

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA



EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ
(*Hemileia vastatrix Berk & Br.*) DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN FINCA LA
CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

IVAN ALBERTO NAVAS GARCIA

GUATEMALA, OCTUBRE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ
(*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO,
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

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

POR

IVAN ALBERTO NAVAS GARCIA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR
DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Alexsander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

GUATEMALA, OCTUBRE 2014

Guatemala, octubre 2014

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix Berk & Br.*) EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ivan Alberto Navas Garcia

TRABAJO DE GRADUACIÓN Y ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Supremo creador de los cielos y la tierra, por haberme dado la capacidad y sabiduría necesaria para poder culminar exitosamente mi carrera universitaria.

A MIS PADRES: Hugo Alberto Navas y Flora Dilma Garcia. Por todo el apoyo incondicional que me brindaron.

A MIS HERMANAS : Michelle Navas y Vanesa Navas, porque siempre estuvieron ahí para apoyarme.

A MIS ABUELOS : German Navas, Domitila Muñoz y Ercilia Lima, ya que con sus sabios consejos me logre formar un hombre de éxito.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS : Por brindarme su amistad y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a ANACAFE, quien por medio del Centro de Investigaciones en Café, apoya el desarrollo tecnológico de la caficultura del país.

Ing. Agr. Luis Moisés Peñate Munguía, Asesor.

Por su amistad y apoyo incondicional en el diseño y ejecución de lo contenido en el presente documento.

Dr. David Monterroso Salvatierra. Asesor.

Por su valiosa colaboración durante todo el proceso de mi ejercicio profesional supervisado (EPS).

Al área Integrada y Subárea de Ejercicio Profesional Supervisado - EPSA – quienes tienen la noble labor de dar una primera oportunidad para el desarrollo profesional a todos los estudiantes de la FAUSAC.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I.....	3
1.1 PRESENTACIÓN	4
1.2 MARCO TEÓRICO.....	5
1.2.1 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 GENERAL	6
1.3.2 ESPECÍFICOS	6
1.4 METODOLOGÍA	7
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
1.5.1 Caracterización de finca La Candelaria.....	8
1.5.2 Análisis de muestras	9
1.5.3 Manejo fitosanitario de finca La Candelaria.....	9
1.5.4 Departamento de protección vegetal.....	9
1.6 CONCLUSIONES	10
2. CAPÍTULO II	11
2.1 PRESENTACIÓN	12
2.2 MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.2.2 MARCOREFERENCIAL	26
2.3 OBJETIVOS.....	29
2.3.1 General.....	29
2.3.2 Específicos.....	29
2.4 HIPÓTESIS.....	30
2.5 METODOLOGÍA.....	31
2.5.1 Diseño	31
2.5.2 El modelo estadístico	31
2.5.3 Hipótesis estadística.....	32
2.5.4 Selección e identificación de las parcelas	32
2.5.5 Diseño de la parcela experimental	32
2.5.6 Diseño gráfico del experimento en bloque quebrado.	33
2.5.7 Descripción de los tratamientos	34

	Página
2.5.8 Aplicación de los tratamientos	36
2.5.9 Lectura y cuantificación de la Roya del café	36
2.5.10 Boletas utilizadas para la toma de datos.	37
2.5.11 Lectura y cuantificación de la defoliación	38
2.5.12 Lectura de incidencia y severidad por planta	38
2.5.13 Variables efecto de medición	38
2.5.14 Análisis de la información	38
2.5.15 ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL EXPERIMENTO	39
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
2.6.1 Análisis de área bajo la curva para hojas con roya totales	40
2.6.2 Análisis de la varianza para ABC para hojas con roya totales	40
2.6.3 Análisis de varianza para la defoliación.....	41
2.6.4 Análisis de incidencia y severidad	42
2.6.5 Análisis Epidemiológico	44
2.7 CONCLUSIONES	55
2.8 RECOMENDACIONES.....	56
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	57
2.10 ANEXOS.....	59
CAPÍTULO III.....	61
3.1 ENTREGA DE VARIEDADES DE SEMILLAS DE LINEAS BRASILEÑAS RESISTENTES A ROYA	62
3.1.1 PRESENTACIÓN	63
3.1.2 MARCO TEÓRICO.....	64
3.1.3 OBJETIVOS	70
3.1.4 METODOLOGÍA.....	71
3.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
3.1.6 BIBLIOGRAFÍA	73
3.1.7 ANEXOS	74
3.2 CAPACITANCION EN TECNOLOGIA DE APLICACION DE PLAGUICIDAS AL PERSONAL EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA C.A.	77
3.2.1 PRESENTACION	78
3.2.2 MARCO TEORICO.....	79
3.2.3 OBJETIVOS	88

	Página
3.2.4 METODOLOGÍA.....	89
3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	90
3.2.6 BIBLIOGRAFÍA	92
3.3 CAPACITANCIÓN EN TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS A CAFICULTORES	93
3.3.1 PRESENTACIÓN	94
3.3.2 MARCO TEÓRICO.....	95
3.3.3 OBJETIVOS	104
3.3.4 METODOLOGÍA.....	105
3.3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	106
3.3.6 BIBLIOGRAFÍA	109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Ubicación del ensayo de evaluación de fungicidas para el control de roya.	5
Figura 2 Organigrama de Anacafé.....	9
Figura 3 Exportación de café de Guatemala cosechas 1996/1997–2010/2011	14
Figura 4 Ubicación del ensayo de evaluación de fungicidas para el control de roya.	26
Figura 5 Mapa del departamento de Sacatepequez	27
Figura 6 Parcela experimental.	32
Figura 7 Diseño gráfico del experimento en bloque quebrado.....	33
Figura 8 Bandolas identificadas en la parte alta B1 y en la parte baja B2 de la planta.....	34
Figura 9 Ubicación de las bandolas en la planta de café.....	36
Figura 10 Boletas para la toma de datos	37
Figura 11 Curva de producción de hojas nuevas en el estrato alto.	44
Figura 12 Curva de producción de hojas nuevas en el estrato bajo.	45
Figura 13 Curva de producción de hojas maduras en el estrato alto.....	46
Figura 14 Gráfica de hojas maduras en el estrato bajo.	47
Figura 15 Curva del progreso de hojas con roya en el estrato alto.....	48
Figura 16 Curva del progreso de hojas con roya en el estrato bajo.....	49
Figura 17 Curva de defoliación.	50

Figura 18 Curva de incidencia de roya del café.....	51
Figura 19 Curva de severidad de roya del café.	52
Figura 20 Análisis espacial de la evaluación de fungicidas para el control de roya del café ..	53
Figura 21 Comporatmiento de la roya del café durante los diferentes meses del año.	59
Figura 22 ciclo de la enfermedad y epidemiología.....	60
Figura 23 Ubicación de Finca La Candelaria.	64
Figura 24 Cosecha de los diferentes genotipos.	74
Figura 25 Total de los genotipos cosechados.....	74
Figura 26 Secado en sombra de los diferentes genotipos.	75
Figura 27 Selección de semilla y extracción de semilla dañada.	75
Figura 28 Pesado y empacado de los diferentes genotipos.	76
Figura 29 Ubicación de Finca La Candelaria.	79
Figura 30 Lectura del panfleto y etiqueta del plaguicida.	80
Figura 31 Etiqueta de un plaguicida mostrando su registro, por país.	80
Figura 32 Equipo de protección personal (EPP).....	81
Figura 33 Aplicación segura de plaguicida, nótese el equipo completo de protección personal, el equipo fué revisado.	82
Figura 34 Aprovechamiento total del producto, nótese el descarte de envases limpios.	86
Figura 35 Inicio de la capacitación.....	90
Figura 36 Importancia de realizar pre mezclas para una correcta aplicación.	91
Figura 37 Entrega de resumen acerca de los 10 principales consejos para un aplicador.	91
Figura 38 Region 3, Finca la trinidad Escuintla.Figura 39 Region 4, Mataquesuintla Jalapa.	95
Figura 40 Region 6, San edro Carcha, Cobán.....	95
Figura 41 Lectura del panfleto y etiqueta del plaguicida.	96
Figura 42 Etiqueta de un plaguicida mostrando su registro, por país.	96
Figura 43 Equipo de protección personal (EPP).....	97
Figura 44 Aplicación segura de plaguicida, nótese el equipo completo de protección personal, el equipo fué revisado.	98
Figura 45 Aprovechamiento total del producto, nótese el descarte de envases limpios.	102
Figura 46 Personal capacitado en tecnología de aplicaión.	106

Página

Figura 47 Mantenimeinto del equipo de aspersión.	107
Figura 48 Demostración de una correcta aplicación.....	107
Figura 49 Mantenimiento de la aspersora manual.....	108
Figura 50 Participación del personal capacitado.	108

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1 Productos utilizados para el control de roya.	28
Cuadro 2 Descripción de los tratamientos.	35
Cuadro 3 Área bajo la curva acumulada de severidad e incidencia de roya por tratamiento.	42

RESUMEN

Entre los problemas patológicos del cultivo del café (*Coffea arabica*), la roya del café causada por *Hemileia vastatrix* Berk & Br. sigue siendo uno de los más importantes en plantaciones ubicadas bajo los 1,000 msnm, aunque en la actualidad a incrementado su altura.

En el año 1980 se reportó la roya del café en Guatemala, en plantaciones del sur del país. En la década de los ochenta se inició con un plan de control de la roya. La fuerte defoliación causada por la enfermedad se traduce en disminuciones significativas de la producción. La enfermedad se ha encontrado diseminada en todos los países donde es cultivado el café y puede causar pérdidas de 10% a 40% (Silva et al. 2006).

Durante el diagnóstico de finca La Candelaria ubicada en San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, contribuimos abordando la problemática ya que se encontró que entre los principales problemas de enfermedades, la roya del café era uno de ellos, debido a que las condiciones climáticas que favorecen su desarro. Durante el diagnóstico se caracterizo por estratos el altitudinales los problemas fitosanitarios del cultivo, también se caracterizo el manejo fitosanitario realizado en la finca durante el año 2011 y conocimos el departamento de protección vegetal a través del que se articulo el EPS en finca La Candelaria.

Además de esta problemática fue necesario evaluar alternativas de manejo de la enfermedad, mediante la investigación planteada como: EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (HEMILEIA VASTATRIX BERK & BR.) EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. para poder de esta manera reducir el patógeno en las plantaciones de café principalmente en áreas ubicadas por debajo de los 1,000 msnm debido a que son las zonas con mayor susceptibilidad al ataque de dicha enfermedad.

La Investigación consistió en evaluar el efecto de los fungicidas tanto de contacto como sistémicos para el control de roya del café, se utilizaron seis tratamientos y el testigo, las aplicaciones realizadas fueron cuatro iniciando en el mes de mayo, se evaluaron solo fungicidas de contacto, solo fungicidas sistémicos y alternos, como resultado obtuvimos que los dos tratamientos de fungicida sistémicos evaluados, (Alto 10 SL) Cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole demostraron ser los más efectivos para el control de la roya, reduciendo su incidencia y severidad. Sin embargo se recomienda el uso alternativo de fungicidas debido a que las aplicaciones continuas de fungicidas sistémicos crean cierta resistencia de la roya hacia el fungicida.

Además se realizaron varios servicios con el fin de brindar apoyo a la finca. El primero fue entrega de variedades de semillas de líneas brasileñas, para evaluar el material genético proveniente de líneas de Brasil resistentes a la roya, las cuales serán una nueva alternativa para el control de la enfermedad, se hizo entrega de un total de 9 genotipos de diferentes variedades, de cada genotipo se entregó un kg de semilla debidamente identificada con el genotipo.

Cuando los plaguicidas se utilizan de manera inadecuada e irresponsable, dan como resultado efectos indeseados tales como contaminación ambiental, desarrollo de resistencia de las plagas a los productos, apareamiento de nuevas plagas y residuos en frutos cosechados. Debido a todo lo anteriormente mencionado, surgió el servicio II, el cual fue la capacitación en tecnología de aplicación al personal aplicador, se abordaron los temas de seguridad para el aplicador, manejo seguro de agroquímicos, correcta aplicación y mantenimiento de los equipos de aplicación, con el propósito de obtener mejores resultados en el efecto, tanto del aplicador como en el medio ambiente.

Y por último el servicio III, fue la capacitación en tecnología de aplicación de plaguicidas a caficultores de diferentes regiones, la primera capacitación fue impartida en la región III, que hace referencia a finca La Trinidad, departamento de Escuintla, la segunda capacitación fue impartida en la región IV que hace referencia a Mataquescuintla Jalapa, aldea San Yuyo y la tercera capacitación fue impartida en la región VI que hace referencia a San Pedro Carcha Cobán.

