aplicaciones para el manejo de la enfermedad.

1.6.1.1 Organigrama de finca candelaria

El organigrama de finca candelaria se describe en la imagen 1.

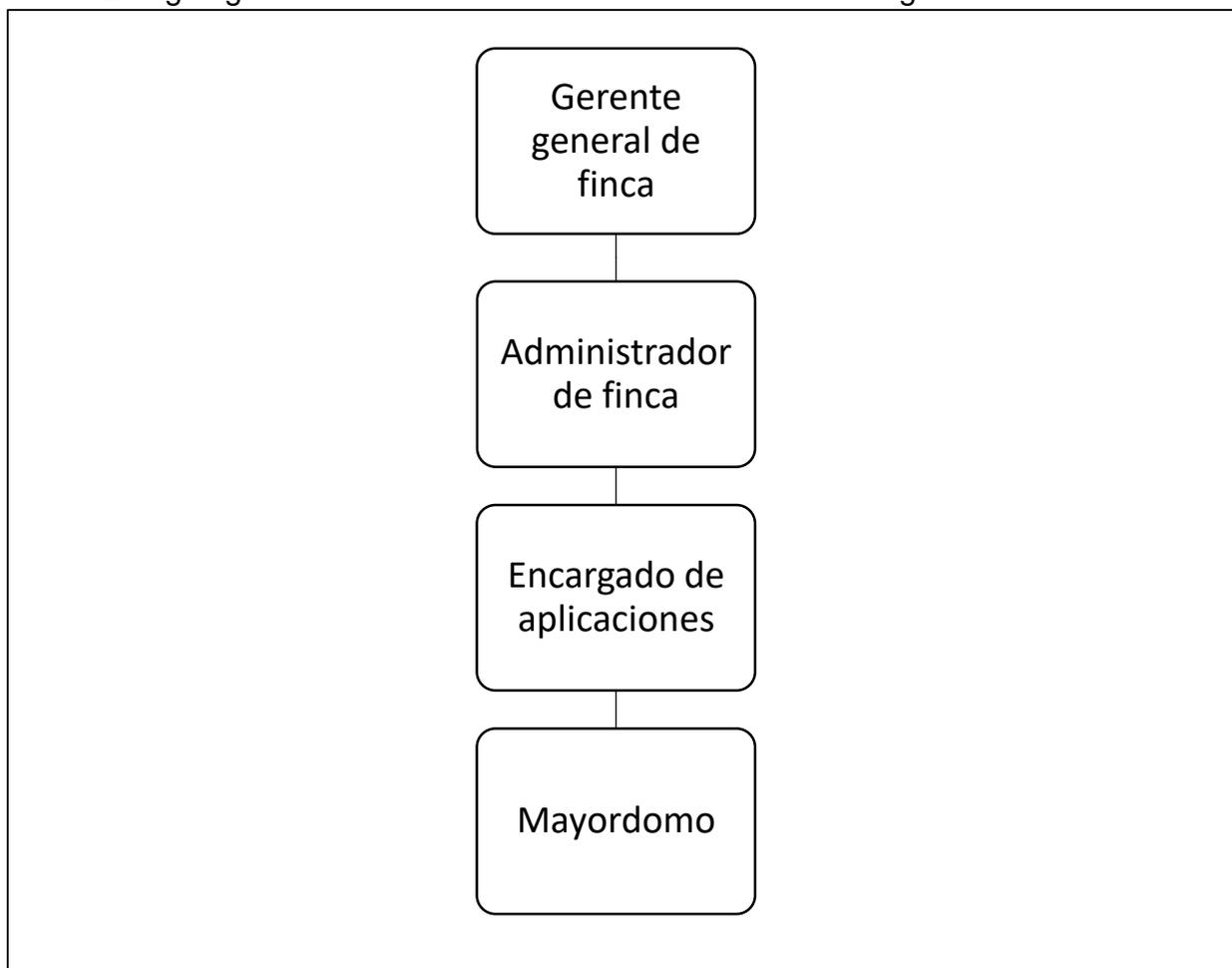


Figura 1. Organigrama de finca Candelaria.

Fuente: elaboración propia, 2017

En la figura 1 se observa el orden jerárquico que existe en finca candelaria, la función de cada elemento en el organigrama consiste en lo siguiente;

Gerente general: es el mando máximo en finca Candelaria encargado de velar que todo se cumpla según lineamientos de cada actividad.

Administrador de finca: es el encargado de llevar a cabo todos los procesos en finca entre los cuales los más destacados son, aplicaciones de fungicidas y fertilizantes en la plantación, cosecha y proceso de secado de café, comercialización del café, costos de producción etc.

Encargado de aplicaciones: es el encargado de realizar aplicaciones de fungicidas para el manejo de la roya de café en finca, de él depende programara aplicaciones según caminamientos en finca realizados por el mayordomo.

Mayordomo: persona encargada de supervisar labores de aplicadores y caminar en finca para observar incidencias de roya en finca.

1.6.1.2 Productos para el manejo de la roya en finca Candelaria

Para el manejo de la roya de café en finca candelaria se utilizan no más de tres productos distintos, pero de la misma familia química, los productos que utilizaba la finca se especifican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fungicidas utilizados por finca Candelaria para el manejo de la roya de café (*Hemileia vastatrix*).

| Nombre comercial | Grupo químico | Ingrediente activo | Dosis cc/ha |
|------------------|---------------|--------------------|-------------|
| Alto 10 SL | Triazoles | Ciproconazole | 300 |
| Tutela 10 SL | Triazoles | Ciproconazole | 300 |
| Opus 12.5 SL | Triazoles | Epoxiconazole | 300 |

Como se observa en el cuadro 1 los fungicidas que utiliza finca Candelaria para el manejo de la roya de café son tres, y dos de ellos son de mismo ingrediente activo y

los tres del mismo grupo químico, haciendo que el patógeno genere resistencia de los fungicidas aplicados en finca.

El intervalo de aplicaciones en finca Candelaria es aproximadamente de 45 - 50 días, estas aplicaciones se realizan en este tiempo por programaciones de finca, perjudicando el manejo de la enfermedad debido a que el grupo químico de los triazoles brinda únicamente 35 – 40 días control en la planta, haciendo que el hongo tenga una ventana de tiempo para causar daños severos en la plantación.

1.6.1.3 Desarrollo de la roya en finca Candelaria

El desarrollo de la roya de café en finca Candelaria es variable en cuanto a manifestar la incidencia y severidad, a continuación, se describen factores por los cuales la enfermedad se desarrolla de distinta manera en distintos lotes en finca Candelaria.

A. Altura dentro de finca

Finca Candelaria por su extensión de área cultivable posee lotes en distintas alturas que van desde los 1,200 m s.n.m. a los 1,500 m s.n.m. esto ocasiona que se la enfermedad se propague o disemine con mayor facilidad en las partes altas que en las bajas.

B. Precipitación pluvial en finca

La precipitación de pluvial en finca varía dependiendo también la altura de los lotes, los lotes o partes más altas de la finca son las que tienen más precipitación que llega a los 1,000 mm de agua en el año favoreciendo a la humedad y al desarrollo de la enfermedad.

C. Presupuesto para el manejo de la roya de café

Según la información recopilada con el administrador de finca, dio a conocer que, si existe presupuesto para el manejo de la enfermedad, por temas internos de finca no se dio a conocer dicho presupuesto.

1.6.2 Priorización de problemas

En base a la información recopilada en finca fue necesario realizar un cuadro con la priorización de problemas para determinar cuál es el principal problema para el manejo de la roya del café en finca Candelaria. La priorización de problemas se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Priorización de problemas en finca Candelaria

| No. | Problema | Descripción de problema |
|-----|---|---|
| 1 | Conocimiento técnico para muestreos de roya | En finca la persona que se encarga de los muestreos o caminamiento para determinar si se debe aplicar o no es el mayordomo, persona que no posee los conocimientos técnicos suficientes para realizar una buena recomendación al encargado de aplicaciones. |
| 2 | Época de aplicación | Según la información recopilada por medio de charlas con personal de la finca, las aplicaciones para el manejo de la roya de café se realizan ya en épocas en las cuales el hongo está muy desarrollado provocando baja eficacia de los productos. |
| 3 | Conocimiento de productos para el manejo de la roya | Como se mencionó antes en finca no se tienen amplios conocimientos en cuanto a productos para manejo de roya, y esto hace que no se tenga rotación de moléculas dentro del programa de aplicaciones |

| | | |
|---|--|---|
| 4 | Aprobación de compras de productos para aplicaciones | Se platicó con el administrador de finca y mencionó que existen problemas en los procesos para realizar compras para los productos para manejo de la enfermedad, hay ocasiones que la demora puede ser de 30 días para adquirir los productos |
|---|--|---|

1.6.3 Propuesta de mejora para finca Candelaria

Para mejorar la situación actual en finca es necesario realizar ciertas actividades. Estas mejoras se pueden observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. propuesta de mejora para el manejo de la roya de café en finca Candelaria

| Objetivo | Responsable | Procedimiento de trabajo |
|--|---|--|
| Muestreo técnico de la roya del café | Administrador de finca | Contratar a un perito agrónomo con conocimientos sobre muestreos de roya para que pueda hacer una buena recomendación al momento de realizar los muestreos |
| Aplicar los productos en la época correcta | Administrador de finca, encargado de aplicaciones, técnico de campo | Se deben realizar las aplicaciones según recomendaciones del técnico de campo, con personas capacitadas para realizar las aplicaciones más efectivas para el manejo de la enfermedad |

| | | |
|--|---|---|
| <p>Evaluar productos nuevos para el control de la roya de café</p> | <p>Administrador de finca y encargado de aplicaciones</p> | <p>Se deben realizar parcelas demostrativas con productos nuevos en el mercado para observar los porcentajes de control que tienen sobre la roya del café</p> |
| <p>Capacitar al personal de la finca</p> | <p>Administrador de la finca, encargado de aplicaciones, técnico de campo y personal de finca</p> | <p>Se deben realizar capacitaciones al menos una vez en cada trimestre del año para que los trabajadores de la finca estén mejor preparados para dar el correcto manejo a la roya de café</p> |
| <p>Realizar los requerimientos de productos para manejo de la roya</p> | <p>Gerente general, administrador de finca, encargado de aplicaciones y técnico de muestreo</p> | <p>Para tener a tiempo los implementos para aplicaciones se debe realizar el requerimiento con tiempo debido a que estos deben ser autorizados por gerente de finca</p> |

1.7 CONCLUSIONES

1. Finca candelaria tiene como metodología aplicar fungicidas de contacto para el manejo de la roya del café, en donde no se posee rotación de familias químicas ni ingredientes activos de los fungicidas.
2. Los productos utilizados por finca candelaria fueron tres, los cuales son Alto 10 SL, Tutela 10 SL y Opus 12.5 SL, teniendo problemática debido a que el patógeno ha generado resistencia al grupo químico que se aplica para el manejo de la roya.
3. Es necesario realizar una evaluación de fungicidas para el manejo de la roya de café para introducir nuevas alternativas de fungicidas para obtener mayor control sobre el patógeno antes mencionado.