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO DE FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO,
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

Entre los problemas patológicos del cultivo del café (*Coffea arabica*), la roya del café causada por *Hemileia vastatrix* Berk & Br. sigue siendo uno de los más importantes en plantaciones ubicadas debajo de los 1,000 msnm (Avelino, 2010).

La roya del cafeto, se presenta en zonas medias entre los 800 – 1,000 msnm donde existen precipitaciones frecuentes y abundantes (1100 – 3,000mm), alta humedad (70 a 85%) y temperatura relativamente cálida (22-25°C), ocasiona defoliación, consecuentemente disminuye la productividad. La protección del cultivo con fungicidas tanto sistémicos como de contacto continúa siendo la parte central del manejo de ésta enfermedad en Guatemala.

Durante el diagnóstico de finca La Candelaria ubicada en San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, se encontró que entre los principales problemas de enfermedades, el de la roya del café es uno de ellos, debido a que las condiciones climáticas favorecen al desarrollo de la enfermedad, por lo anteriormente expuesto, el propósito de este diagnóstico fue una contribución para abordar la problemática.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 MARCO REFERENCIAL

1.2.1.1 Características generales de la finca

Finca La Candelaria, está localizada a 4 kilómetros al sur del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez. En la finca se manejan las variedades: Catuaí, Bourbon, Caturra, Villa Sarchí y Catimor. Finca La Candelaria cuenta con las siguientes características climatológicas, coordenadas geográficas, así como las zonas de vida según Holdridge.

Altitud: 900 msnm. **Precipitación pluvial:** 1,318 mm/año.

Temperatura: 13 – 25 °C **Humedad relativa:** 61 – 82%

Origen de suelo: Volcánico. **Latitud:** 14°33'24'' Norte.

Longitud: 91°47'44'' Oeste.

Zona de vida: Bosque húmedo montano bajo, subtropical



Figura 1 Ubicación del ensayo de evaluación de fungicidas para el control de roya.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Caracterizar desde el punto de vista del área de protección vegetal el cultivo de café en finca La Candelaria ubicada en Alotenango, Sacatepéquez.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar por estratos altitudinales los problemas fitosanitarios del cultivo del café.
- Caracterizar el manejo fitosanitario realizado en finca La Candelaria por lo menos del año 2011.
- Conocer el departamento de protección vegetal a través del que se articula el EPS en finca La Candelaria.

1.4 METODOLOGÍA

- Se entrevistó al personal de finca La Candelaria, Franklyn (encargado de la finca).
- Se Llevó acabo un recorrido en la finca para cuantificar las enfermedades que existían por estrato altitudinal.
- Se realizó un levantado de muestras de enfermedades en los lotes representativos.
- Se consultaron antecedentes de finca La Candelaria, dentro del laboratorio de Protección Vegetal, registros del programa de protección vegetal y en la biblioteca de Anacafé.
- Se entrevistó al Dr. Francisco Anzueto (Jefe de CEDICAFE) y al Ing. Moisés Peñate (Jefe del área de Protección Vegetal).

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Caracterización de finca La Candelaria

De acuerdo a los estratos propuestos por Pacheco 2011, la finca se sectorizó en tres rangos altitudinales los cuales se definieron de la siguiente manera: estrato bajo (1,140 a 1,200 msnm), estrato medio (1,201 a 1,360 msnm) y estrato alto (1,361 a 1,500 msnm).

Debido al extenso daño encontrado en el primer estrato y la relativa baja presencia de agentes patógenos en los dos estratos superiores hubo necesidad de concentrar esfuerzos en el estrato más bajo de la finca en éste se pudo constatar que la incidencia de roya y ácaros es cercana a 100%. Aunque no se logró determinar con exactitud la magnitud del daño debido a que la etapa de desarrollo de la epidemia de Roya se encuentra en defoliación, ha sido sin duda causa de pérdidas económicas. Se caracterizaron 300 plantas obteniendo una incidencia del 100 % para ácaros y 90% para roya.

De la presencia de los ácaros se puede constatar que son una plaga no sólo poco conocida en el medio de la caficultura nacional sino que también un problema económico mayor. Haciendo una priorización semi estructurada con personal de la finca, ellos consideran que el principal problema que tienen actualmente son los vientos y la roya del café. Ambos factores se encuentran ligados pues el viento es el principal dispersor de la enfermedad. Es entonces necesario desarrollar herramientas para mitigar el efecto que tienen estas dos plagas para el cultivo de café.

1.5.2 Análisis de muestras

Se pudo constatar que la enfermedad encontrada en los cafetales es la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Aunque se observaron estructuras (mudas) de ácaros, no se pudo determinar la especie presente.

1.5.3 Manejo fitosanitario de finca La Candelaria

Básicamente durante el año 2011 se utilizó en finca La Candelaria el paquete de fertilizantes de la compañía Stoller, los productos que se utilizaron fueron dos siendo estos: Sugar Mover y FlowerPower. Además se utilizó fungicida sistémico el cual fue Cyproconazole (Alto 10 SL) a razón de 350 cc/mz.

1.5.4 Departamento de protección vegetal

Mediante el recorrido y las entrevistas realizadas en Anacafé se logró conocer el departamento de protección vegetal, el cual se dedica a la investigación y al desarrollo de tecnología para el cultivo de café, para luego ser transmitida al área técnica los cuales hacen llegar a los caficultores las recomendación mas adecuadas para dar solución a sus necesidades. Además a partir de la información obtenida, se obtuvieron los siguientes esbozos:

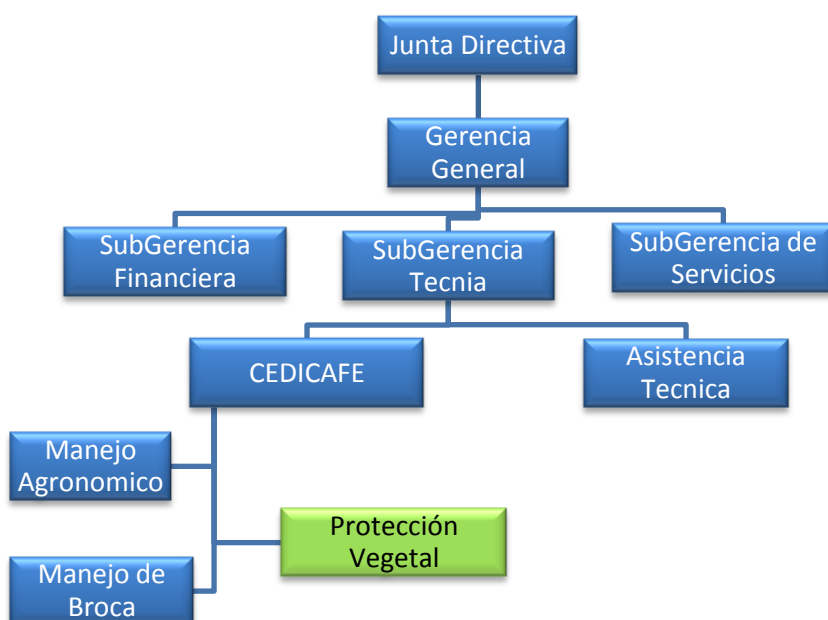


Figura 2 Organigrama de Anacafé

1.6 CONCLUSIONES

1. Es necesario concentrar los esfuerzos en el estrato más bajo de la finca (1,140 a 1,200 msnm) debido a que en éste estrato se pudo constatar que la incidencia de roya y ácaros es cercana a 100%.
2. Debido a que no se tiene información sobre la especie de ácaros encontrados en la finca, es necesario enviarlos a determinar, para lo cual se podría hacer una determinación de los mismos en la universidad Del Valle.
3. Debido a las condiciones de la finca es necesario mitigar mediante prácticas agrícolas el impacto que el viento tiene sobre el cultivo del café ya que el viento es el principal dispersor de la roya del café.
4. Se logró determinar que las dosis, las épocas de aplicación y los productos utilizados en el manejo fitosanitario de la finca son los adecuados, sin embargo se recomienda capacitación en tecnología de aplicación de plaguicidas debido a que este es el factor determinante conjunto con la rotación del personal en las labores por el cual el resultado del manejo fitosanitario no es el óptimo para el cultivo.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF FUNGICIDES FOR CONTROL OF COFFE RUST (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) IN FARM LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A

2.1 PRESENTACIÓN

Entre los problemas patológicos del cultivo del café (*Coffea arabica*), la roya del café causada por *Hemileia vastatrix* Berk & Br. sigue siendo uno de los más importantes en plantaciones ubicadas bajo los 1,000 msnm.

En el año 1980 se reportó la roya del café en Guatemala, en plantaciones del sur del país. En la década de los ochenta se inició con un plan de control de la roya en plantaciones afectadas en la que se consideraba concientización y orientación de los caficultores. La fuerte defoliación causada por la enfermedad se traduce en disminuciones significativas de la producción. La enfermedad se ha encontrado diseminada en todos los países donde es cultivado el café y puede causar pérdidas de 10% a 40% (Silva et al. 2006). Además se ha constatado que la roya acentúa el ritmo bianual de la producción (Avelino et al, 1999).

Del año 2008 al 2010 la enfermedad inicia a estudiarse en altitudes superiores a los 1,000 msnm (CEDICAFE, 2010). Esta problemática se está acentuando dentro de los caficultores cada vez más, debido a la incidencia que este patógeno ha presentado en unidades productivas encontradas por encima de los 1,000 msnm en zonas productoras de alta calidad de café posicionadas dentro del mercado internacional, razón suficiente para orientar esfuerzos de investigación y apoyo con asistencia técnica a dichos productores.

Según el departamento de asistencia técnica de Anacafé, en el año 2011 hubo una reducción significativa en la producción de café en las regiones III y IV, los municipios más afectados fueron San Pedro Yepocapa, San Miguel Dueñas, Acatenango y Amatitlán (50, 23, 10 y 10%, respectivamente). Debido a esta problemática es necesario evaluar alternativas de manejo de la enfermedad para reducir este patógeno en las plantaciones de café principalmente en áreas ubicadas por debajo de los 1,000 msnm debido a que son las zonas con mayor susceptibilidad al ataque de dicha enfermedad.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1 Resumen histórico del cultivo del café

El cafeto (*Coffea arabica*) es originario de Etiopía de la región que circunda el lago Tana, África. En Guatemala los padres Jesuitas introdujeron el cafeto en 1760, quienes lo trajeron como planta ornamental para sus jardines en Antigua 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 pesos al primer agricultor que coseche cien quintales de café así como al segundo tercero y cuarto”.

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. En 1865 el café de Guatemala se hace presentar en la Exhibición Internacional de París. A partir de 1871 el cultivo del café era un negocio lucrativo, se constituyó en el principal renglón de la economía de la nación y pasó a ocupar el primer lugar entre los artículos de exportación (ANACAFE, 1988).

2.2.1.2 Importancia económica

Las exportaciones del país durante la temporada 2006/2007 aumentaron en un 12%, en comparación a la temporada 2005/2006. En total, se vendieron en el mercado internacional 4.8 millones de quintales de café oro.

El ingreso de divisas por concepto de exportaciones de café registró su nivel más alto en siete años. Durante la temporada 2006/2007 se captaron \$ 94 millones adicionales ó 20 % arriba de los ingresos percibidos la temporada anterior.

Durante el período 2005/2007, ANACAFE continuó fortaleciendo la caficultura, con el propósito de que cada uno de los productores guatemaltecos contará con las herramientas para producir más y mejor. La especie económicamente más importante de café es *Coffea arabica* la cual constituye aproximadamente el 80-90% de la producción mundial, dentro de esto Guatemala tiene el quinto lugar (ANACAFE, 2009).