1.8 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una investigación en donde se evalué el efecto de los distintos fungicidas que existen en el mercado, los fungicidas a evaluar se recomiendan que sean sistémicos ya que en finca se tiene alta resistencia de la roya hacia los fungicidas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a crown, and various heraldic symbols. The shield is surrounded by a circular border containing the Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACCADIA COACTEMALENSIS INTER".

2 CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL MANEJO DE ROYA DEL CAFÉ (HEMILEIA VASTATRIX) EN EL MUNICIPIO DE ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A.

ALEJANDRO AGUILAR REYES
GUATEMALA, MAYO DE 2020

2.1 INTRODUCCIÓN

La principal fuente generadora de empleos en el país de Guatemala es la agricultura. El cultivo de café es uno de los tres cultivos más importantes de Guatemala después de la caña de azúcar y el banano. El sector caficulator ha sido parte importante de la historia y de la economía del país y ha logrado ser por muchos años la base de la actividad agrícola de Guatemala. Impulsa el desarrollo del país y de todas aquellas personas que viven del cultivo del café (Javora, 2003).

Según ANACAFÉ 2015, Guatemala ocupa el décimo lugar en las exportaciones a nivel mundial de café, corresponde el 6.2 % del total de las exportaciones del país, las regiones I, II y IV tienen aproximadamente un tercio del total de área cultivada (ANACAFÉ, 2015).

En Guatemala, el periodo de 2010-2014 el café presentó fluctuaciones en el precio del café, debido a esto muchos caficultores se han visto en la obligación de buscar cultivos alternos al café lo cual es perjudicial al país por lo ya antes mencionado (ANACAFÉ, 2014). Con la fluctuación de precios en el café, los caficultores están deben obtener altas producciones para mitigar esa fluctuación. Para obtener altas producciones es necesario dar el manejo adecuado al principal patógeno del cultivo, la roya del café. La roya del café es una enfermedad producida por el hongo *Hemileia vastatrix*. Está considerada como la principal enfermedad del café. Este hongo ataca las hojas, provocando defoliación y con esto la disminución del proceso fotosintético y esto hace que tenga baja productividad en la cosecha (McGrath, 2004).

La presente investigación estuvo orientada a evaluar la eficacia de seis fungicidas sistémicos, en mezcla de triazoles y estrubirulinas para el manejo de la roya del café en el municipio de Alotenango, en el año 2017 se obtuvieron resultados positivos para el manejo de esta enfermedad, el tratamiento a base de epoxiconazole + pyraclostrobin brindó el mejor resultado en la evaluación seguido, de los tratamientos picoxystrobin + ciproconazole y azoxystrobin + ciproconazole.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Guatemala, la roya de café tuvo su primera aparición en el año 1980. Esta enfermedad no fue catalogada como una enfermedad importante hasta el año 2010. A partir de este año según los caficultores de distintos departamentos del país y registros de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ), se ha considerado como la principal limitante para la producción del café (ANACAFÉ, 2015).

Según ANACAFÉ 2016, en Guatemala se cultivan alrededor de 305,000 ha de café distribuidas en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Santa Rosa, San Marcos, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Zacapa. Los departamentos de San Marcos y Santa Rosa son los que tienen aproximadamente un tercio del área cultivada, (ANACAFÉ, 2016a).

Esta enfermedad para el periodo de 2010-2014 provocó pérdidas en el rendimiento del cultivo, durante este brote epidémico de la roya del café ocasionado por *H. vastatrix* hubo defoliación, muerte de tejidos y muerte de plantas de café, este brote presentó pérdidas del 12 % al 20 % en la producción en el país de Guatemala (ANACAFÉ, 2015).

Para el manejo de esta enfermedad se realizan aplicaciones de fungicidas de contacto durante la época seca y a partir de las primeras lluvias del año se hacen aplicaciones de fungicidas sistémicos, para mejor manejo de esta enfermedad se utilizan fungicidas sistémicos de dos grupos químicos (triazoles y estrobirulinas) para reducir el inóculo primario (McGrath, 2004).

En Guatemala se utilizan diversos fungicidas sistémicos para el manejo de la roya, cada fungicida posee resultados eficaces con un buen manejo de la enfermedad. No obstante, es necesario hacer comparación de los distintos fungicidas utilizados por los agricultores y evaluar la eficacia para el manejo de la roya del café.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Breve historia del café en Guatemala

El primer registro del cafeto en plantación data de 1800 como un cultivo en las orillas de la Ciudad de Guatemala sembrado por Don Juan Rubio y Gemir. En 1835 se da el decreto de octubre; “Se darán doscientos quetzales al primer agricultor que coseche cien quintales de café, así como al segundo tercero y cuarto” (ANACAFÉ, 2010).

A partir de 1860 surgen las fincas más grandes dedicadas al cultivo del cafeto en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla, Alta Verapaz, Jutiapa y Quetzaltenango, donde cobra particular renombre el café de Costa Cuca. A partir de 1871 el cultivo del café era un negocio lucrativo, se constituyó en el principal reglón de la economía de la nación y pasó a ocupar el primer lugar entre los artículos de exportación (ANACAFÉ, 1988).

2.3.1.2 Importancia económica del café en Guatemala

Desde sus inicios, el sector cafetalero ha sido parte importante de la historia y de la economía del país. La caficultura ha logrado ser por muchos años la base de la actividad agrícola de Guatemala impulsando el desarrollo del país y de todas aquellas personas que viven del cultivo del café. En Guatemala se encuentran plantaciones en 204 municipios de los 340 del país, en general los terrenos son quebrados, laderas o montañas (ANACAFÉ, 2016a).

La actividad del sector cafetalero guatemalteco ha generado una serie de efectos positivos como la creación de empleos, el ingreso de divisas y el aumento en la producción; pero de igual manera ha creado una serie de efectos negativos como los que hoy se viven en donde los caficultores se han visto obligados a buscar alternativas de siembra ante la fuerte crisis mundial que atraviesa el mismo (Javora, 2003).

2.3.1.3 Variedad Catuai

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. La introducción de Catuai al país se realizó alrededor de 1970. Se adapta muy bien en rangos de 600 m a 1,370 m s.n.m., en la costa sur y de 1,070 m a 1,675 m s.n.m., en la zona central, oriental y norte del país.

El Catuai es una variedad de porte bajo, pero un poco más alta que Caturra, con una altura promedio de 2.25 m, las ramas laterales forman un ángulo cerrado de 45° con el tallo principal, con entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde claro, las hojas adultas tienen una forma redondeada y de color verde oscuro. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con ramas secundarias, conocidas como “palmillas”.

Esta variedad produce frutos de color rojo y amarillo, predominando en la caficultura de Guatemala la variedad de frutos rojos, tamaño de grano mediano (zaranda 16), tiene alta capacidad de producción. En condiciones óptimas de clima y suelo, podría llegar a producir 55 qq/mz de café pergamino, (79 qq/ha). Requiere de un manejo adecuado y oportuno de las diferentes actividades agronómicas, especialmente lo que se refiere a la nutrición y control de roya.

La maduración de los frutos es tardía y no se desprenden fácilmente de las bandolas, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. Produce una excelente calidad de bebida. (ANACAFÉ, 2019).

2.3.1.4 Roya del café ocasionado por *Hemileia vastatrix*

A. Patógeno

El hongo causante de la enfermedad conocida como roya del café, pertenece al género *Hemileia*, de la clase de los Basidiomycetes. Las uredosporas de *Hemileia vastatrix* pueden desarrollarse solamente en plantas del género *Coffea*, que pertenece a la familia Rubiaceae, por ello es considerado un parásito obligado, lo cual hace que no provoque daños cuando no está en las hojas del café (Avelino, 1999).

B. Hospedero

Antes de la llegada de la roya del café a Guatemala, algunos agricultores mantienen cultivares como Typica, Borbón y Caturra, Pache común, Pache Colis, Pacamara, Maracatura, Maragogipe, Mundo Novo y Geisha. Por su condición genética, son susceptibles al ataque del hongo. Factores que inciden en la fisiología de la planta como suelos arcillosos con poco drenaje, plagas de la raíz, altas producciones, escasa o ninguna fertilización, contribuyen a incrementar la incidencia de la roya del café (ANACAFÉ, 2015).

Para el año 2013 en Guatemala también se cultivaban variedades resistentes a *H. vastatrix* como Catimor, Sarchimor y Colombia (ANACAFÉ, 2013).

C. Diseminación del hongo

La diseminación de las uredosporas se da por medio de agua líquida y por medio del viento. La salpicadura de la lluvia puede intervenir en la liberación de las uredosporas por mojadura de las lesiones, aunque solo la vibración causada por el impacto de las gotas sobre las hojas también

2.3.1.5 Manejo químico para la roya del café

A. Fungicidas sistémicos

En las aplicaciones de fungicidas sistémicos, cuando la presión de la infección es baja, dan buenos resultados las dosis bajas de los fungicidas, por lo cual también resultan aceptables desde el punto de vista económico. El uso de fungicidas sistémicos en esta forma y en alternancia con productos a base de cobre limita los riesgos de seleccionar razas resistentes y prolonga la vida del producto (Avelino, 1999).

Estos productos cuando se asperjan a la planta por vía foliar y aplicación radicular. Se translocan generalmente en sentido ascendente a través del xilema con la corriente de transpiración, y pueden acumularse en los bordes de las hojas. Contrariamente, raras veces se translocan en sentido descendente a través del floema, así como no lo hacen a nuevas zonas de crecimiento. Algunos de ellos, se translocan sistémicamente en especial en plantas herbáceas, pero la mayoría Sólo tiene sistemía localmente, particularmente en las hojas pulverizadas (Verdu, 1991).

En Guatemala, los fungicidas sistémicos más utilizados para el manejo de esta enfermedad son los triazoles, por ejemplo: epoxiconazole, cyproconazol y tebuconazol, también se utilizan los fungicidas en mezcla de dos ingredientes activos a base de triazoles y estrobirulinas (ANACAFÉ, 2013).

B. Descripción de los fungicidas sistémicos

a. Aproach prima® 28 SC

Es un fungicida de uso agrícola, sistémico, transportado en forma translaminar y acropétala dentro de las hojas de las plantas tratadas y posee efecto residual. Contiene dos ingredientes activos en su formulación, picoxystrobin, el cual, pertenece al grupo químico de los Estrobilurina-Metoxiacrilatos (Inhibidores de Quinona Interna), mismos que son inhibidores del flujo de electrones de la respiración mitocondrial de las células de los hongos, interfiriendo en el ciclo de vida de los mismos, principalmente en los procesos de germinación de esporas, infección y crecimiento de hifas. Por otra parte, contiene ciproconazol, que pertenece al grupo de los Conazoles - Triazoles (Inhibidores de Demetilación), que son inhibidores de la biosíntesis del esterol, el cual es un componente esencial de la membrana de la pared celular de los hongos. Este producto pertenece a la casa comercial Duwest Guatemala.

b. Amistar Extra® 28 SC

Es un fungicida en mezcla de triazol y estrobirulina, contiene dos ingredientes activos en su formulación: (azoxystrobin + cyproconazole). Posee un modo de acción sistémico, protectante, erradicante y antiesporulante. Actúa en el hongo durante la penetración y formación de haustorios. El azoxystrobin inhibe la respiración mitocondrial en las células de los patógenos, deteniendo la transferencia de electrones entre el citocromo b al c1, en el sitio de oxidación del ubiquinol, causando la no formación de ATP que es la fuente de energía para el trabajo celular. El cyproconazol interfiere en la síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de metilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo. Este producto pertenece a la casa comercial SYNGENTA.

c. Opera® 18.3 SE

Es un fungicida sistémico, mezcla de (pyraclostrobin y epoxinazole). El pyraclostrobin actúa inhibiendo los estados tempranos del desarrollo del hongo desde la germinación de la espora hasta la formación del apesorio. Su acción curativa erradicante provoca la desintegración de las cadenas de esporas, inhibiendo consistentemente la esporulación. El epoxinazole inhibe la biosíntesis del ergosterol de los hongos. Este producto pertenece a la casa comercial BASF.

d. Esfera Max® 53.5 SC

Es un fungicida en mezcla de triazole y estrobirulina, contiene dos ingredientes activos en su formulación, trifloxystrobin y cyproconazole). trifloxistobin tiene una actividad mesostémica caracterizada por una alta afinidad con la superficie de la planta, una distribución por movimiento de vapor superficial y reubicación en la superficie vegetal, y una penetración del tejido con movimiento translaminar. El cyproconazol interfiere en la síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de demetilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo. Este producto pertenece a la casa comercial BAYER.

e. Mancuerna PLUS 28 SE

Fungicida sistémico, de acción protectante, erradicante y antiesporulante. Su forma de acción es inhibir la síntesis *del* ergosterol en los hongos e inhibidor de la respiración mitocondrial, bloqueando la transferencia de electrones entre citocromo b y citocromo c, evitando la formación de ATP Este producto pertenece a la casa comercial FORAGRO.

f. Ciclón 31 EC

Es un fungicida sistémico que contiene triadimefon, es un Triazol sistémico, actúa por contacto con efectos preventivos, curativos y erradicativos frente a oídios, royas y otros hongos. Es absorbido por el sistema radical y por el follaje con fácil traslocación en los tejidos verdes en crecimiento y menos en los tejidos viejos y leñosos. Muy persistente, la duración de la actividad residual es de unos 2 meses. El cyproconazol interfiere en la

síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de demetilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo. Este producto pertenece a la casa comercial FORAGRO.

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Ubicación geográfica

El ensayo se realizó en la finca Candelaria que pertenece al municipio de Alotenango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala, este lugar está ubicado a 1,462 m s.n.m. Latitud norte 14°48'00" y longitud oeste 90°80'00" (INSIVUMEH, 2015).

2.3.3 Clima

Durante la evaluación del ensayo (mayo a octubre) se registró una temperatura media de 19 0C; con máxima de 24 0C y mínima de 13.8 0C, con precipitación promedio de 1,533 mm. Humedad relativa promedio de 85 % anual, además registro una evapotranspiración potencial entre 90.1 mm (Instituto de cambio climático, 2017).

2.3.4 Zona de vida

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área donde se realizó la investigación está situada en la zona ecológica bosque muy húmedo sub-tropical cálido bmh-s(c) (Holdrige, 2002).

2.3.5 Variedades cultivadas y distanciamiento de siembra en finca Candelaria

En la finca Candelaria se cultivan las variedades como Borbón, Caturra y Catuaí. La distancia de siembra es de dos metros entre surcos y un metro entre plantas. La variedad en la que se evaluaron los *fungicidas* fue Catuaí, con distanciamiento de dos metros entre surcos y un metro entre plantas, la edad de la plantación para el año 2017 era de 3 años.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Evaluar fungicidas sistémicos para el manejo de la roya del café en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la eficacia biológica de la aplicación de fungicidas sistémicos, en mezcla de triazoles y estrobirulinas para el manejo de roya en café en Sacatepéquez.
2. Describir los efectos fitotóxicos de los fungicidas al cultivo de café en Sacatepéquez.

2.5 METODOLOGIA

2.5.1 Diseño e instalación del ensayo

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completos al azar (BCA) con 4 repeticiones y siete tratamientos. El área total del ensayo fue de 3,360 m². Los seis tratamientos de fungicidas sistémicos evaluados fueron: Aproach Prima® 28 SC (picoxystrobin + ciproconazol), testigo comercial 1 (trifloxystrobin+ ciproconazol), testigo comercial 2 (azoxystrobin + cyproconazol), testigo comercial 3 (epoxiconazole + pyraclostrobin), testigo comercial 4 (ciproconazol + azoxystrobin), testigo comercial (triadimefon + ciproconazol). Las dosis empleadas se especifican en el cuadro 1.

2.5.2 Unidad experimental

El tamaño de cada unidad experimental fue de 120 m² (10 m x 12 m), en donde hubo 60 plantas de café.

2.5.3 Parcela neta

La parcela bruta estuvo constituida por seis surcos, se dejó como borde, dos surcos a cada lado para evitar contaminación de tratamientos. Los datos para la evaluación se tomaron en dos surcos de la parcela neta.

2.5.4 Diseño estadístico

El modelo asociado a este diseño experimental de bloques al azar se muestra a continuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

Donde:

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

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

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

3.5 Supuestos

$\epsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

No existe interacción entre bloque y tratamiento, lo que significa que un tratamiento no debe modificar su acción (o efecto) por estar en uno u otro bloque.

2.5.5 Tratamientos

Los tratamientos de fungicidas sistémicos evaluados para el manejo de la roya en la finca Candelaria se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos de fungicidas sistémicos evaluados para el manejo de la roya del café durante mayo a octubre de 2017 en finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

| Tratamiento | Dosis ml/ha | Dosis i.a. |
|--|-------------|-------------|
| 1. Aproach prima ® 28 SC Picoxystrobin + ciproconazol | 400 | 80 23 |
| 2. trifloxystrobin+ ciproconazol | 200 | 7.5 3.2 |
| 3. ciproconazol + azoxystrobin | 500 | 100 40 |
| 4. epoxiconazole + pyraclostrobin | 500 | 25 66.5 |
| 5. ciproconazol + azoxystrobin | 420 | 40 100 |
| 6. triadimefon + ciproconazol | 420 | 105 25.2 |
| 7. Testigo absoluto | - | - |

Fuente: elaboración propia, 2017.

2.5.6 Modo de aplicación

Se utilizó una bomba de motor marca Jacto de 20 L, con boquilla de abanico plano 8002, regulador de presión a 50 PSI.

2.5.7 Volumen de mezcla utilizado en la aplicación

Se utilizó volumen aproximado de 400 L/ha.

2.5.8 Tipo de aplicación

La aplicación se realizó de forma terrestre con motobomba, dirigida mayormente al envés del follaje.

2.5.9 Momento y frecuencia de la aplicación

Los fungicidas se aplicaron a cada 60 días, la primera aplicación se realizó en el mes de mayo, la segunda aplicación se hizo en el mes de julio y la tercera se realizó en el mes de septiembre. Las aplicaciones se realizaron en la mañana.

2.5.10 Variables de respuesta

2.5.10.1 Incidencia de la roya en el café

Se muestrearon dos surcos de la parcela neta, en los cuales se seleccionaron diez plantas al azar y se contó el número de plantas que tenían presencia de roya del café. Para el cálculo de esta variable se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas infectadas} * 100}{\text{Número de plantas sanas}}$$

2.5.10.2 Severidad de la roya en el café

La severidad fue evaluada en dos surcos centrales de la parcela neta en donde se seleccionaron diez plantas al azar de 40 plantas, en donde se obtuvo el valor de la severidad fue evaluada con el auxilio de una escala diagramática, figura 2.

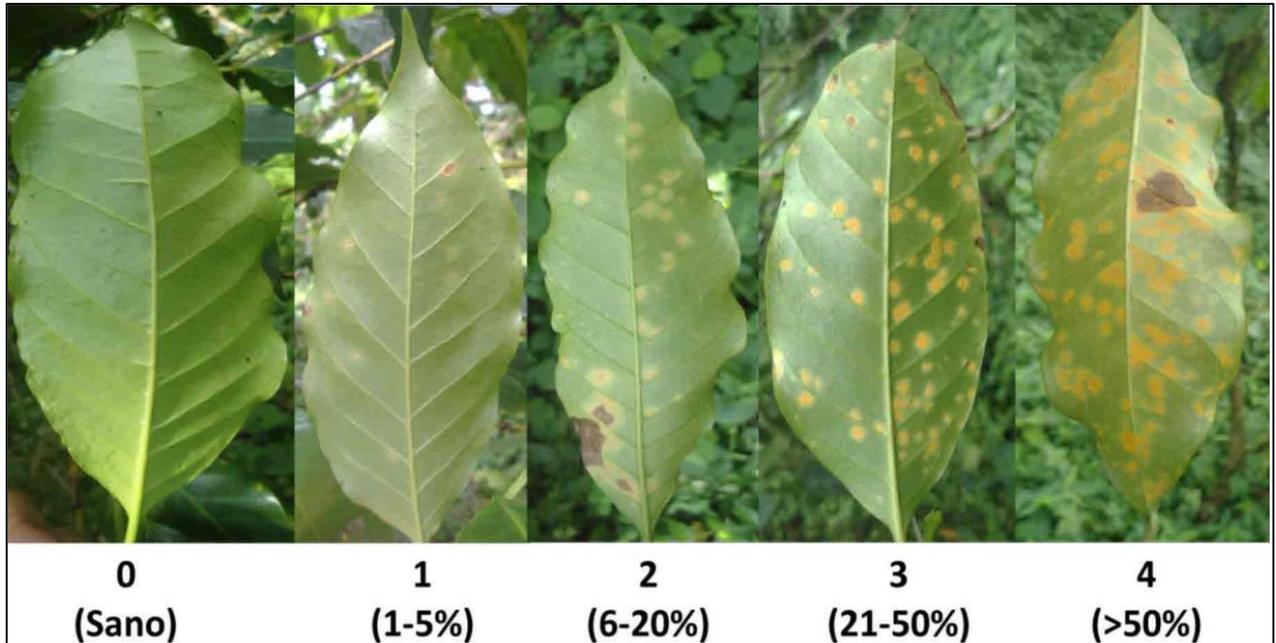


Figura 2. Escala diagramática utilizada para la evaluación de la severidad de la roya del café en la finca candelaria

Fuente: elaboración propia, 2017.