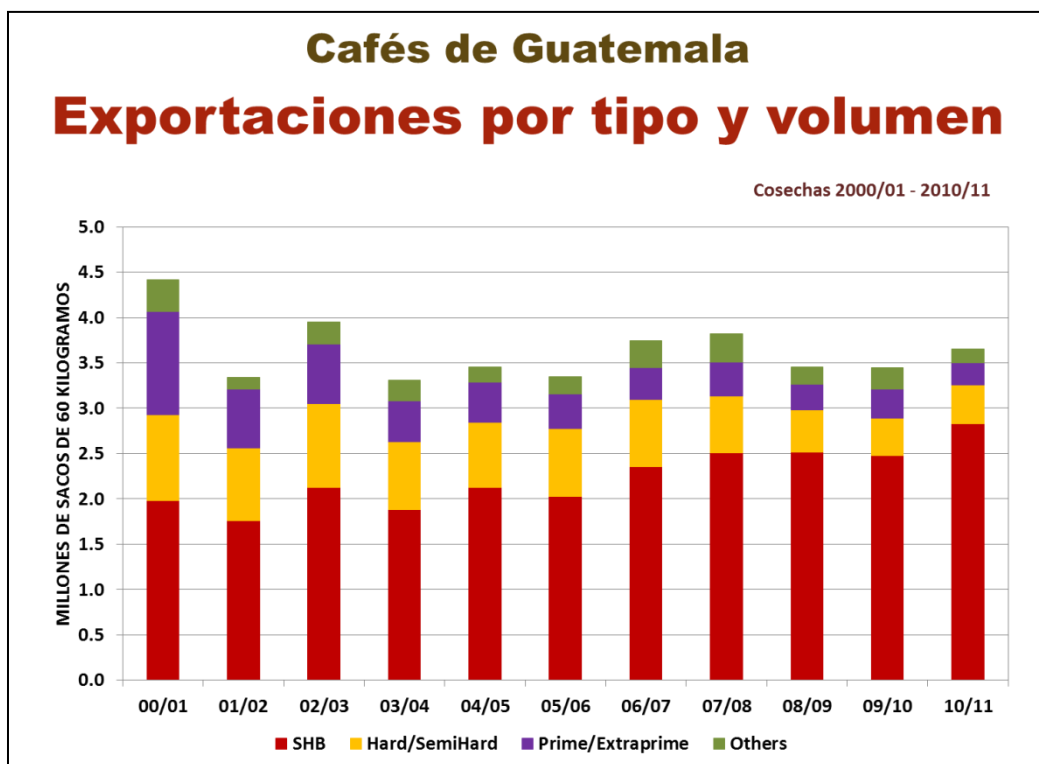


Figura 3 Exportación de café de Guatemala cosechas 1996/1997–2010/2011

2.2.1.3 Enfermedades del café

Como cualquier planta, el cafeto es atacado por fitopatógenos que provocan enfermedades entre las cuales se puede citar la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), mancha de hierro (*Cercosporacoffeicola*), antracnosis (*Colletotrichumgloesporioides*), ojo de gallo(*Mycenacitricolor* Berk y Court. Sacc), phoma (*Phoma costarricensis*), mal de hilachas(*Pelliculariakoleroga*), mal rosado(*Corticiumsalmonicolor*), Bacteriosis del cafeto (*Xylella fastidiosa*). Este conjunto de enfermedades, son controladas en su mayoría por los agricultores por medio de productos químicos y manejo cultural (Rayner, 1972).

2.2.1.4 Origen y diseminación de la roya del Café

Apareció por primera vez en África Oriental en 1861, pero fué reportada por primera vez a principios de 1869 en la isla asiática de Ceilán (Moreno, 2004). La gama de resistencia genética contra este patógeno observada en los cafetales silvestres de Etiopía apoya la hipótesis de que la enfermedad se originó en África. La diseminación hacia América Latina se inició en Brasil, donde se detectó por primera vez en 1970. Sobre su introducción a esta región existen dos versiones: i) las uredosporas serían transportadas por los vientos alisos desde el África, ii) introducción accidental a través de material vegetal o ropas contaminadas. Luego, desde Brasil se diseminó a todos los demás países latinoamericanos (Avelino et al, 1991).

2.2.1.5 Importancia y pérdidas causadas

La importancia de la roya radica en que es la enfermedad más devastadora del cultivo de café, por lo tanto desarrollar variedades resistentes a roya, vía mejoramiento genético de plantas, viene siendo un objetivo de alta prioridad en muchos países (Prakash et al, 2004).

La roya del cafeto, causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. es una de las enfermedades limitantes de la caficultura mundial (Rodríguez y Moreno 2002, Moreno 2004, Silva et al, 2006). Se encuentra diseminada en todos los países donde es cultivado el café y puede causar pérdidas de 10% a 40% (Silva et al. 2006). Con un nivel de infección de 68% se han reportado pérdidas de producción de hasta 48%, además, se ha constatado que la roya acentúa el ritmo bianual de la producción (Avelino et al, 1999). El control de esta enfermedad se basa en el uso de técnicas de erradicación y uso de fungicidas que degradan el ambiente, por lo cual una alternativa sana y amigable con el medio la constituye el uso de la resistencia genética.

2.2.1.6 Biología de *Hemileia vastatrix*

Este hongo es un parásito obligado que afecta las hojas de las especies del género *Coffea*, básicamente *C. arabica* (Aguilar, 1995, Avelino et al, 1991) y se multiplica principalmente a

través de la uredospora (Avelino et al, 1999). Los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en pequeñas lesiones amarillentas, aparecen alrededor del punto de penetración (envés de las hojas), que con el tiempo se unen y producen las uredosporas de color anaranjado característico; en el haz se observa manchas cloróticas y finalmente las lesiones se vuelven necróticas. La receptividad de las hojas a la roya aumenta en la fase de producción, debido a la desprotección de las hojas por migración de compuestos fenólicos (sustancias que intervienen en la defensa) hacia los frutos. Además una fuerte intensidad lumínica y temperaturas altas aumentan la receptividad de las hojas. Luego de la penetración, la resistencia genética, el potencial hídrico del suelo, la humedad relativa y la temperatura son factores determinantes de la colonización de la hoja por el hongo. En la zona tropical el desarrollo epidemiológico del hongo comprende cuatro fases: desarrollo lento, fase de crecimiento acelerado, infección máxima y descenso. La curva de desarrollo de la enfermedad está relacionada a cinco factores principales, la lluvia, la temperatura, la carga fructífera, la época de cosecha y el inóculo residual (Avelino et al, 1991).

La alta incidencia de la enfermedad se debe a la abundancia del inóculo y la rápida diseminación influenciada por los factores ambientales (Aguilar, 1995). La fuerte defoliación causada por la enfermedad se traduce en disminuciones significativas de la producción (Moreno, 2004).

El cultivo de variedades genéticamente resistentes constituye una de las estrategias más apropiadas y efectivas económicamente para el manejo de las enfermedades en el cultivo de café, entre ellas la roya (Silva et al, 2006), porque el género *Coffea* exhibe gran variabilidad en el grado de susceptibilidad a la roya (Aguilar, 1995).

En este contexto, Bertrand y Anthony (1995) señalan que líneas de Catimores expresan un cierto grado de resistencia a la roya del café, por lo que recomiendan recombinar las mejores líneas y enriquecer la base genética a partir de individuos silvestres que se encuentran en la colección del CATIE; asimismo, mencionan que se han desarrollado variedades Catimores resistentes a roya utilizando como padre donante de resistencia al Híbrido de Timor. Además, existe la resistencia incompleta, cuantitativa o no específica presente en *C. canephora* y *C. arabica*, pero la solución genética duradera al problema se lograría sólo si se

acumula un gran número de genes de resistencia, tanto completa como incompleta (Avelino et al., 1991).

2.2.1.7 RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ

Para garantizar el éxito del control químico es indispensable la aplicación en el momento apropiado de acuerdo al ciclo de la epidemia y su transcurso en el año. El control debe ser iniciado antes de que el índice de roya comience a elevarse, lo que depende de las condiciones del clima y de la planta (cantidad de hojas y producción), (Chalfoun 1997)

2.2.1.7.1 Fungicidas de contacto

Los productos basados en cobre fueron los más estudiados por su bajo costo y porque su efecto había sido comprobado en otras regiones del mundo. A los pocos años de aparecer la roya en El Salvador y en Honduras, se corroboró la eficiencia del oxiclورو, del hidróxido y del óxido de cobre (Bonilla J.C., 1982; Oseguera et al., 1982). Simultáneamente, las dosis y frecuencias de aspersión se fueron afinando.

Con dos aplicaciones de óxido de cobre en junio y agosto se logra una eficacia aceptable contra la roya, con respecto a tres aplicaciones en abril – junio – agosto ó mayo – julio – septiembre (Avelino et al., 1991).

El caldo bordelés fue recomendado por primera vez en 1895, después de haber comparado su efecto “deletéreo” sobre uredosporas de *H. vastatrix* bajo condiciones de laboratorio.

2.2.1.7.2 Caldo bordelés

Durante varios siglos, muchas sales de cobre han sido empleadas para controlar numerosas enfermedades en las plantas cultivadas. Aunque, en las casas comerciales agropecuarias, los agricultores pueden encontrar una serie de formulaciones cúpricas, nuestro objetivo es dar o facilitar algunos conocimientos o herramientas para que los campesinos vuelvan a utilizar esta fórmula a base de cobre, como lo es el caldo bordelés, tradicionalmente

preparada por ellos, de bajo costo y considerada mundialmente con propiedades excepcionales o superiores, comparadas con las prescripciones industrialmente recetadas. El Caldo Bordelés, fue utilizado desde tiempos antiguos por los campesinos para proteger sus cultivos de numerosas enfermedades.

Tiene como referencia su primera utilización en 1882 en Francia y en 1885, el fitopatólogo francés Alexis Millardet, anuncio, el éxito obtenido mediante el uso de la mezcla de sulfato de cobre y cal, como “fungicida”. El valor de este nuevo “fungicida”, llamado «caldo bordelés» por haberse originado en el poblado de Burdeos, fue establecido rápidamente, e inmediatamente también, vinieron los mejoramientos de la fórmula primitiva y luego en cada lugar empezaron a aplicarse fórmulas diversas, de acuerdo con los cultivos y el éxito obtenido.

Materiales para preparar 20 litros de caldo bordelés

- ✓ 20 litros de agua, que no contenga cloro. Se recomienda utilizar agua de un arroyo limpio o agua lluvia.
- ✓ 200 gramos de sulfato de cobre
- ✓ 200 gramos de cal de construcción
- ✓ 2 baldes plásticos de 5 litros cada uno (ni rojo, ni amarillo)
- ✓ 1 caneca plástica de 20 litros (ni roja, ni amarilla) Preparación del caldo bordelés
- ✓ Deposite en uno de los baldes 2 litros de agua y disuelva el sulfato de cobre. Si se utiliza agua tibia, la dilución es más rápida.
- ✓ En el otro balde deposite la cal, agregue un poco de agua y forme una pasta.
- ✓ En el balde en el cual preparó la pasta de cal, agregue agua hasta completar 5 litros y disuelva bien utilizando una vara de madera, no lo haga directamente con la mano.
- ✓ En la caneca de 20 litros deposite la solución de cal y luego sobre esta la solución de sulfato de cobre y disuelva bien. Nunca deposite la cal sobre el sulfato de cobre.
- ✓ Complete con agua la capacidad de la caneca de 20 litros y revuelva muy bien con vara de madera, no lo haga directamente con la mano.

- ✓ Realice prueba de acidez, sumergiendo un machete durante 3 minutos en el caldo y luego airéelo y obsérvelo. Si el machete se nota oxidado se debe a que el caldo esta ácido, por lo cual debe agregar mas cal y hacer nuevamente la prueba.
- ✓ Cuele muy bien antes de aplicar.

Como utilizar el caldo bordelés

- ✓ El caldo bordelés se utiliza como fungistático para el manejo de enfermedades como: antracnosis, roya, mildew, cenicilla, esclerotinia, cercospora, alternaria, phytophthora, septoriosis.
- ✓ El caldo bordelés tiene principios acaricidas y se comporta como repelente de algunos coleópteros.
- ✓ El caldo bordelés contribuye al equilibrio nutricional de las plantas.
- ✓ Para cultivos de liliáceas como cebolla, ajo o puerro, disuelva 3 partes de caldo en 1 parte de agua.

2.2.1.7.3 Caldo visosa

El caldo visosa, es un caldo mineral que, a pesar de haber sido ensayado en el campo con mucha anterioridad y con buenos resultados por el profesor JoaoDa Cruz Filho, titular del departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Vinosa en el Brasil, sólo apareció oficialmente publicado extrauniversidad, el 12 de mayo de 1982 en Visosa.

Este preparado o caldo mineral que inicialmente fue lanzado públicamente como un novedoso funguicida para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), ha sido adaptado por los agricultores en muchos países para su aplicación, no solo en sus cafetales sino en otros cultivos como las hortalizas y los frutales.