2.5.10.3 Toxicidad

El efecto fitotóxico en la aplicación de los fungicidas sistémicos para el manejo de la roya de café se midió cualitativamente, utilizando los síntomas más comunes de toxicidad en la planta. Para esto se observaron las plantas que están en la evaluación para determinar si hay o no fitotoxicidad en ellas. Los síntomas más comunes de toxicidad en la planta se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Síntomas de toxicidad más considerables en la evaluación de las plantas después de una aplicación.

| Síntoma | Descripción del síntoma |
|------------------------------------|---|
| Amarillamiento en las hojas | Se observa decoloramiento en las hojas tanto jóvenes como adultas |
| Poco desarrollo vegetativo | Se observa la disminución de biomasa vegetal tanto de tallo como de hojas |

Fuente: elaboración propia, 2017.

2.5.11 Análisis de la información

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza mediante el programa estadístico INFOSTAT versión 2016. Con este análisis de varianza, donde hubo significancia, se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

2.5.11.1 Incidencia de la roya en las plantas de café

Se realizó una curva del progreso de la incidencia de la enfermedad para determinar cuál de los tratamientos tuvo mejor efecto para el manejo de la incidencia de la roya del café en la finca Candelaria.

2.5.11.2 Severidad de la roya de café en las plantas de café.

Para esta variable se realizó análisis de área bajo la curva, para determinar que tratamiento tuvo mejor efecto contra la roya del café en la finca Candelaria.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Evaluación del efecto de la aplicación de fungicidas sistémicos para el manejo de la roya del café

2.6.1.1 Incidencia de la roya

En la evaluación de la roya del café, para la incidencia se observaron valores de 52 % hasta el 100 %. Los valores promedios para cada día de evaluación se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentaje de incidencia de la roya del café, según tratamiento evaluado, durante mayo a octubre del 2017, en la finca Candelaria, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

| Tratamientos | Días de evaluación | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|----|-----|-----|------|-----|
| | 0* | 15 | 60* | 75 | 120* | 135 |
| Aproach prima ® 28 SC | 62 | 65 | 75 | 75 | 70 | 65 |
| trifloxystrobin+ ciproconazol | 55 | 65 | 80 | 87 | 90 | 85 |
| ciproconazol + azoxystrobin | 55 | 60 | 70 | 75 | 80 | 70 |
| epoxiconazole + pyraclostrobin | 52 | 60 | 70 | 70 | 70 | 60 |
| ciproconazol + azoxystrobin | 60 | 70 | 80 | 80 | 85 | 75 |
| triadimefon + ciproconazol | 67 | 65 | 100 | 90 | 90 | 90 |
| Testigo absoluto | 60 | 75 | 100 | 100 | 100 | 100 |

0* Primera aplicación de los fungicidas
60* Segunda aplicación de los fungicidas
120* Tercera aplicación de los fungicidas

2.6.1.2 Curva de progreso de la roya del café

En la curva de progreso de la roya del café se observa el efecto que tuvo cada tratamiento sobre la incidencia de la roya del café durante la evaluación del ensayo en la finca Candelaria, figura 3.

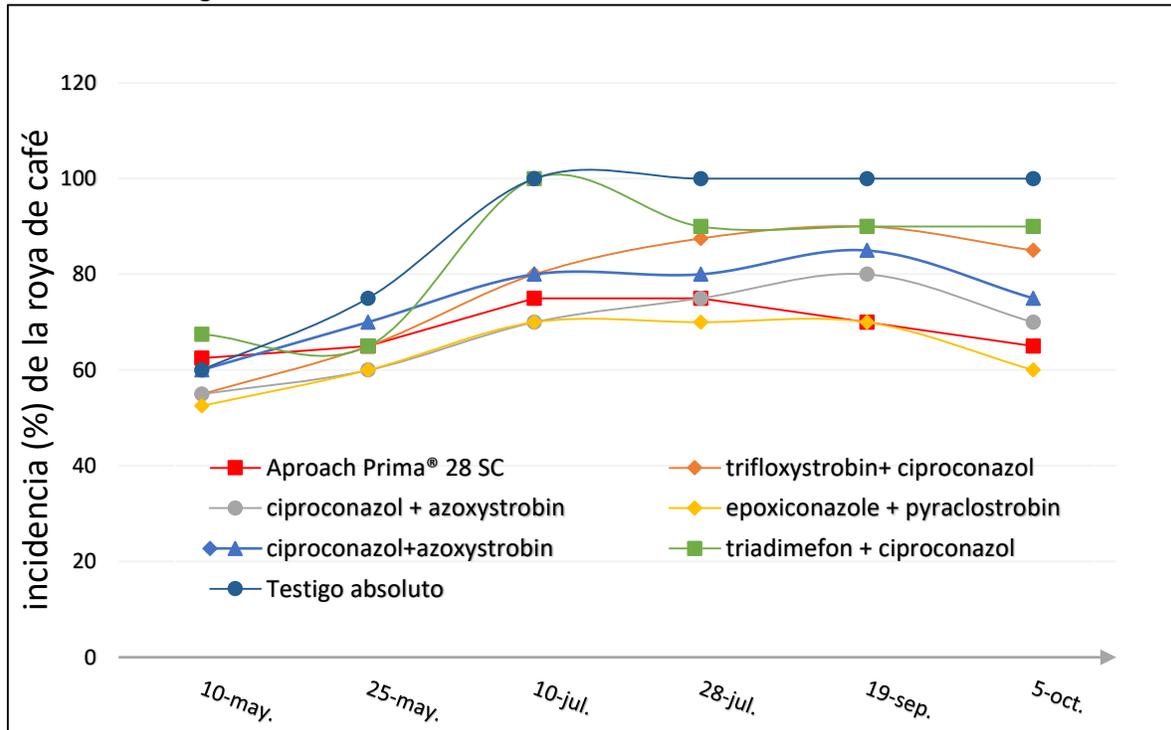


Figura 3. Gráfica de curvas de progreso de la roya del café, para cada tratamiento evaluado para la incidencia de la roya del café, durante mayo a octubre del 2017 en la finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento Sacatepéquez, Guatemala.

De acuerdo con lo observado en el periodo, del diez de mayo al cinco de octubre del 2017 fecha donde se iniciaron las evaluaciones de la incidencia, figura 2. Al final de la evaluación, el tratamiento a base de los ingredientes activos epoxiconazole + pyraclostrobin tuvo menos incidencia que los otros tratamientos, con 40 % menos, comparado con el testigo absoluto. El tratamiento Aproach Prima® 28 SC (picoxystrobin + ciproconazol), tiene 35 % menos, comparado con el testigo absoluto. Comparando esta información con el estudio realizado por ANACAFÉ en 2013, donde se comprobó que el fungicida a base de los ingredientes activos epoxiconazole + pyraclostrobin posee buen control sobre la roya del café.

2.6.1.3 Análisis de varianza para la incidencia

En el análisis de varianza realizado a la variable incidencia para el manejo de la incidencia de la roya del café hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para los tratamientos evaluados. Se muestran los valores promedios en porcentaje de la incidencia de la roya del café de cada tratamiento evaluado, la comparación múltiple de medias, con datos promedio de seis lecturas con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), se conformaron tres grupos (cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias según la prueba Tukey de los valores promedio en porcentaje de la incidencia de la roya del café para cada tratamiento evaluado en el ensayo realizado en la finca Candelaria en 2017.

| Tratamiento | % de incidencia de la roya del café |
|--------------------------------|--|
| epoxiconazole + pyraclostrobin | 68.25 a |
| Aproach Prima® 28 SC | 77.50 ab |
| ciproconazol + azoxystrobin | 78.00 ab |
| ciproconazol + azoxystrobin | 79.50 ab |
| trifloxystrobin+ ciproconazol | 81.00 b |
| triadimefon + ciproconazol | 82.00 b |
| Testigo absoluto | 89.00 b |

Letra distinta indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, en la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), se conformaron tres grupos, cuadro 4. El primero grupo en donde se obtuvieron los valores más altos de incidencia corresponde a: tratamiento absoluto (89 %), el fungicida a base de ingredientes activos triadimefon + ciproconazol (82 %) y el fungicida a base de ingredientes activos trifloxystrobin+ ciproconazol (81 %).

El segundo grupo está conformado por los tratamientos: fungicida a base de ingredientes activos ciproconazol + azoxystrobin (79.50 %), fungicida a base de ingredientes activos ciproconazol + azoxystrobin (78 %) y Aproach Prima® 28 SC con ingredientes activos picoxystrobin + ciproconazol (77.50 %). El tercer grupo lo conforma el fungicida a base de ingredientes activos epoxiconazole + pyraclostrobin con (68.25 %) de incidencia.

El fungicida a base de epoxiconazole + pyraclostrobin tuvo el menor valor en el porcentaje promedio de la incidencia de la roya del café (68.25 %) en la evaluación de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento aplicado, como se puede observar en la figura 3.

Comparando el resultado obtenido, con el estudio realizado por ANACAFÉ en 2013, donde el fungicida a base epoxiconazole + pyraclostrobin es uno de los fungicidas sistémicos recomendados para el control de la roya del café. Los tratamientos con similar efecto para el manejo de la incidencia de la roya del café en toda la evaluación fueron Aproach Prima® 28 SC (picoxystrobin + ciproconazol) con 77.50 % y los fungicidas a base de ciproconazol + azoxystrobin con 78.00 % y 79.50 %.

2.6.2 Severidad de la roya

2.6.2.1 Área bajo la curva de los tratamientos aplicados para el manejo de la roya del café en la finca Candelaria

Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para el área bajo la curva de los tratamientos aplicados para el manejo de la roya del café. Los valores del área bajo la curva para la severidad de la roya del café de cada tratamiento aplicado se observan en la figura 4, el porcentaje promedio de severidad de la roya del café y la comparación múltiple de medias del área bajo la curva se observan en el cuadro 7, datos promedio de seis lecturas con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), se conformaron cuatro grupos.

Cuadro 8. Comparación de medias según la prueba Tukey de los valores promedio del área bajo la curva para la severidad de la roya de café de cada tratamiento evaluado en el ensayo realizado en la finca Candelaria en 2017.

| Tratamiento | ABCPE de Tukey | Promedio de la severidad de la roya de café (%) |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| epoxiconazole + pyraclostrobin | 958.25 a | 5.89 a |
| Aproach Prima® 28 SC | 1024.25 a | 6.12 a |
| ciproconazol + azoxystrobin | 1086.75 ab | 6.65 ab |
| trifloxystrobin+ ciproconazol | 1453.75 ab | 9.02 ab |
| ciproconazol + azoxystrobin | 1487.75 ab | 7.60 ab |
| triadimefon + ciproconazol | 2012.00 b | 12.01 b |
| Testigo absoluto | 8010.75 c | 43.58 c |

Letra distinta indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

En el área bajo la curva de la severidad de la roya del café de cada tratamiento evaluado se observa el efecto que tuvo cada tratamiento aplicado sobre la severidad de la roya del café durante la evaluación del ensayo en la finca Candelaria en el año 2017, figura 4.