El caldo visosa, al mismo tiempo que controla con eficiencia algunas enfermedades de las plantas cultivadas, enriquece a los vegetales con algunos micronutrientes, con repercusiones altamente positivas en la producción. Un equipo de profesores de fitopatología, fitotecnia y suelos, del centro de ciencias agrarias de Vinosa, comprobaron los efectos benéficos del caldo visosa que, fuera de controlar la roya y la cercospora del café,

redujo significativamente la ocurrencia del minador de la hoja. Además de estos aspectos, hubo correcciones de deficiencias minerales, lo que retardó la caída de las hojas y mantuvo las plantas más vigorosas para la producción del año siguiente.

Finalmente los profesores concluyeron que el caldo visoso fue superior a los funguicidas a base de oxiclورو de cobre y bayleton, en los aspectos de la eficiencia de su acción funguicida y en el aumento de productividad, aparte de constituirse en un producto más barato en las manos de los productores.

Ingredientes y materiales para preparar 20 litros de caldo visoso

- ✓ 100 gramos de sulfato de cobre.
- ✓ 100 gramos de cal hidratada.
- ✓ 125 gramos de sulfato de zinc.
- ✓ 80 gramos de sulfato de magnesio.
- ✓ 80 gramos de bórax.
- ✓ 2 recipientes plásticos (canecas) con capacidad mínima de 20 litros que, no sean ni rojas, ni amarillas.
- ✓ 1 vara de madera para revolver la mezcla.
- ✓ 20 litros de agua, que no contenga cloro. Se recomienda utilizar agua de un arroyo limpio o agua lluvia.

Preparación del caldo visoso

- ✓ Deposite en uno de los recipientes 10 litros de agua y disuelva en esta los sulfatos de cobre, zinc, magnesio y bórax, revolviendo bien con la vara de madera, no revuelva directamente con la mano.
- ✓ En el otro recipiente deposite los otros 10 litros de agua y disuelva en esta la cal, revolviendo bien con la vara de madera.

- ✓ Luego mezcle el contenido del primer recipiente, es decir de aquel en el cual revolvió los sulfatos de cobre, zinc, magnesio y el bórax, con el del otro recipiente y revuelva constantemente con la vara de madera. Tenga cuidado de depositar el contenido del primer recipiente sobre el contenido del segundo y nunca al contrario.

Como utilizar el caldo visosa

- ✓ El caldo visosa se utiliza en el manejo de enfermedades producidas por hongos como: roya, sigatoka, antracnosis, mildew, cenicilla, esclerotinia, ergospora, alternaria, phytophthora, septoriosis, en cultivos como café, plátano y banano, hortalizas y frutales.
- ✓ El caldo visosa es excelente para proteger el café de la roya.
- ✓ El caldo visosa tiene principios acaricidas y se comporta como repelente de algunos coleópteros.
- ✓ El caldo visosa contribuye al equilibrio nutricional de las plantas.
- ✓ Para manejo en hortalizas de fruto como tomate, pimentón, ají y hortalizas de hoja, como repollo, coles, lechuga, acelga aplique el caldo visosa, como preventivo, cada 15 a 20 días utilizando un litro de caldo visosa por litro de agua, o sea una parte de caldo mezclada con una parte de agua. Para utilizar el caldo visosa en zanahoria espere que las plantas tengan 10 centímetros de altura. No aplique caldo visosa en ninguna hortaliza en época de la floración (en esa época cámbielo por caldo sulfocálcico).

Para mayor seguridad en café, la primera aplicación debería hacerse con un fungicida sistémico para controlar la infección primaria y las que se hayan producido en las hojas jóvenes antes de junio. La segunda aplicación podrá hacerse posteriormente con toda seguridad, con un fungicida a base de cobre, entre 45 días y dos meses después de la primera aplicación (Avelino et al., 1991).

2.2.1.8 Fungicidas sistémicos

Además de los cúpricos, también se ha investigado diferentes productos sistémicos de acción curativa. Aunque estos productos constituyen una alternativa eficiente para el control

de la enfermedad, su alto costo los ha convertido en productos inaccesibles para la mayoría de productores.

Se ha visto que las aplicaciones de sistémicos, cuando la presión de la infección es baja, dan buenos resultados contra la roya anaranjada con dosis relativamente bajas, 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 cepas resistentes y prolonga la vida del producto (Avelino et al., 1991).

2.2.1.9 CONTROL BIOLÓGICO

De manera natural, se observa que en pústulas de roya, aparecen como parásitos *Verticilliumhemileia* y *Cladosporiumhemileia* (Chalfoun, 1997).

2.2.1.9.1 Uso de *Verticillium* sp.

Recientes estudios demostraron que sobre las uredosporas del hongo *H. vastatrix*, se desarrollaba un hongo que llegaba a cubrir con un micelio blanco todo el soro y del que no se conoce su influencia en las posteriores lesiones que se manifiestan en las hojas atacadas por la roya. Una vez aislado este hongo, se identificó como perteneciente al género *Verticillium* sp, presentando unas características semejantes al *V. hemileiae*. Otro aspecto de importancia en los canales de “control” de este hongo, es que a la vista de los resultados logrados, se han obtenido respuestas semejantes de digestión de las uredosporas de varios tipos de royas. De ello se deduce que este hongo segrega una sustancia lítica que penetra las paredes celulares, con propiedades características de una enzima, responsable de la desintegración de las uredosporas de *Puccinia* sp., *Melampsora* sp. y *Hemileia* sp.

Observaciones realizadas sobre microcultivos de uredosporas en diferentes tiempos de incubación, demostraron que *V. hemileiae* se desarrollaba bien, utilizando como única fuente de alimento las uredosporas. Según los autores Leal y Villanueva a los tres días y a lo largo de los siguientes, el ataque se hizo más manifiesto, con liberación de parte del contenido interno y desaparición de la membrana, hasta llegar a los catorce días, en que no pudo

apreciarse resto alguno de las uredosporas. Así mismo, se pudieron observar que cuando se efectúan inoculaciones pulverizando esporas de *V. hemileiae* sobre plantas de café sanas, estas no sufren ataque alguno por parte de este hongo, lo cual asegura la falta de patogenicidad que el *Verticillium* ocasiona en la planta (Leal et al., 1962).

2.2.1.10 DESCRIPCIÓN DE LOS FUNGICIDAS QUÍMICOS A UTILIZAR

2.2.1.10.1 Azufre y cobre (Vigilante)

Acción fitosanitaria

La acción fitosanitaria de Micromins Vigilante es actuar como Fungicida nutriente.

Composición química- P/P

Azufre (S).....	50.00
Cobre (Cu).....	4.40
Ingredientes Inertes.....	45.60

Concentración

Contiene 745.28 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Densidad: 1.37 g / ml.

Propiedades de Vigilante

Vigilante es el fungicida nutriente de Stoller Chemical, a base de AZUFRE y COBRE, cuyas propiedades químicas son ampliamente conocidas; y que lo colocan en una posición muy importante en la producción y productividad agrícola, está registrado en EPA bajo el número 22555-3.

2.2.1.10.2 Tebuconazole (ATLAS® 25 EW)

Acción fitosanitaria

Atlas 25 EW es sistémico con acción curativa que inhibe la síntesis del ergosterol.

Composición química - P/V

Tebuconazole.....	25.00%
Ingredientes inertes	75.00%

Concentración

Contiene 250 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Densidad: 1.04 g/ml a 20°C.

Propiedades de ATLAS® 25 EW

ATLAS® 25 EW es un fungicida sistémico de largo efecto residual y con un amplio espectro de acción protectora, curativa y erradicante, que actúa en el control de enfermedades foliares en cereales.

2.2.1.10.3 Cyproconazole (ALTO® 10SL)

Acción fitosanitaria

ALTO® 10 SL es sistémico con acción curativa que inhibe la síntesis del ergosterol.

Composición química - P/V

Cyproconazole.....	08.90%
Ingredientes inertes	91.10%

Concentración

Contiene 100 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Densidad: 1.13 g/ml a 20°C.

Propiedades de ALTO® 10 SL

ALTO® 10 SL es un fungicida sistémico de largo efecto residual y con un amplio espectro de acción protectora, curativa y erradicante, que actúa en el control de enfermedades foliares.

2.2.1.10.4 CaO, MgO y SiO₂(Enlazador)

Enlazador contiene agentes oxidantes y neutralizantes que ejercen un control preventivo y curativo sobre distintos tipos de hongos, bacterias y otros microorganismos fitopatógenos.

El proceso de control se desarrolla cuando el producto entra en contacto con las esporas, la pared celular o con la estructura externa del patógeno, causando un letal y efectivo control mediante el proceso denominado oxidación química.

Los agentes oxidantes presentes en Enlazador a la vez destruyen los polisacáridos, proteínas y lípidos del sustrato que se constituyen en el medio que el hongo, bacteria o patógeno necesita para reproducirse.

Esto genera un control preventivo y curativo efectivo.

Elemento	% p/p
Agentes Oxidantes	15 %
Agentes Neutralizantes	15 %
Oxido de Calcio (CaO)	50 %
Oxido de Magnesio (MgO)	10%
Oxido de Silicio (SiO ₂)	10%
Formulación	Polvo Mojable

2.2.2 MARCOREFERENCIAL

2.2.2.1 Características generales de la finca

Finca La Candelaria, está localizada a 4 kilómetros al sur del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez. En la finca se manejan las variedades: Catuaí, Bourbon, Caturra, Villa Sarchí y Catimor. Finca La Candelaria cuenta con las siguientes características climatológicas, coordenadas geográficas, así como las zonas de vida según Holdridge.

Altitud: 900 msnm. **Precipitación pluvial:** 1,318 mm/año.

Temperatura: 13 – 25 °C **Humedad relativa:** 61 – 82%

Origen de suelo: Volcánico. **Latitud:** 14°33'24'' Norte.

Longitud: 91°47'44'' Oeste.

Zona de vida: Bosque húmedo montano bajo, subtropical



Figura 4 Ubicación del ensayo de evaluación de fungicidas para el control de roya.

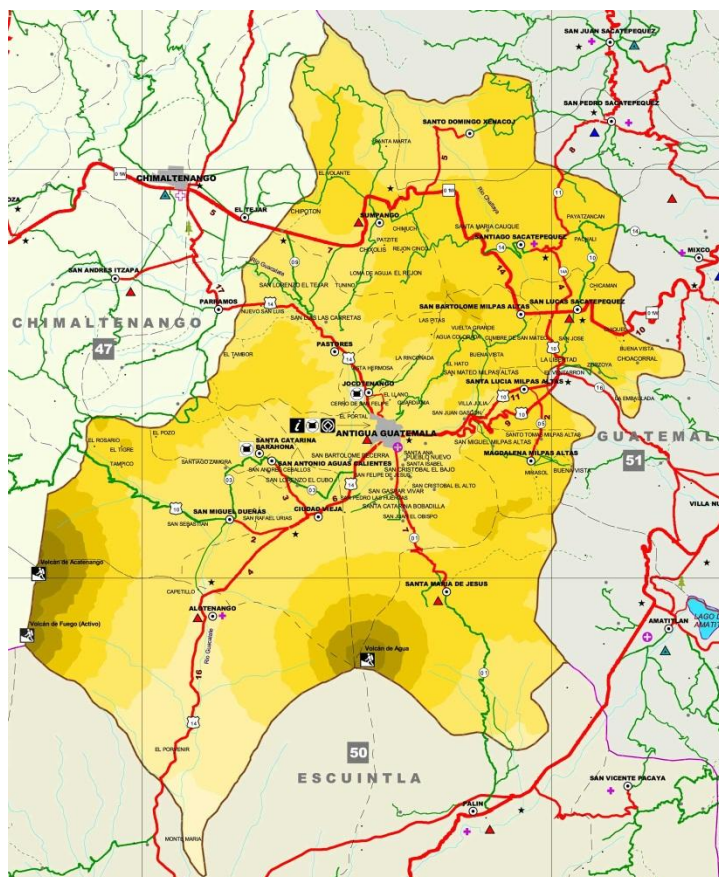


Figura 5 Mapa del departamento de Sacatepequez

2.2.2.2 Características específicas del ensayo

Altitud :	1500 msnm
Variedad de café:	Bourbón 300
Distanciamiento de siembra:	1m x 1.90 m
Edad de la plantación:	5 años
Suelo :	Origen volcanico
Tipo de sombra:	Gravilea

Según el administrador de la finca Franklin, la enfermedad de la roya a causado daños severos en los últimos años desde el 2010 hasta la actualidad, sin embargo mediante un programa fitosanitario que utilizan en la finca han podido reducir significativamente el daño de la enfermedad, el programa fitosanitario consta de 6 aplicaciones de fungicidas sistémicos del grupo químico de los triazoles, debido al porcentaje de infección los cobres ya no son

suficiente, las aplicaciones se realizan a cada 30 días entre aplicación iniciando en el mes de mayo.

Productos utilizados:

Cuadro 1 Productos utilizados para el control de roya.

Nombre comercial del producto	Ingrediente activo	Dosis / manzana
Alto 10 SL	Cyproconazole	280 cc
Duett 25 EC	Epoxiconazole + carbendazim	350 cc
Amistar Xtra 28 SC	Azoxystrobin + Cyproconazole	350 - 400 cc
Opus 15.5 SC	Epoxiconazole	280 cc
Caporal 25 DC	Triadimenol	350 - 500 cc

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

- Evaluar diferentes fungicidas para controlar la roya del café.

2.3.2 Específicos

- Evaluar el efecto de los fungicidas de contacto y sistémicos para el control de la roya del café.
- Analizar en tiempo y espacio el comportamiento de la roya bajo el efecto de los diferentes fungicidas.

2.4 HIPÓTESIS

- Se espera que el tratamiento Cyproconazole sea el más eficaz y efectivo en el manejo de las epidemia de roya del café.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Diseño

El diseño que se utilizó en esta investigación fué el de bloques completos al azar. Dadas las condiciones bajo las que se realizó el ensayo de relativa heterogeneidad de las parcelas, en función de la distribución natural de la enfermedad y limitantes propias de la topografía del terreno, se estableció una parcela para cada tratamiento.

En el diseño completamente al azar las unidades experimentales son relativamente homogéneas con respecto a factores que afectan la variable de respuesta. Sin embargo, algunas veces no tenemos disponible suficiente número de unidades experimentales homogéneas. Cualquier factor que afecte la variable de respuesta y que varíe entre unidad experimentales aumentará la varianza del error experimental y disminuirá la precisión de las comparaciones.

El diseño que se utilizó en esta investigación fué el de bloques al azar, nuestro objetivo fué tener comparaciones precisas entre los tratamientos bajo estudio. Por tal razón se utilizarán los bloques para reducir y controlar la varianza del error experimental que provoca el declive del terreno.

2.5.2 El modelo estadístico

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

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental en la unidad j del tratamiento i

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

Los efectos de tratamientos y bloques son aditivos. La aditividad significa que no hay interacción entre tratamientos y bloques. Es decir, la relación entre los tratamientos es la misma en cada uno de los bloques.

2.5.3 Hipótesis estadística

Ha: Al menos uno de los fungicidas, mostrara diferencia significativa del resto en cuanto a el control de la roya del café.

Ho: Todos los tratamientos tienen la misma eficiencia y efectividad en el manejo de la epidemia de roya del café.

2.5.4 Selección e identificación de las parcelas

Se delimitaron 21 parcelas de 4 surcos y 10 plantas cada una, en cada parcela se dejo 1 surcos de borde tanto en la parte superior de la parcela como en la parte inferior, y 2 plantas de borde entre cada parcela, de esta manera obtuvimos una parcela neta de 2 surcos y de 8 plantas de café cada una. Debido a las condiciones del área experimental, se establecieron tres repeticiones de cada tratamiento.

2.5.5 Diseño de la parcela experimental



Figura 6 Parcela experimental.

2.5.6 Diseño gráfico del experimento en bloque quebrado.



Figura 7 Diseño gráfico del experimento en bloque quebrado

Seleccionadas las parcelas se procedió a delimitarlas, para esto se utilizó pintura en aerosol marcando en cada uno de los extremos de la parcela, además se contó con un rotuló para el ensayo en donde se detallaron las diferentes aplicaciones y el producto utilizado.

Además se marcaron 2 bandolas en cada una de las plantas de la parcela, estas identificadas como B1 (en la parte alta) y B2 (en la parte baja), para esto se utilizó tiras de nylon de color rojo las cuales se ataron en cada una de las bandolas.

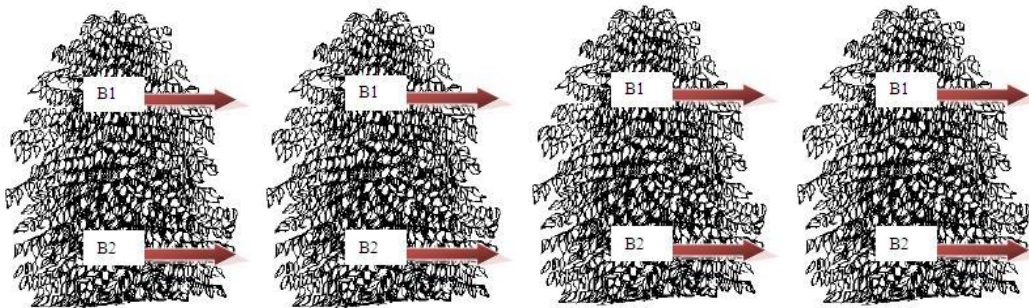


Figura 8 Bandolas identificadas en la parte alta B1 y en la parte baja B2 de la planta.

2.5.7 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación alternada de fungicidas tanto sistémicos como de contacto, los cuales se aplicaron en los meses de mayo, junio, julio y septiembre.

El tratamiento 1 es el testigo absoluto el cual no tuvo ninguna aplicación, el tratamiento 2 contenía el producto que contiene azufre + cobre, el tratamiento 3 contenía los productos Tebuconazole y Azufre + Cobre, el tratamiento 4 contenía el producto Tebuconazole, el tratamiento 5 contenía los productos Azufre + Cobre y Cyproconazole, el tratamiento 6 contenía el producto Cyproconazole y el tratamiento 7 contenía CaO, MgO y SiO₂ ; como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 2 Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Fungicida	Dosis	Epoca
T1 TESTIGO	Sin aplicación		
T2 VIGILANTE	Azufre + cobre	1 L/mz	Mayo, Junio, julio septiembre
T3 VIGILANTE A.	TEBUCONAZOLE	250 cc/mz	Mayo, Junio, julio septiembre
	Azufre + cobre	1L/mz	
T4 ATLAS	TEBUCONAZOLE	250 cc/mz	Mayo, Junio, julio septiembre
T5 ALTO V.	Azufre + cobre	1L/mz	Mayo, Junio, julio septiembre
	Cyproconazole	250 cc/mz	
T6 ALTO	Cyproconazole	250 cc/mz	Mayo, Junio, julio septiembre
T7 ENLAZADOR	CaO, MgO y SiO ₂	14 Kg/mz	Mayo, Junio, julio septiembre

2.5.8 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los diferentes tratamientos se efectuó con una aspersora de mochila la cual trabaja a 45 psi y con una boquilla de doble abanico (Twinjet) TJ 6011003.

2.5.9 Lectura y cuantificación de la Roya del café

Las lecturas se efectuaron a cada 15 días a partir del mes de mayo 2012, para obtener un total de 13 lecturas al final de la investigación.

Para realizar las lecturas se seleccionaron 16 plantas en cada parcela, y se tomaron los datos en las 2 ramas (bandolas) identificadas como B1 (en la parte alta) y B2 (en la parte baja).

En dichas ramas se realizó conteo de hojas maduras, hojas nuevas, y hojas con la presencia de lesiones de inóculo primario e inóculo secundario de roya.

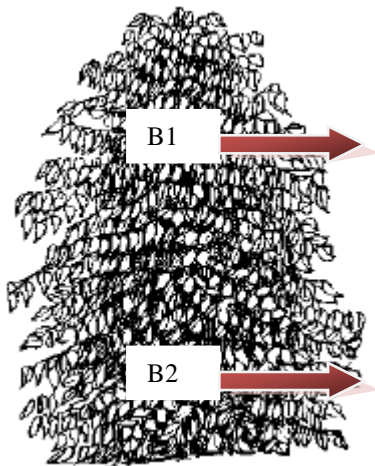


Figura 9 Ubicación de las bandolas en la planta de café.

2.5.10 Boletas utilizadas para la toma de datos.

ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ
PROGRAMA DE PROTECCION VEGETAL

EVALUACION DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE ROYA EN FINCA LA CANDELARIA

BLOQUE _____

		PARCELA 1																											
		BANDOLA ALTA							BANDOLA BAJA							BANDOLA ALTA							BANDOLA BAJA						
SV	SURCO 1	SV	HN	HV	HR	HA	HP	HF	HN	HV	HR	HA	HP	HF	SURCO 2	SV	HN	HV	HR	HA	HP	HF	HN	HV	HR	HA	HP	HF	SV
	P1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	P2 - B1														P2 - B1														
	P3 - B2														P3 - B2														
	P4 - B3														P4 - B3														
	P5 - B4														P5 - B4														
	P6 - B5														P6 - B5														
	P7 - B6														P7 - B6														
	P8 - B7														P8 - B7														
	P9 - B8														P9 - B8														
	P10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

	ESTRATO
APICAL	
MEDIO	
BASAL	

		PARCELA 2																											
		BANDOLA ALTA							BANDOLA BAJA							BANDOLA ALTA							BANDOLA BAJA						
SV	SURCO 1	SV	HN	HV	HR	HA	HP	HF	HN	HV	HR	HA	HP	HF	SURCO 2	SV	HN	HV	HR	HA	HP	HF	HN	HV	HR	HA	HP	HF	SV
	P1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	P2 - B1														P2 - B1														
	P3 - B2														P3 - B2														
	P4 - B3														P4 - B3														
	P5 - B4														P5 - B4														
	P6 - B5														P6 - B5														
	P7 - B6														P7 - B6														
	P8 - B7														P8 - B7														
	P9 - B8														P9 - B8														
	P10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

	ESTRATO
APICAL	
MEDIO	
BASAL	

Figura 10 Boletas para la toma de datos

2.5.11 Lectura y cuantificación de la defoliación

Las lecturas de defoliación fueron tomadas en campo, la primer lectura se tomó antes de la primera aplicación, se hizo un conteo del total de hojas que tenían las bandolas identificadas como B1 (en la parte alta) y B2 (en la parte baja) de las plantas marcadas en cada parcela.

2.5.12 Lectura de incidencia y severidad por planta

Para las lecturas de incidencia y el nivel de severidad de roya se utilizó la escala de nivel de severidad propuesta en Anacafé.

Nivel 0 :Planta sana

Nivel 1 : Presencia de la enfermedad

Nivel 2 : Presencia de la enfermedad en varios estratos (alto, medio y bajo)

Nivel 3: presencia de la enfermedad en varios estratos e inicio de la defoliación.

Nivel 4 : Abundancia en todos los estratos y defoliación severa de la planta

Nivel 5: Defoliación total y muerte de la planta.

2.5.13 Variables efecto de medición

- Incidencia de la Roya del café por planta en cada parcela.
- Severidad de la Roya del café por planta en cada parcela.
- Defoliacion causada por la enfermedad.

2.5.14 Análisis de la información

Para el análisis temporal de las lecturas realizadas en campo se elaboraron gráficas mensuales, con ayuda del programa Excel y además se elaboraron mapas de monitoreo en el programa surfer.

2.5.15 ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL EXPERIMENTO

- El plantiamiento del experimento se realizó en los meses de febrero y marzo del 2012.
- El montaje del ensayo fué llevado acabo en la segunda semana el mes de abril.
- La aplicación de los tratamientos inició con la primera, en la primera semana de mayo, la segunda la primera semana de junio, la tercera la primera semana de julio y la cuarta y última aplicación se efectuó la primera semana de septiembre, para un total de cuatro aplicaciones.
- El levantado de datos se realizó cada 15 días iniciando en el mes de mayo y finalizando en el mes de noviembre.
- El análisis parcial de los datos se realizó mensualmente iniciando desde el mes de mayo hasta finalizar en el mes de noviembre.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados y la discusión, obtenida del análisis de datos generados durante la evaluación de los diferentes tratamientos de fungicidas para el control de roya.

2.6.1 Análisis de área bajo la curva para hojas con roya totales

Para la integración del análisis foliar en función del período de evaluación, se analizó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, comparando el número total de hojas con roya por tratamiento, tenemos que aunque no se aprecia una diferencia altamente significativa, sí se aprecia una tendencia en ésta variable, cabe destacar que el uso de fungicidas de contacto favorece la permanencia de hojas luego de su infección, a continuación se presenta el análisis de varianza correspondiente, se acota que la variable área bajo la curva de hojas con roya se acumuló por tratamiento para todas las fechas de análisis.