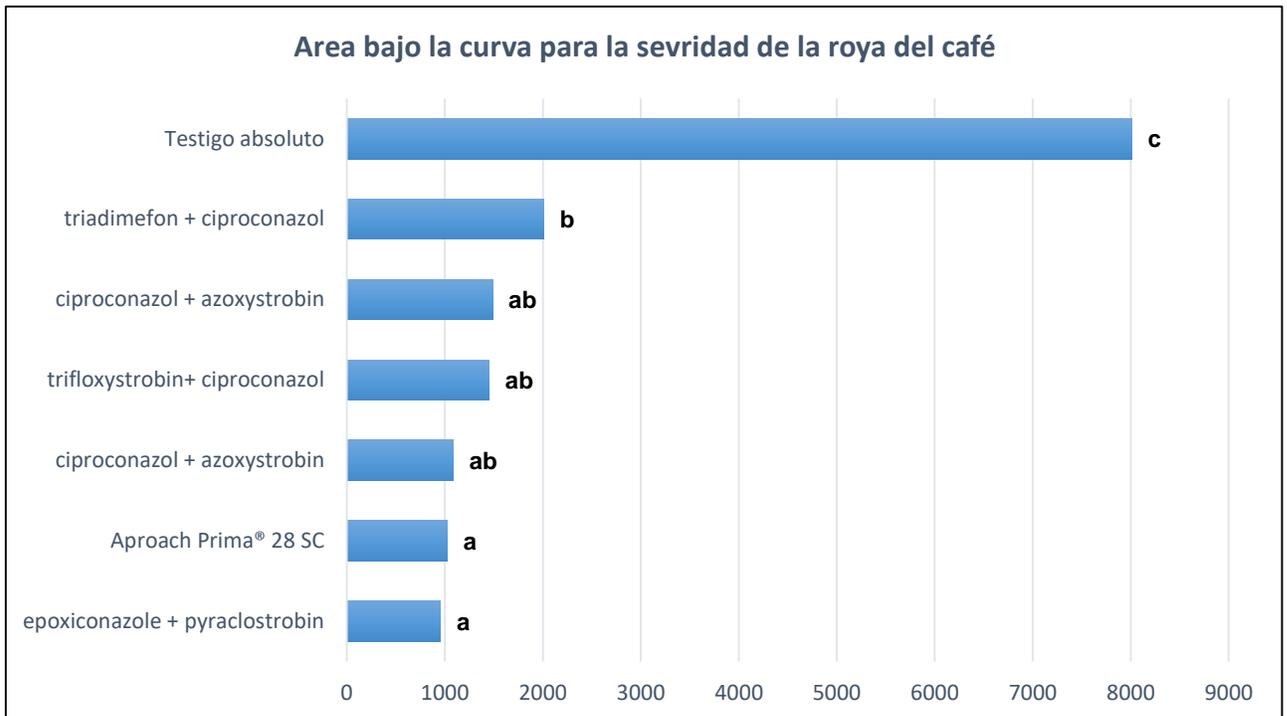


Figura 4. Gráfica de área bajo la curva para la severidad de la roya del café de los tratamientos evaluados en el ensayo realizado del mes de mayo a octubre del 2017 en la finca Candelaria, municipio de Alotenango, departamento Sacatepéquez, Guatemala.

En la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$), se encontró diferencia significativa en los tratamientos evaluados, se conformaron cuatro grupos, figura 4. El primero grupo corresponde al testigo absoluto en donde se obtuvo mayor valor de área bajo la curva para la severidad de la roya con un valor de (8,010), promedio de seis lecturas. Para el segundo grupo está el fungicida a base de triadimefon + ciproconazol. El tercer grupo lo conforman los fungicidas, fungicida a base de ciproconazol + azoxystrobin, fungicida a base trifloxystrobin+ ciproconazol y el fungicida a base ciproconazol + azoxystrobin (1,086). El cuarto grupo se conforma por los fungicidas, Aproach Prima® 28 SC (1,024) y fungicida a base epoxiconazole + pyraclostrobin.

En los estudios realizados por ANACAFÉ en 2013, el fungicida a base de epoxiconazole + pyraclostrobin, está entre los fungicidas sistémicos de dos ingredientes activos que mejor eficacia biológica presentan para la roya del café, análogo a los resultados de esta investigación, por lo que se concluye que el fungicida a base de epoxiconazole + pyraclostrobin es uno de los mejores fungicidas para el manejo de la roya.

El fungicida a base de epoxiconazole + pyraclostrobin y Aproach Prima® 28 SC fueron los que presentaron alta eficacia para el manejo de la roya durante la evaluación del ensayo, siendo los mejores tratamientos aplicados como se puede observar en la figura 4. Los tratamientos que tienen similar efecto en reducir la severidad de la roya del café en toda la evaluación son: los fungicidas a base de ciproconazol + azoxystrobin y el fungicida a base trifloxystrobin+ ciproconazol.

2.6.3 Toxicidad al cultivo

No se observaron efectos fitotóxicos en las plantas de café, cuando se aplicaron los fungicidas sistémicos para el manejo de la roya del café.

2.7 CONCLUSIONES

1. Para el manejo de la roya del café *H. vastatrix* los fungicidas sistémicos evaluados durante la investigación presentaron resultados positivos.
2. Los fungicidas a base de epoxiconazole + pyraclostrobin y Aproach Prima® 28 SC, tuvieron la mejor eficacia biológica para el manejo de la roya del café.
3. Los fungicidas con ingredientes activos a base de ciproconazol + azoxystrobin, tuvieron similar eficacia que los tratamientos epoxiconazole + pyraclostrobin y Aproach Prima® 28 SC sobre el manejo de la roya del café *Hemileia vastatrix*.
4. Ninguno de los tratamientos aplicados tuvo efectos fitotoxícos sobre la planta de café.

2.8 RECOMENDACIONES

Para el manejo de la roya del café, se recomienda utilizar el fungicida con ingredientes activos a base de epoxiconazole + pyraclostrobin, realizando tres aplicaciones al año con un intervalo de 60 días entre aplicación para dar el manejo adecuado a la roya del café.

Según la Red de agricultura sostenible (2016), el ingrediente activo epoxiconazole está prohibido para el país de España, ya que existen sospechas que sea tóxico para los humanos. En el programa UTZ proveniente de Holanda, epoxiconazole está en la lista de ingredientes activos en vigilancia ya que tienen sospechas de ser cancerígeno y daña el sistema endocrino de los humanos.

2.9 BIBLIOGRAFIA

1. Asociación Nacional del Café, Guatemala (ANACAFÉ). (1988). Manual de caficultura. Guatemala: ANACAFÉ. 247 p.
2. _____. (1991). Manual de caficultura. Guatemala: ANACAFÉ. p. 12-17.
3. _____. (2010). Historia del café en Guatemala. Guatemala: ANACAFÉ. 1 p.
4. _____. (2013a). Recomendaciones manejo roya. Guatemala: ANACAFÉ. Recuperado el 25 de enero de 2018, de https://www.ANACAFÉ.org/glifos/index.php/Recomendaciones_Manejo_Roya
5. _____. (2013b). Variedades resistentes a la roya del café. Guatemala: ANACAFÉ. 24 p.
6. _____. (2015a). Guía de variedades de café. Segunda edición. Guatemala: ANACAFÉ. 48 p.
7. _____. (2015b). Manejo integrado de la roya anaranjada. Guatemala: ANACAFÉ. 19 p.
8. _____. (2015c). Manual de caficultura. Guatemala: ANACAFÉ. p. 12-56
9. _____. (2016a). Política de ambiente y cambio climático para el sector café en Guatemala. Guatemala: ANACAFÉ. 36 p.
10. _____. (2016b). Situación nacional de la roya del café. Guatemala: ANACAFÉ. 6 p.
11. _____. (2017). Manejo integrado de la roya. Guatemala: ANACAFÉ. 19 p. Recuperado el 15 de marzo de 2017, de http://ANACAFÉ.org/glifos/images/4/4f/Manejo_Integrado_de_la_Roya2.pdf
12. Avelino, J. (1999). Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica: IICA. p. 194-241.

13. Campos A., O. G. (2015). Manejo integrado de la roya anaranjada *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. Boletín Técnico CEDICAFÉ, boletín No. 4, página 10-12
14. FEWS. (2017). Perdidas económicas por la roya del café en Centroamerica. Recuperado el 13 de marzo de 2017, de <http://www.fews.net/sites/default/files/documents/reports/AMERICA%20CENTRAL%20Informe%20Especial%20-%20sector%20cafetalero%20-%202016.pdf>
15. Holdridge, L. (1982). Zona de vida de Guatemala. Guatemala: CHM Guatemala. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de http://www.chmguatemala.gov.gt/images/zonas-de-vida_holdridge.pdf
16. Instituto de Cambio Climático, Guatemala (ICC). (2017). Estaciones meteorológicas. Estación El Platanar, Escuintla, Guatemala. Guatemala: ICC. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de <https://redmet.icc.org.gt>
17. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH). (2015). Estaciones meteorológicas, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala: INSIVUMEH. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de <http://www.insivumeh.gov.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
18. Javora, J. (2003). Estrategias de negocios basados en la productividad y calidad total del sector caficultor guatemalteco. Guatemala: Universidad del Itsmo.
19. McGrath, M. T. (2004). What are fungicides? The Plant Health Instructor. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de <http://ww.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/Fungicides.aspx>
20. Pappa, F., & Calderón, G. (2013). Recomendaciones para el manejo de la roya. El Cafetal, la Revista del Caficultor, no. 35, 10-12. Recuperado el 19 de marzo de 2017, de http://www.ANACAFÉ.org/glifos/images/c/c2/2013_36_El_Cafetal.pdf

21. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México (SENASICA). (2013). Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) Berkeley & Broome). México: SENASICA, Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ficha Técnica no. 40, 25 p.
22. Soto, M. A. (1994). Cultivo y beneficiado del café. Costa Rica: Universidad Estatal.
23. Verdu, G. (1991). Ensayos sobre la translocación en plantas de fungicidas. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.

V. B. DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSICO
TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
REVISIÓN

Rolando Barrios

2.10 ANEXOS

| Análisis de la varianza | | | | | |
|--|---------|----------------|-------------------|------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| INCIDENCIA | 28 | 0,65 | 0,48 | 6,74 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo. | 966,04 | 9 | 107,34 | 3,76 | 0,0081 |
| REPETICION | 40,68 | 3 | 13,56 | 0,47 | 0,7037 |
| TRATAMIENTO | 925,36 | 6 | 154,23 | 5,40 | 0,0024 |
| Error | 514,07 | 18 | 28,56 | | |
| Total | 1480,11 | 27 | | | |
| Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,48687 | | | | | |
| Error: 28,5595 gl: 18 | | | | | |
| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
| epoxiconazole + pyraclostr.. | 68,25 | 4 | 2,67 | A | |
| Aproach Prima® 28 SC | 77,50 | 4 | 2,67 | A | B |
| ciproconazol + azoxystrobi.. | 78,00 | 4 | 2,67 | A | B |
| ciproconazol+azoxystrobin | 79,50 | 4 | 2,67 | A | B |
| trifloxystrobin+ ciprocona.. | 81,00 | 4 | 2,67 | | B |
| triadimefon + ciproconazol.. | 82,00 | 4 | 2,67 | | B |
| Testigo Absoluto | 89,00 | 4 | 2,67 | | B |
| <i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i> | | | | | |

Figura 5A. Análisis de varianza para la variable incidencia.

Fuente: elaboración propia, 2017.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
|--|--------------|----------------|-------------------|--------|---------|
| INDICE | 28 | 0,98 | 0,97 | 17,64 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo. | 156883505,21 | 9 | 17431500,58 | 106,81 | <0,0001 |
| REPETICION | 1000810,71 | 3 | 333603,57 | 2,04 | 0,1437 |
| TRATAMIENTO | 155882694,50 | 6 | 25980449,08 | 159,20 | <0,0001 |
| Error | 2937485,79 | 18 | 163193,65 | | |
| Total | 159820991,00 | 27 | | | |
| Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=943,90800 | | | | | |
| Error: 163193,6548 gl: 18 | | | | | |
| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
| epoxiconazole + pyraclostr.. | 958,25 | 4 | 201,99 | A | |
| Aproach Prima® 28 SC | 1024,25 | 4 | 201,99 | A | |
| ciproconazol + azoxystrobi.. | 1086,75 | 4 | 201,99 | A | B |
| trifloxystrobin+ ciprocona.. | 1453,75 | 4 | 201,99 | A | B |
| ciproconazol+azoxystrobin | 1487,75 | 4 | 201,99 | A | B |
| triadimefon + ciproconazol.. | 2012,00 | 4 | 201,99 | | B |
| Testigo Absoluto | 8010,75 | 4 | 201,99 | | C |
| <i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i> | | | | | |

Figura 6A. Análisis de ABCPE para la variable severidad.

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 7A. Hoja sana en planta de café.

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 8A. Aplicación de fungicidas sistémicos en parcela experimental.

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 9A. hoja curada por los tratamientos aplicados en la parcela experimental

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 10A. Hoja con roya esporulada.

Fuente: elaboración propia, 2017.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA



3 CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE DUWEST GUATEMALA, GUATEMALA, GUATEMALA C. A.

ALEJANDRO AGUILAR REYES

Guatemala, mayo 2021

3.1 SERVICIO I. ELABORACIÓN DE PROTOCOLO PARA LA EVALUACION DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL HERBICIDA MON 79991 PARA EL CONTROL DE MALEZAS GRAMINEAS Y HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE CAFÉ

3.1.1 INTRODUCCIÓN

El café (*coffea*) es uno de los principales productos de la economía guatemalteca desde la década de 1850. Guatemala fue durante el siglo XX y la primera década del siglo XXI, el país centroamericano con la mayor producción de café (Honduras lo superó en 2011) y es el décimo productor de café a nivel mundial (hacia 2014). En América Latina, Guatemala tiene una fuerte competencia con Colombia y Brasil por el primer lugar. Los principales productos del sector cafetalero son café verde, café tostado y bebidas de café, representando 4% del PIB guatemalteco (2014). En el 2013 el grano totalizó 714 millones de dólares estadounidenses con 522 mil en ventas al exterior.

En Guatemala existen alrededor de ocho zonas donde se cultiva mejor el café, la mayoría se concentran en el occidente en los departamentos de: San Marcos, Huehuetenango, Sololá (Santiago Atitlán) y Alta Verapaz (Cobán). En la región central y/o metropolitana se cultivan en: Fraijanes (Ciudad de Guatemala) y Antigua Guatemala (Sacatepequez). El oriente guatemalteco es conocido por ser una tierra más seca y menos fértil, aunque existen amplias áreas donde se cultiva el café guatemalteco como por ejemplo en áreas de Chiquimula (en las faldas del volcán de Ipala) y en ciertas zonas de Jutiapa.

3.1.2 OBJETIVOS

3.1.2.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica y selectividad del herbicida MON 79991 para el control de malezas en el cultivo de café.

3.1.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la eficacia biológica de tres dosis del herbicida MON 79991 para el control de malezas gramíneas y hoja ancha en pos emergencia en el cultivo de café.
2. Evaluar la selectividad del herbicida MON 79991 en el cultivo de café.
3. Utilizar el informe de la evaluación de la eficacia biológica para el registro de uso MON 79991 en el cultivo de café.

3.1.3 METODOLOGÍA

3.1.3.1 Cultivo

Cultivo de café (*Coffea arabica*), variedad Caturra.

3.1.3.2 Condiciones del ensayo

El ensayo se realizó en una localidad endémica de malezas donde hay condiciones ambientales para su aparición y normal desarrollo. El manejo agronómico del cultivo (fertilización, aplicaciones fitosanitarias (excepto herbicidas), prácticas agrícolas, etc.) fue uniforme en todas las parcelas del ensayo.

3.1.3.3 Malezas en estudio

Las malezas a evaluar en el experimento se describen en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Malezas a evaluar durante el periodo del ensayo.

| NOMBRE | INGREDIENTE ACTIVO | COMPOSICIÓN % | FORMULACIÓN |
|-----------|-----------------------|---------------|-------------|
| MON 79991 | Glifosato | 72 | WG |

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.1.3.4 Diseño e instalación del ensayo

La evaluación tendrá 5 tratamientos: tres dosis del producto en prueba MON 79991, Roundup® Max 68 SG como testigo comercial y un testigo absoluto. El diseño experimental a utilizar fue el de bloques completos al azar con 5 repeticiones para un total de 25 unidades experimentales. El tamaño de cada parcela experimental será de aproximadamente 57 m² (9.7 m x 6 m).

3.1.3.5 Ubicación de la prueba.

La evaluación se realizó en la zona cafetalera del departamento de Suchitepéquez, Guatemala.

3.1.3.6 Tratamientos

A. Producto en prueba

MON 79991 es un herbicida de amplio espectro, sistémico y no selectivo, que básicamente inhibe la ruta del ácido shikímico en las plantas. Esta ruta es el primer paso en la síntesis de los aminoácidos aromáticos en las plantas. La enzima esencial para esta síntesis es la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS). Este enzima únicamente está presente en las plantas y algunas bacterias, lo que le convierte en un excelente objetivo de la acción del MON 79991. MON 79991 es un competidor por los mismos sitios que la enzima, bloqueando de esa forma la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos y algunos otros, esenciales todos ellos para la vida de la planta (Cuadro 10).

Cuadro 10. Producto en prueba a utilizar durante el ensayo de herbicidas.

| NOMBRE | INGREDIENTE ACTIVO | COMPOSICIÓN % | FORMULACIÓN |
|-----------|-----------------------|---------------|-------------|
| MON 79991 | Glifosato | 72 | WG |

Fuente: elaboración propia, 2017.

B. Producto de referencia

Roundup® Max 68 SG posee alta eficacia biológica, así como gran flexibilidad en sus formas de usos. Sus características han permitido asignarle la categoría toxicológica y ambiental más favorable. Roundup Max 68 SG es un herbicida sistémico, post-emergente de amplio espectro, no selectivo. Penetra solo a través del follaje y otros tejidos meristemáticos de la planta. No persiste en el suelo y no tiene actividad pre-emergente. El mecanismo de acción consiste en la inhibición de los aminoácidos aromáticos. Como regulador de crecimiento Roundup Max 68 SG puede ser usado como inductor químico de la maduración en caña de azúcar (Cuadro 11).

Cuadro 11. Producto comercial a utilizar durante el ensayo.

| NOMBRE COMERCIAL | INGREDIENTE ACTIVO | COMPOSICIÓN (%) | FORMULACIÓN |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Roundup® Max 68 SG | Glifosato | 68 | SG |

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.1.3.7 Modo de aplicación

La aplicación de los tratamientos en pos emergencia se realizó en el orden sugerido por el Reglamento de Sanidad Vegetal sobre Uso y Control de Plaguicidas Agrícolas y Coadyuvantes.

A. Tipo de aplicación

La aplicación se realizó de forma terrestre, foliar dirigida hacia las malezas emergidas (2-4 hojas).

B. Tipo de equipo a usar

Se utilizó una bomba de aspersión manual marca Jacto de 20 litros, utilizando boquilla de abanico plano 8002, y regulador de presión a 50 PSI.

3.1.3.8 Momento y frecuencia de la aplicación

La aplicación se realizó en pos emergencia de la maleza cuando estas tengan entre 5-10 cm de altura o dos a cuatro hojas funcionales. La única aplicación se efectuará en una plantación ya establecida.

3.1.3.9 Dosis y volúmenes de aplicación

Las dosis se detallan en el Cuadro 12. Se utilizó un volumen aproximado de aplicación de 200-300 L/Ha.

3.1.3.10 Tratamientos a evaluar en el experimento

Los tratamientos a evaluar en este ensayo se detallan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Tratamientos a evaluar para el control de malezas en pos emergencia (hoja ancha y gramíneas) en el cultivo de café (*Coffea arabica* L).

| Tratamiento | Ingrediente activo | Dosis de Producto | i.a./Ha |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------|
| T1 MON 79991 | Glifosato | 1.0 L/ha | 720.0 g |
| T2 MON 79991 | Glifosato | 2.0 L/ha | 1440.0 g |
| T3 MON 79991 | Glifosato | 3.0 L/ha | 2160.0 g |
| T4 Roundup Max 68 SG | Glifosato | 2.1 L/ha | 1428.0 g |
| T5 Testigo absoluto | ----- | ---- | |

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.1.3.11 Plano de campo

Se utilizó el plano de campo adjunto, adaptado a las condiciones del terreno (figura 11).

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| Bloque V | 2 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| Bloque IV | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| Bloque III | 3 | 5 | 1 | 4 | 2 |
| Bloque II | 4 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| Bloque I | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 |

Figura 11. Tratamientos distribuidos al azar en parcela experimental.

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.1.3.12 Tipo, momento y frecuencia de las evaluaciones

A. Tipo de variables a evaluar

a. Porcentaje de control

Se determinará de forma visual el porcentaje de control de malezas en la parcela útil. Para ello, se utilizó la escala cualitativa propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas-ALAM (Cuadro 13).