2.6.2 Análisis de la varianza para ABC para hojas con roya totales

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ABCPE	21	0.90	0.83	44.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	291927.83	8	36490.98	13.14	0.0001
TRATAMIENTO	37348.49	6	6224.75	2.24	0.1103
REPETICION	254579.34	2	127289.67	45.84	<0.0001
Error	33318.34	12	2776.53		
Total	325246.17	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0.10 DMS=76.68018

Error: 2776.5281 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ENLAZADOR	203.83	3	30.42 A
VIGILANTEA.	145.08	3	30.42 A B
VIGILANTE	127.97	3	30.42 A B
ALTO V.	114.14	3	30.42 B
ATLAS	87.19	3	30.42 B
TESTIGO	77.58	3	30.42 B
ALTO	77.27	3	30.42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.10$)

Como podemos observar en el análisis anterior se nota una tendencia entre los tratamientos, aunque la diferencia no es significativa, los tratamientos de fungicida sistémicos (Alto 10 SL) cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole son los que obtuvieron las áreas bajo la curva más bajas de hojas con presencia de roya, seguidamente podemos notar que el tratamiento

(Enlazador) CaO, MgO y SiO₂ es el que obtuvo el mayor número de área bajo la curva de hojas con roya lo que nos indica que dicho producto no cumplió su función para el control de roya.

2.6.3 Análisis de varianza para la defoliación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ABCPE	21	0.51	0.18	10.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2391107.14	8	298888.39	1.56	0.2358
TRATAMIENTO	1944557.14	6	324092.86	1.69	0.2071
REPETICION	446550.00	2	223275.00	1.16	0.3453
Error	2303250.00	12	191937.50		
Total	4694357.14	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0.10 DMS=637.54672

Error: 191937.5000 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
ATLAS	4415.00	3	252.94	A	
ENLAZADOR	4410.00	3	252.94	A	
ALTO	4330.00	3	252.94	A	
TESTIGO	4060.00	3	252.94	A	B
VIGILANTE	3875.00	3	252.94	A	B
ALTO V.	3680.00	3	252.94		B
VIGILANTE A.	3675.00	3	252.94		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.10$)

Como podemos observar en el análisis anterior se nota una tendencia entre los tratamientos, aunque la diferencia no es significativa, los tratamientos de fungicidas alternados entre sistémico y contacto como lo son el tratamiento (Vigilante A.) que incluye Azufre + Cobre y Tebuconazole y el tratamiento (Alto V.) que incluye Azufre + Cobre y Cyproconazole muestran una menor área bajo la curva, seguido del tratamiento (Vigilante) el cual incluye fungicida de contacto Azufre + Cobre.

2.6.4 Análisis de incidencia y severidad

En el cuadro 3, podemos observar el área bajo la curva tanto de incidencia como de severidad de los diferentes tratamientos, además podemos notar que el tratamiento con menos área bajo la curva es el tratamiento de (Alto 10 SL) cyproconazole siendo este un fungicida sistémico, también se observa que los tratamientos con mayor área bajo la curva son los fungicidas de contacto siendo estos: (Enlazador) CaO, MgO y SiO₂ Y (Vigilante) Azufre + Cobre.

Cuadro 3 Área bajo la curva acumulada de severidad e incidencia de roya por tratamiento.

TRATAMIENTO	SEVERIDAD	INCIDENCIA
ALTO Cyproconazole	7432.47	56046.50
ATLAS Tebuconazole	12758.42	63751.08
VIGILANTE A. Azufre + cobre y Tebuconazole	18636.17	75967.50
ALTO V. Cyproconazole y Azufre + Cobre	20488.67	95217.08
TESTIGO	21079.96	100692.08
VIGILANTE Azufre + Cobre	21480.08	96423.17
ENLAZADOR CaO, MgO y SiO ₂	24608.75	107473.17

Las diferencias pueden apreciarse en términos absolutos, sin embargo se realizó un análisis gráfico además de un análisis de varianza y análisis múltiple de medias según Friedman como se muestra a continuación.

A continuación se presenta el análisis de varianza no paramétrico según Friedman para la incidencia y severidad, al momento de finalizar las lecturas, 182 días luego de iniciado el trabajo.

Prueba de Friedman

ALTOS	ALTOVS	ATLASS	ENLAZADORS	TESTIGOS	VIGILANTES	VIGILANTEAS	T ²	p
3.13	4.50	3.22	4.39	4.26	4.16	4.34	17.12	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 46.090

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
ALTOS	376.00	3.13	120	A
ATLASS	386.50	3.22	120	A B
VIGILANTES	499.00	4.16	120	C
TESTIGOS	511.00	4.26	120	C
VIGILANTEAS	521.00	4.34	120	C
ENLAZADORS	527.00	4.39	120	C
ALTOVS	539.50	4.50	120	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.050$)

Puede inferirse del análisis anterior que los tratamientos con el uso de fungicidas sistémicos son los mejores para el control de la roya del café, tanto para los indicadores incidencia como severidad, integrando esto al análisis foliar podemos inferir que el uso de fungicidas de contacto, si bien no ayudará a reducir significativamente los indicadores anteriores, tienen un efecto en reducir la defoliación, hecho que podría tener importancia en la actividad fisiológica y fotosintética de la planta.

2.6.5 Análisis Epidemiológico

2.6.5.1 Análisis foliar

Las hojas nuevas y las hojas maduras se presentan al inicio del análisis porque ambas son el complemento para el análisis del control de roya en los diferentes tratamientos.

2.6.5.2 Hojas nuevas

En la figura 9, se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas nuevas por bandola en el estrato alto, esta fracción del tejido foliar no es susceptible a la enfermedad y comprende en proporción una pequeña parte del área fotosintéticamente activa.

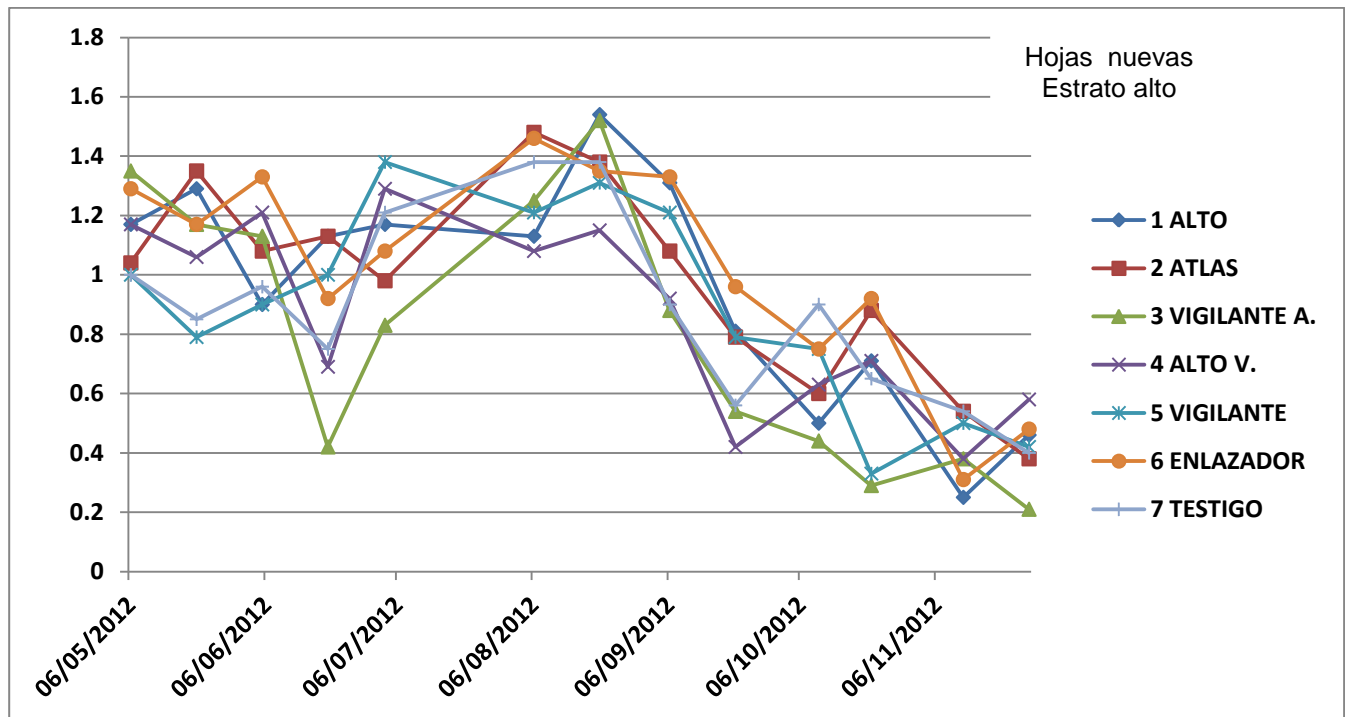


Figura 11 Curva de producción de hojas nuevas en el estrato alto.

En el 95% de las mediciones se cuantificaron entre 0 y 2 hojas nuevas por bandola. Podemos notar que al inicio de las lluvias, en el mes de mayo inició el crecimiento de este tejido, además podemos ver como disminuye el crecimiento en el mes agosto, hasta el mes de noviembre.

En la figura 10, se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas nuevas por bandola en el estrato bajo, ésta área cuenta con mayor proporción de tejido maduro, se evidencia a su vez menor crecimiento que en el estrato alto.

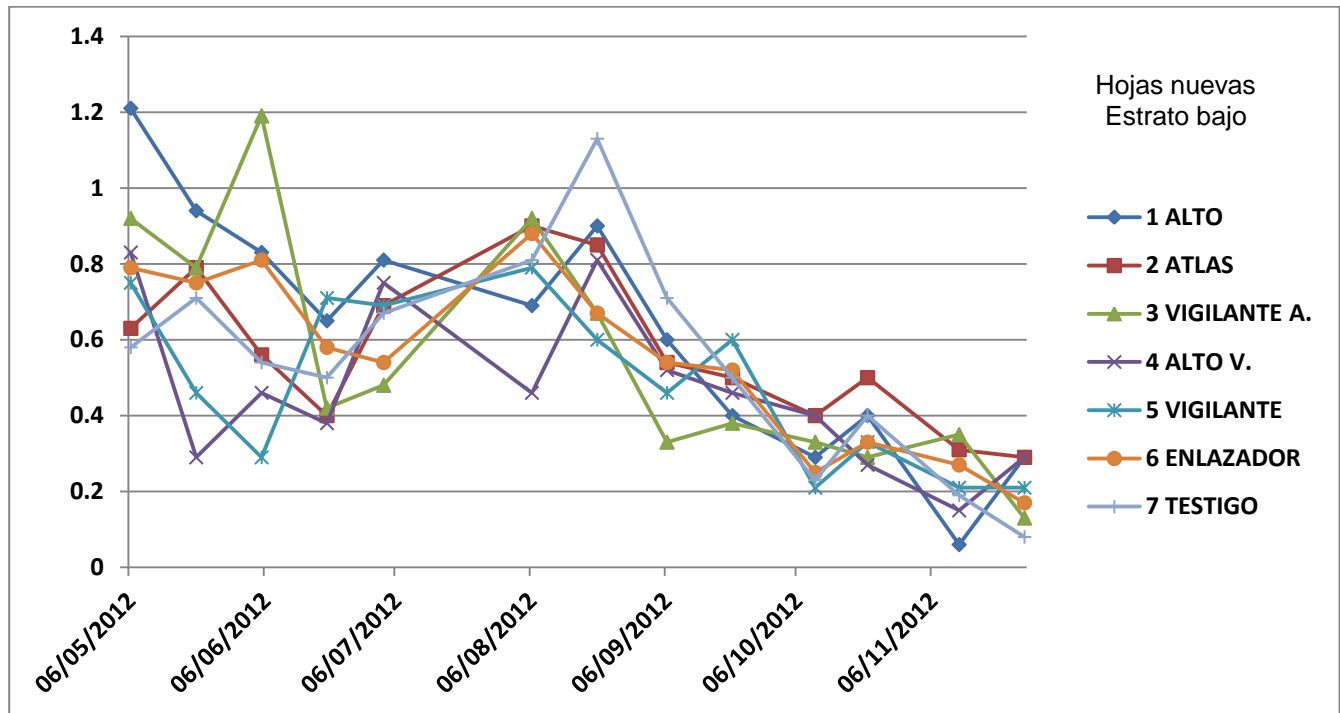


Figura 12 Curva de producción de hojas nuevas en el estrato bajo.

Como podemos observar el comportamiento del tejido nuevo en el estrato bajo es similar al estrato alto, sin embargo en esta parte de la planta el crecimiento comparado con la parte alta es menor, pero la mayoría de los tratamientos obtuvieron entre 0 y 2 hojas nuevas por bandola.

2.6.5.3 Hojas Maduras

En la figura 11, se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas maduras en el estrato alto, este tejido foliar es susceptible a la enfermedad y es aquí donde se comprende la mayor parte posible de área fotosintéticamente activa.

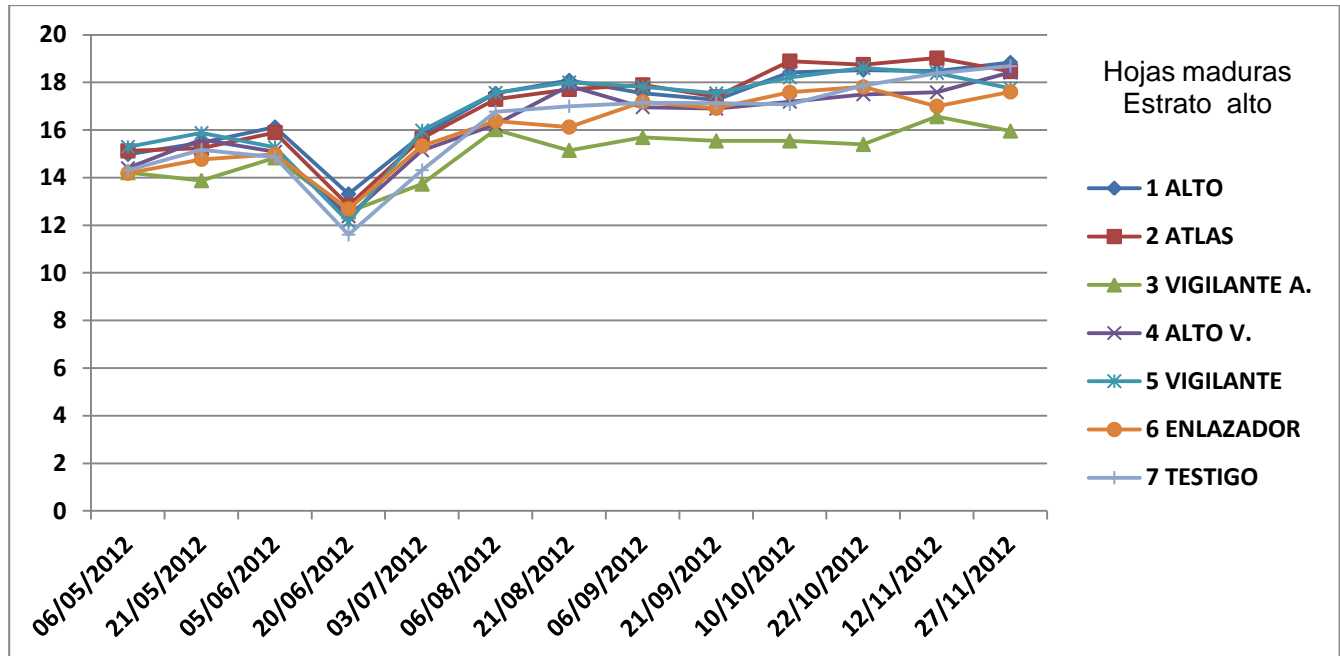


Figura 13 Curva de producción de hojas maduras en el estrato alto.

Puede evidenciarse que la proporción de hojas maduras/nuevas fué cercana a 10:1, de ahí la importancia de orientar la protección al tejido maduro y la necesidad de su conservación en la planta. Como podemos observar en la gráfica anterior, el comportamiento de los diferentes tratamientos fué similar en cuanto a el número de hojas maduras por bandola, existe una diferencia consistente para el período evaluado en ésta variable.

En la figura 12, se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas maduras por bandola en el estrato bajo, este tejido foliar es susceptible a la enfermedad, puede apreciarse la diferencia consistente en tiempo del número de hojas por bandola según tratamiento, a su vez éste estrato comprende el área que más tiempo ha estado infectada en la planta. La diferencia entre el número de hojas maduras en ambos estratos, es debido a que en el estrato alto la tendencia de la planta es a crecer, mientras que como se puede

observar en la gráfica del estrato bajo el número de hojas maduras decrece en función del tiempo, principalmente por la defoliación que causa la roya del café.

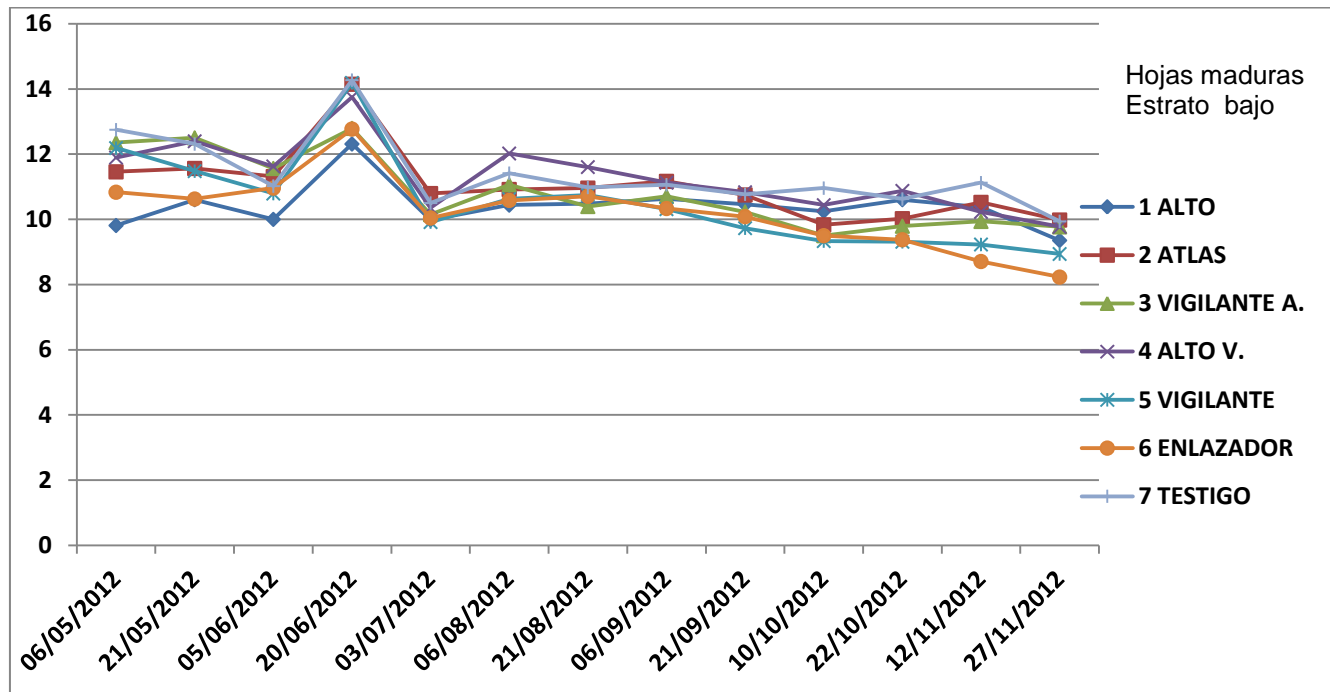


Figura 14 Gráfica de hojas maduras en el estrato bajo.

2.6.5.4 Hojas con Roya

En la figura 13 se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas con roya en el estrato alto.

En todos los casos se encontró roya en las hojas maduras.

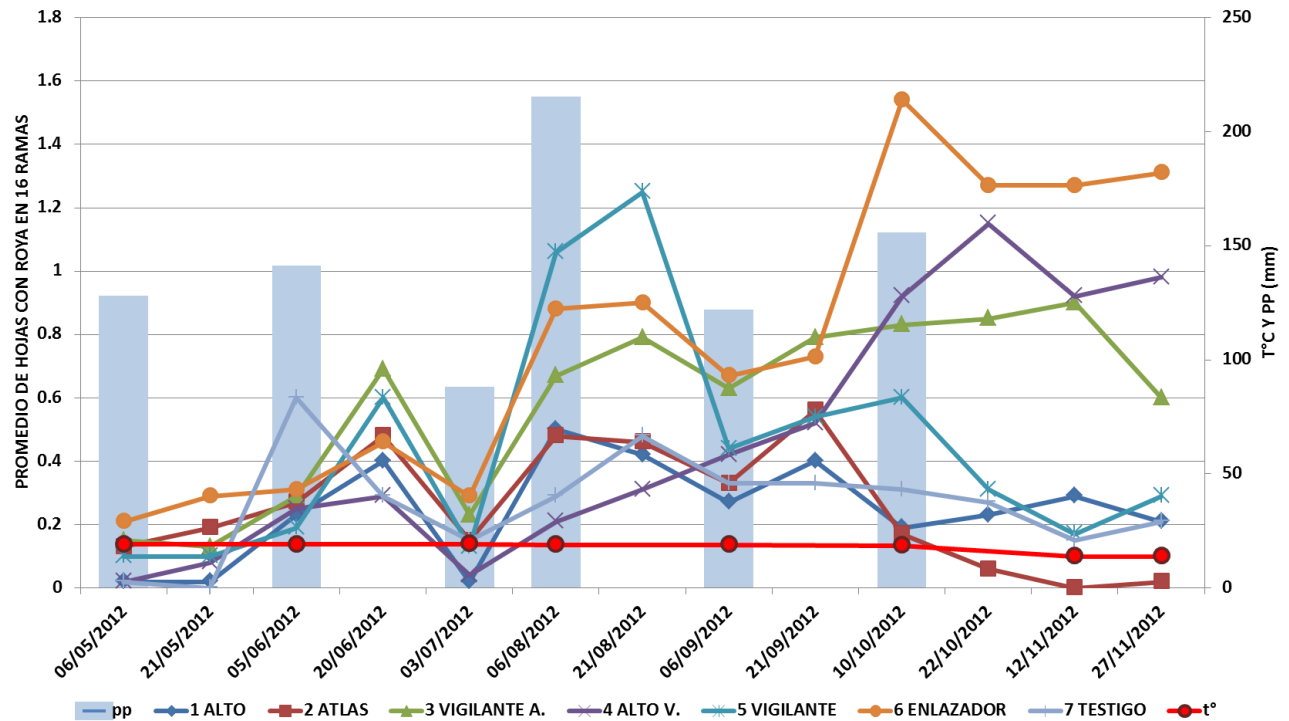


Figura 15 Curva del progreso de hojas con roya en el estrato alto.

Podemos observar que el comportamiento de los diferentes tratamientos es similar en los primeros meses, en el mes de julio el comportamiento empieza a notarse diferente, siendo el tratamiento (Enlazador)CaO, MgO y SiO₂ el que más hojas con roya presenta el resto de los meses, y la tendencia de los tratamientos fue a decrecer.

En la figura 14 se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de hojas con roya en el estrato bajo. En todos los casos se encontró roya en las hojas maduras y fué el estrato bajo el más infectado por la roya.