Cuadro 13. Sistema de evaluación visual de control de malezas propuesta por ALAM.

| Índice | Denominación |
|----------|-----------------|
| 0 - 40 | Ninguna a pobre |
| 41 - 60 | Regular |
| 61 - 70 | Suficiente |
| 71 - 80 | Bueno |
| 81 - 90 | Muy bueno |
| 91 - 100 | Excelente |

Fuente: ALAM, 1974.

b. Porcentaje de cobertura

Se realizó una estimación visual del porcentaje de cobertura de malezas gramíneas y hoja ancha en cada unidad experimental.

c. Malezas presentes.

Una vez que ocurra la germinación y emergencia de las malezas, se identificarán las especies presentes en el lote experimental.

d. Densidad de malezas

Se contará el número de malezas de cada especie presentes en cada unidad experimental utilizando un marco de 50 x 50 cm.

e. Selectividad

La selectividad del herbicida MON 79991 hacia el cultivo de café se determinará utilizando la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM), Cuadro 14. Se evaluarán 5 plantas por unidad experimental, y así obtener un promedio en cada unidad experimental.

Cuadro 14 Escala para la evaluación de la selectividad del herbicida MON 79991 en el cultivo de café.

| Índice | Síntomas |
|---------------|---|
| 0 | Ningún daño apariencia similar al testigo |
| 1 | Daño leve: una clorosis ligera y retardo en el crecimiento |
| 2 | Manchas necróticas, leves y falas en la germinación |
| 3 | Clorosis más pronunciada, manchas necróticas y malformaciones |
| 4 | Daño moderado: clorosis intensa, necrosis y malformaciones más acentuadas |
| 5 | Daño de consideración: clorosis intensa, caída parcial de hoja, necrosis y malformaciones |
| 6 | Daño severo: defoliación total, muerte de ramas y brotes del tercio inferior |
| 7 | Daño muy severo: muerte casi total de la planta y perdida de plantas |
| 8 | Muerte significativa, destrucción del cultivo y muerte total de las plantas |

Fuente: ALAM, 1974.

f. Momento y frecuencia

Las evaluaciones de las variables se realizón los 0, 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA).

B. Observaciones colaterales

a. Efecto sobre otros cultivos

Cualquier efecto sobre organismos diferentes al objetivo, será registrado.

b. Efecto sobre organismos

Cualquier efecto en el ambiente se registrará, en especial aquel sobre la vida silvestre y los organismos benéficos.

c. Registro cualitativo y cuantitativo del rendimiento

Para este fin no se incluyen valores de producción.

3.2 SERVICIO II. ELABORACIÓN DE PROTOCOLO PARA LA DEMOSTRACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DE ZORVEC ENCANTIA PARA EL CONTROL DE TIZÓN TARDÍO EN EL CULTIVO PAPA

3.2.1 INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial, siendo uno de los 10 cultivos de mayor producción. En Guatemala se ha producido desde tiempos prehispánicos y es una de las principales fuentes de carbohidratos para la población en general. Su importancia económica radica tanto por la superficie de tierras dedicadas a la siembra como por el valor de la producción. Emplea también, una gran cantidad de mano de obra y promueve una considerable actividad económica por el monto de insumos y en la generación de empleo en el sistema de producción y mercadeo, en zonas del altiplano guatemalteco.

Phytophthora infestans es el agente causal de la enfermedad denominada tizón tardío, el cual afecta a los cultivos de papa y tomate. La enfermedad se puede presentar en cualquier parte de la planta de la papa incluyendo los tubérculos; se manifiesta inicialmente con apariencia de manchas acuosas circulares e irregulares ubicadas en la apuntas o bordes de la hoja inferior.

La enfermedad ha sido una de las principales limitantes para la producción de papa en muchos países en vías de desarrollo. Por sus características epidémicas, en condiciones climáticas adecuadas el patógeno puede ocasionar pérdidas parciales e incluso totales en el cultivo (Niederhauser, 1993).

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia biológica de los fungicidas usados comercialmente para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

3.2.2.2 Objetivo específicos

1. Evaluar la eficacia biológica de seis fungicidas comerciales aplicados en programa para el control para el control de tizón tardío en el cultivo papa.
2. Demostrar y documentar la eficacia biológica del fungicida Zoverc® Encantia 33 SE aplicado en programa para el control de tizón tardío en el cultivo de papa.

3.2.3 METODOLOGÍA

3.2.3.1 Cultivo

Cultivo de papa, variedad Loman

3.2.3.2 Condiciones del ensayo

El ensayo se realizó en una localidad con presencia de tizón tardío, éste fue favorecido por las condiciones ambientales para su aparición y normal desarrollo. El manejo agronómico del cultivo (fertilización, aplicaciones fitosanitarias (excepto fungicidas), prácticas agrícolas, etc.) fue uniforme en todas las parcelas del ensayo.

3.2.3.3 Enfermedad en estudio

La enfermedad que se evaluó en el experimento fue tizón tardío, es causada por el pseudohongo *Phytophthora infestans*, que afecta hojas, tallos y tubérculos. Los primeros síntomas en las hojas corresponden a pequeñas manchas acuosas de color verde oscuro, que se expanden rápidamente formando zona café atizonadas irregulares que pueden afectar todo el follaje. En los tallos se forman lesiones de color café púrpura por infección directa o por extensión de la lesión de los pecíolos de las hojas. Los tallos afectados se tornan frágiles y quebradizos. Los tubérculos afectados forman lesiones externas de color café púrpuras de forma irregular y hundida. Al cortar el tubérculo, el tejido que aparece inmediatamente bajo la lesión es de color café cobrizo, de textura granular y firme.

3.2.3.4 Diseño e instalación del ensayo

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones para un total de 24 unidades experimentales. La instalación del ensayo se realizó en una plantación comercial ya establecida en campo abierto.

3.2.3.5 Ubicación de la prueba.

El ensayo se llevó a cabo en la colonia Garibaldi, zona 9 del departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Dicho lugar se encuentra a 2380 m s.n.m. Sus coordenadas geográficas son 14.856991-91.561310.

3.2.3.6 Tratamientos

A. Producto de interés

El fungicida Zorvec® Encantia 33 SE contiene dos ingredientes activos, oxathiapiprolin + famoxadona y se recomienda en aplicación foliar para el control o la supresión de enfermedades fungosas causadas por oomicetos y deuteromicetos. Este fungicida penetra rápidamente en los tejidos vegetales (20 minutos). Los dos ingredientes activos de Zorvec® Encantia actúa de diferente manera. El oxathiapiprolin actúa como inhibidor de la unión de un oxysterol modulador de proteínas en células de hongos y la famoxadona con su efecto protectante y actividad residual es un excelente inhibidor de la respiración (Cuadro 15).

Cuadro 15. Descripción del fungicida de interés en la evaluación.

| Nombre | Ingrediente activo | Composición |
|------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Zorvec® Encantia 33 SE | Oxathiapiprolin + Famoxadona | 30+300 = 330 g i.a/L |

Fuente: elaboración propia, 2017.

B. Productos de referencia

Los fungicidas que se utilizaron como referencia en esta evaluación se describen a continuación (Cuadro 15).

Cuadro 16. Fungicidas de referencia que se utilizaron en el ensayo.

| Nombre | Ingrediente activo | Composición |
|-------------------|------------------------------|------------------------|
| Revus Opti 44 SC | Mandipropamid + Clorotalonil | 40 + 400 g i.a/L |
| Infinito 68.75 SC | Propamocarb + Fluopicolide | 620.50 + 60.25 g i.a/L |
| Acrobat CT 60 SC | Dimethomorph + Clorotalonil | 100 + 500 g i.a/L |
| Concento 45 SC | Propamocarb + Fenamidona | 375 + 75 g i.a/L |
| Ranman® | Ciazofamida | 400 g i.a/L |

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.2.3.7 Modo de aplicación

La aplicación de los tratamientos se realizó en el orden sugerido por el Reglamento de Sanidad Vegetal sobre Uso y Control de Plaguicidas Agrícolas y Coadyuvantes.

A. Tipo de aplicación

La aplicación se realizó de forma terrestre y foliar en el cultivo de papa.

B. Tipo de equipo a usar

Para las aplicaciones iniciales (2 primeras) se utilizó una bomba manual marca Jacto de 20 litros y el resto (3 últimas) con una bomba de motor marca ECCHO de 25 litros.

3.2.3.8 Momento y frecuencia de la aplicación

El programa de control de tizón tardío (5 aplicaciones) dio inicio a los 22 días después de la siembra, cuando más del 90% de la plantación estaba germinada. Dos fueron las aplicaciones que se realizaron inicialmente con Curzate M 72 en todos los tratamientos, luego se efectuaron tres aplicaciones de los fungicidas evaluados, todas con intervalos de siete días.

3.2.3.9 Dosis y volúmenes de aplicación

Las dosis de los tratamientos evaluados se detallan en el Cuadro 3. Se utilizó un volumen aproximado de aplicación de 400-500 L/ha.

3.2.3.10 Descripción de tratamientos evaluados en el experimento

Los tratamientos que se evaluaron en este ensayo se detallan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Tratamientos para el control de tizón tardío en el cultivo de papa

| | Tratamiento | | Ingrediente activo | Dosis de producto | g i.a./ha |
|----|--------------------|----------|---------------------------------|--------------------------|------------------|
| T1 | Zorvec® 33 SE | Encantia | Oxathiapiprolin + Famoxadona | 0.5 L/ha | 15 + 150 |
| T2 | Revus Opti 44 SC | | Mandipropamid + Clorotalonil | 2.18 L/ha | 87.5+ 872 |
| T3 | Infinito 68.75 SC | | Propamocarb, Fluopicolide | 1.5 L/ha | 937.5 + 93.75 |
| T4 | Acrobat CT 60 SC | | Dimethomorph, Clorotalonil | 0.7 L/ha | 70 +350 |
| T5 | Consento 45 SC | | Propamocarb, Fenamidona | 2.5 L/ha | 937.5 + 187.5 |
| T6 | Ranman® | | Ciazofamida | 0.225 L/ha | 90 |

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.2.3.11 Plano de campo

Se utilizó el plano de campo adjunto, adaptado a las condiciones del terreno (figura 12).

| | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| Bloque IV | T1 | T4 | T6 | T3 | T5 | T2 |
| Bloque III | T3 | T2 | T4 | T6 | T1 | T5 |
| Bloque II | T1 | T6 | T2 | T5 | T4 | T3 |
| Bloque I | T5 | T1 | T4 | T2 | T3 | T6 |

Figura 12. Plano de campo de los tratamientos distribuidos al azar.

Fuente: elaboración propia, 2017.

3.2.3.12 Información sobre otros plaguicidas usados contra otros problemas fitosanitarios.

Sobre las parcelas se aplicaron productos de protección vegetal propios de un manejo comercial, pero se excluyeron todo tipo de fungicidas en el ensayo.

3.2.3.13 Tipo, momento y frecuencia de las evaluaciones

A. Tipo de variables evaluadas

a. Incidencia de la enfermedad

Esta variable se determinó utilizando los surcos centrales de cada unidad experimental, en donde se tomaron dos muestras de tres metros lineales del cultivo, se registró el total de plantas en cada muestra y las plantas con presencia de la enfermedad. Se realizó un promedio de las dos muestras para así obtener un dato por unidad experimental en cada fecha de evaluación. Los valores de incidencia de las diferentes fechas se utilizaron para obtener el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) (Arauz, 1998).

b. Severidad

Para determinar la severidad de la enfermedad causada por tizón tardío, se tomó un punto de muestreo en cada unidad experimental, en cada punto se evaluaron dos surcos continuos en una longitud de 3 metros, esta variable se determinó con ayuda de la escala inversa de

Cruickshank, et al. (1982) (Figura 1). Esta variable se registró a los siete días después de aplicación.

4 OTRAS ACTIVIDADES

Durante el ejercicio profesional supervisado (EPS) en 2017 se realizaron distintas actividades, las cuales se detallan a continuación.

4.1 PROTOCOLO PARA LA DEMOSTRACIÓN DE APROACH PRIMA EN FINCA LAS ELVIRAS, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

Para esta demostración se utilizó el producto aproach prima para el manejo de roya de café y se comparó con el producto comercial en finca. En el cuadro 18 se especifica el protocolo realizado para dicha demostración.

Cuadro 18. Protocolo para la demostración de aproach prima para el manejo de la roya de café en finca las Elviras.

| PROTOCOLO DE ENSAYOS DE EFICACIA | | | |
|--|--|--------------------------|--|
| PROYECTO | Control de Roya del café (<i>Hemileia vastratix</i>) | ENSAYO | Parcela demostrativa |
| PRODUCTO | Aproach Prima® 28 SC (Picoxystrobin+Ciproconazol) | AÑO FISCAL | 2017 |
| CULTIVO | Café (<i>Coffea arábica</i>) | AGENTE CAUSAL | <i>Hemileia vastratix</i> |
| PAIS | Guatemala | PROVINICA, CIUDAD | Suchitepéquez |
| DIRECCIÓN: Incluir dirección física o coordenadas | Finca las Elviras | | |
| INVESTIGADOR RESPONSABLE | Ing. Edy Torres Ramírez Alejandro Aguilar (EPS, USAC) | E-mail | edy.torres@duwest.com |
| OBJETIVO GENERAL: Demostrar la eficacia biológica del fungicida Aproach Prima® 28 SC (Picoxystrobin + Ciproconazol), en el control de roya (<i>Hemileia vastratix</i>) en el cultivo de café. | | | |

| | | | | |
|--|--------------------|--|------------------------------|---|
| Objetivos específicos: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Demostrar la eficacia de Aproach Prima® 28 SC en el control de roya del café. • Evaluar bajo condiciones de campo una dosis del fungicida Aproach Prima® 28 SC sobre el control de la roya del café comparada con el testigo comercial de la finca. | | | | |
| COORDINADOR: | | Tito Livio Zúñiga tito.zuniga@duwest.com | | |
| DETALLES DEL PROTOCOLO | | | | |
| Tratamientos: | Tratamiento | Producto comercial | Dosis P.C¹ | Dosis I. A |
| | T ₁ | Aproach Prima® 28 SC | 400 ml/ha | 80 g Picoxystrobin 32 g Ciproconazol |
| | T ₂ | Testigo comercial | ¿? | ¿? |
| | T ₃ | Testigo Absoluto | | |
| Diseño Experimental | | Parcela demostrativa, sin diseño. | | |
| Unidad Experimental Describir en detalle tamaño de parcela, número macetas, platos de Petri, etc. | | La parcela demostrativa de Aproach Prima tendrá una dimensión de 70 m de ancho por de 70 m de largo (35 surcos, espaciados a 2.0 m entre sí) constituyendo un área de 5000 m ² . La parcela útil estará constituida por los 6 surcos centrales, en los cuales se registrará la incidencia y severidad de la roya. | | |

| Detalles de la Aplicación: Incluir detalles de: - Numero de aplicaciones - Tiempo entre aplicaciones - Tiempo de carencia | Se harán 5 aplicaciones con intervalos de 40 días entre cada una, de acuerdo a la siguiente calendarización. | |
|--|--|--|
| | Fecha | Actividad |
| | 14/mar/2017 | Muestreo de la roya en pre aplicación y aplicación de kocide |
| | 10/MAYO/2017 | Muestreo de primera aplicación |
| | 9/mayo/2017 | Primera aplicación de aproach prima |
| | 6/junio/2017 | Muestreo de primera aplicacion |
| | 4/julio/2017 | Segunda aplicación de arpoach prima. |
| | 02/agosto/2017 | Muestreo de segunda aplicación |

| <p>Datos a Evaluar: - Incluir toda la información requerida de acuerdo al tipo de ensayo. Así mismo detallar como se van a hacer los muestreos, estado ideal de cultivo, tipo de datos a tomar, etc.</p> | <p>a. Incidencia de roya: Se seleccionarán al azar (10) cafetos en los surcos útiles de la parcela, a cuatro (4) bandolas del tercio medio de cada cafeto se le contarán el total de hojas y hojas infectadas (presencia), de esta manera se determinará el % de esta variable (incidencia de roya).</p> <p>b. Severidad de la roya: De las hojas muestreadas se medirá el porcentaje de área foliar afectada con pústulas de roya (ver figura 1). Para evaluar la severidad en hojas por planta se utilizará la siguiente escala:</p> <table border="1" data-bbox="656 625 1409 926"> <thead> <tr> <th>Clases</th> <th>Hoja (% daño)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Sano. Sin síntomas visibles.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 – 5 % de área afectada.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6 – 20 % de área afectada.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>21 – 50 % de área afectada.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>> 50 % de área afectada.</td> </tr> </tbody> </table> <p>La determinación de la severidad de la roya del café se hará con la fórmula:</p> $SEV = \frac{(N0*0) + (N1*1) + (N2*2) + (N3*3) + (N4*4)}{N*4} (100)$ <p>Dónde: N0 = # Hojas con valor 0 de la escala. N1 = # Hojas con valor 1 de la escala. N2 = # Hojas con valor 2 de la escala. N3 = # Hojas con valor 3 de la escala. N4 = # Hojas con valor 4 de la escala.</p> <p>c. Efecto sobre otras plagas y/o otros organismos: Se realizará de manera visual y cualquier efecto sobre organismos que no son el blanco de la aplicación será registrado e informado.</p> | Clases | Hoja (% daño) | 0 | Sano. Sin síntomas visibles. | 1 | 1 – 5 % de área afectada. | 2 | 6 – 20 % de área afectada. | 3 | 21 – 50 % de área afectada. | 4 | > 50 % de área afectada. |
|---|---|--------|---------------|---|------------------------------|---|---------------------------|---|----------------------------|---|-----------------------------|---|--------------------------|
| Clases | Hoja (% daño) | | | | | | | | | | | | |
| 0 | Sano. Sin síntomas visibles. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 – 5 % de área afectada. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 6 – 20 % de área afectada. | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 21 – 50 % de área afectada. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | > 50 % de área afectada. | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| <p>Informe final:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este es un listado general de la información que debe siempre ser incluida. Alguna más relevante que otra pero siempre necesaria. - Los métodos de análisis son muy dependientes del tipo de ensayo pero esta es una guía de lo que se debe solicitar. | <ol style="list-style-type: none"> 1. En la aplicación por favor registre: <ol style="list-style-type: none"> a. Fecha y hora b. Temperatura Ambiental c. Humedad Relativa d. Precipitación 24 h antes y 24 h después e. Volumen de agua usado f. Equipo utilizado incluyendo boquillas y presión. La bomba a utilizar será una bomba de motor marca Echo SHP 800. 2. Para cada evaluación por favor registre: <ol style="list-style-type: none"> a. Fecha y hora b. Condiciones climáticas (si pertinente) c. Si el dato corresponde a Número – Porcentaje – Grado – Escala d. Información que pueda afectar la evaluación. 3. Para los análisis de datos por favor provea: <p>Los datos obtenidos de las variables evaluadas de incidencia y severidad a los 15DD de cada aplicación serán utilizados para calcular el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE). Los datos del ABCPE serán sometidos a análisis de varianza convencionales y separación de medias (Tukey $P=0.05$). Para análisis estadístico se utilizará el programa InfoStat.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Datos crudos b. Análisis en comparación de parcelas. c. Resultados d. Conclusiones e. Sugerencias y observaciones adicionales. |
|--|---|

4.2 PROTOCOLO PARA LA DEMOSTRACION DE SILICATOS DE POTASIO Y FOSFITOS DE POTASIO PARA AUMENTO EN LA RESISTENCIA A AMARILLAMIENTO POR FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS EN PLANTAS ORNAMENTALES

Para esta demostración se utilizaron dos fertilizantes, silicio de potasio y fosfito de potasio para disminuir el amarillamiento en plantas ornamentales.

Cuadro 19. Demostración de silicato de potasio y fosfito de potasio para disminuir el amarillamiento en plantas ornamentales

| PROTOCOLO PARA DEMOSTRACION DE PRODUCTOS | | | |
|--|---|--------------------------|----------------------|
| PROYECTO | DEMOSTRACION DE SILICIO DE POTASIO+ FOSFITO DE POTASIO PARA LA REDUCCION DE AMARILLAMIENTO EN PLANTAS | ENSAYO | Parcela demostrativa |
| PRODUCTO | SILICATO DE POTASIO FOSFITO DE POTASIO | AÑO | 2020 |
| CULTIVO | PLANTAS ORNAMENTALES | EMPRESA | DUMMEN ORANGE |
| PAIS | Guatemala | PROVINICA, CIUDAD | SAN MIGUEL DUEÑAS |
| RESPONSABLE | ALEJANDRO AGUILAR | E-mail | |
| <p>OBJETIVO GENERAL: mejorar la consistencia y calidad de las hojas en plantas ornamentales para evitar amarillamientos en las plantas, aumentando el contenido de fitoalexinas en la planta.</p> | | | |

| DETALLES DEL PROTOCOLO | | |
|--|--|---|
| Tratamientos: | SOLO LOS FERTILIZANTES FOLIARES | |
| Dosis de los productos a utilizar | Producto | Dosis cc/ litro de agua |
| | SILICATO DE POTASIO | 5 |
| | FOSFITO DE POTASIO | 5 |
| Detalles de las aplicaciones | Silicato de potasio | Fosfito de potasio |
| | Se realizaran 4 aplicaciones con intervalo de 8 días entre aplicación, es importante mencionar que las aplicaciones de silicato de potasio deben de ir acompañadas de (penetrante, dispersante) y no se debe incluir en la mezcla ningún otro producto químico o fertilizante foliar | Se realizaran 4 aplicaciones con intervalo de 8 días entre aplicación en mezcla con wether. |