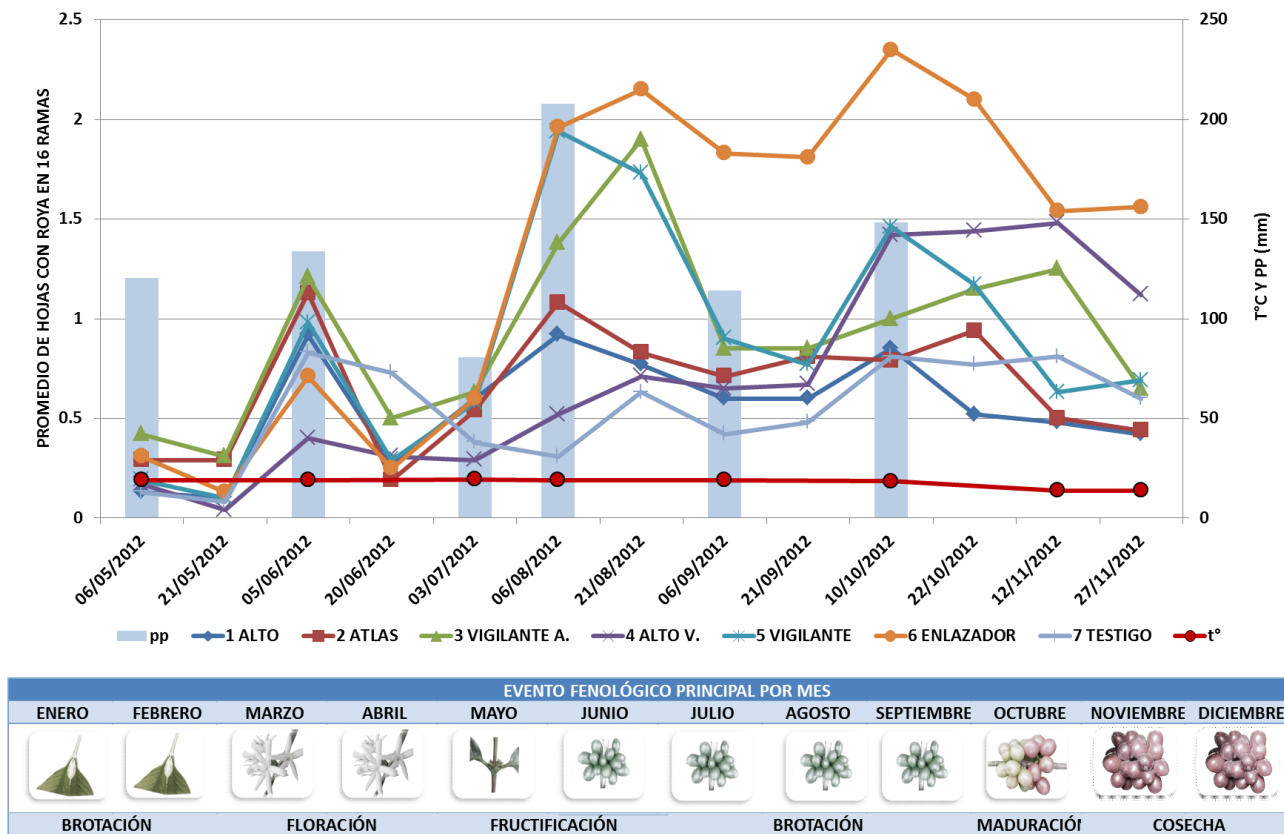


Figura 16 Curva del progreso de hojas con roya en el estrato bajo.

Debido a las condiciones favorables de humedad que posee el estrato bajo de la planta, se puede observar un incremento de hojas con roya al inicio de las lluvias mes de mayo, además podemos notar que el tratamiento (Enlazador) CaO, MgO y SiO₂ desde el mes de julio fué el que más hojas con roya obtuvo, esto se debe al efecto nutritivo compensatorio que tiene éste fungicida nutriente y a un “efecto” de retención de tejido infectado, como es notable los tratamiento Cyproconazole (Alto 10 SL) y el tratamiento Tebuconazole (Atlas 25 EW) son los que poseen el menor número de hojas con roya, lo cual nos indica que estos tratamientos son efectivos para el control de la enfermedad.

2.6.5.5 Gráfica de defoliación

A continuación podemos observar la gráfica obtenida del comportamiento de la defoliación de la planta en los diferentes tratamientos.

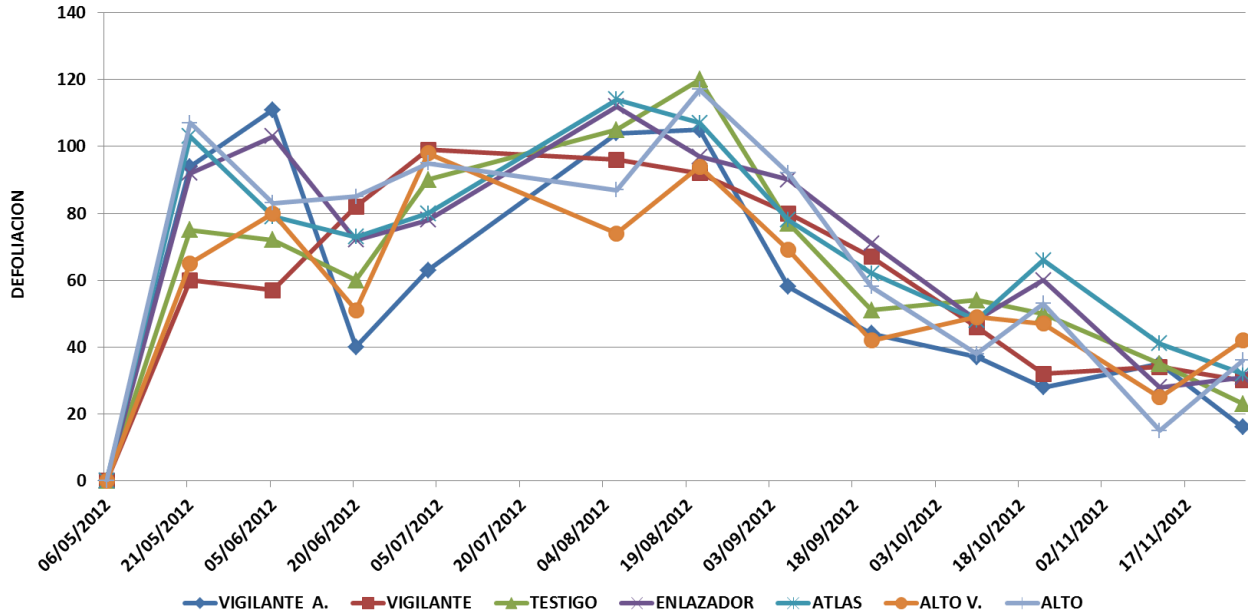


Figura 17 Curva de defoliación.

En la figura 15, podemos notar que el comportamiento para los diferentes tratamientos en cuanto a la defoliación es similar, sin embargo es notorio que los tratamientos alternos de fungicidas sistémico y de contacto como lo son el tratamiento (Vigilante A.) que incluye Azufre + Cobre y Tebuconazole y el tratamiento (Alto V.) que incluye Azufre + Cobre y Cyproconazole, son los que muestran una menor defoliación comparados con el testigo y el fungicida sistémico, (Atlas 25 EW) Tebuconazole.

2.6.5.6 Gráfica de incidencia

En la figura 16 podemos ver el comportamiento que tuvo la incidencia de la roya a lo largo de la evaluación de los diferentes tratamientos fungicidas.

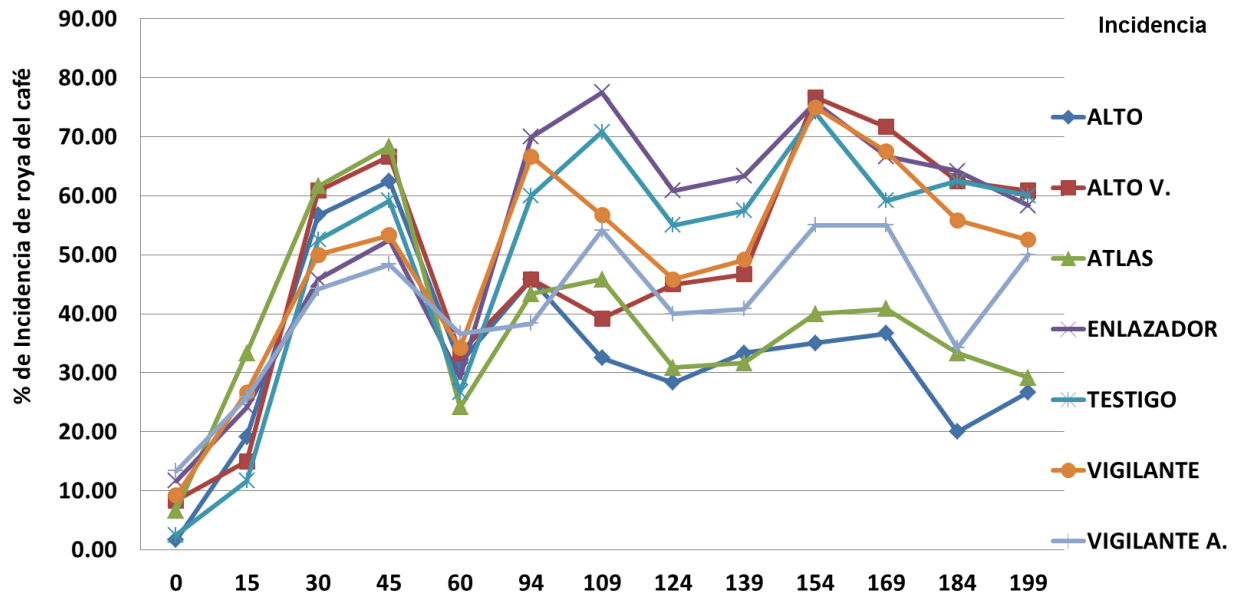


Figura 18 Curva de incidencia de roya del café.

La incidencia que muestran los tratamientos con fungicidas sistémicos (Alto 10 SL) Cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole es menor comparada con el resto de los tratamientos debido al hecho que tienen los triazoles en el control de la roya, podemos observar también que los tratamientos con productos de contacto como los son (Enlazador) CaO, MgO y SiO₂ y (Vigilante) Azufre + Cobre, muestran mayor incidencia debido a que pierden su efecto de control con niveles altos de infección.

2.6.5.7 Gráfica de severidad

En la figura 17 se muestra la severidad obtenida de los diferentes tratamientos fungicidas evaluados para el control de la roya.

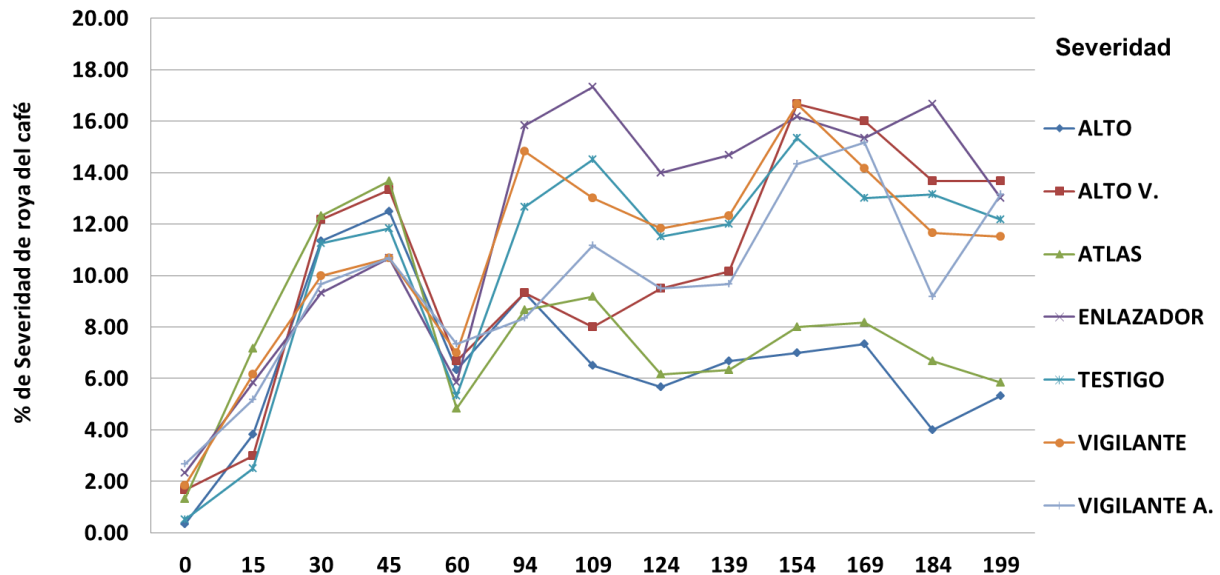


Figura 19 Curva de severidad de roya del café.

Los tratamientos con menor severidad son los tratamientos de fungicidas sistémicos, (Alto 10 SL) Cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole el resto de los tratamientos muestra un comportamiento similar, sin embargo el tratamiento de fungicida de contacto (Vigilante) Azufre + Cobre también muestran bajos niveles severidad.

2.6.5.8 Análisis espacial

En la figura 18 se presenta la distribución de la enfermedad, la cual durante el inicio del mes de lluvias mayo es aleatoria, en este mes se realizó la primera aplicación de fungicida ya que es cuando la enfermedad comienza su desarrollo, un mes después de lluvia, en el mes de junio segunda aplicación de fungicidas, podemos notar que existe mayor presencia de la enfermedad, mostrando esta una distribución uniforme para los dos tratamientos Cyproconazole (Alto 10 SL) y testigo con una tasa de incremento de 2.00, en el mes de julio

tercera aplicación de fungicidas; la distribución en la parcela testigo sigue siendo uniforme con una tasa de incremento de 2.67, comparada con el tratamiento Cyproconazole (Alto 10 SL), en donde la distribución de la enfermedad es aleatoria debido a la reducción de la infección por efecto del fungicida.

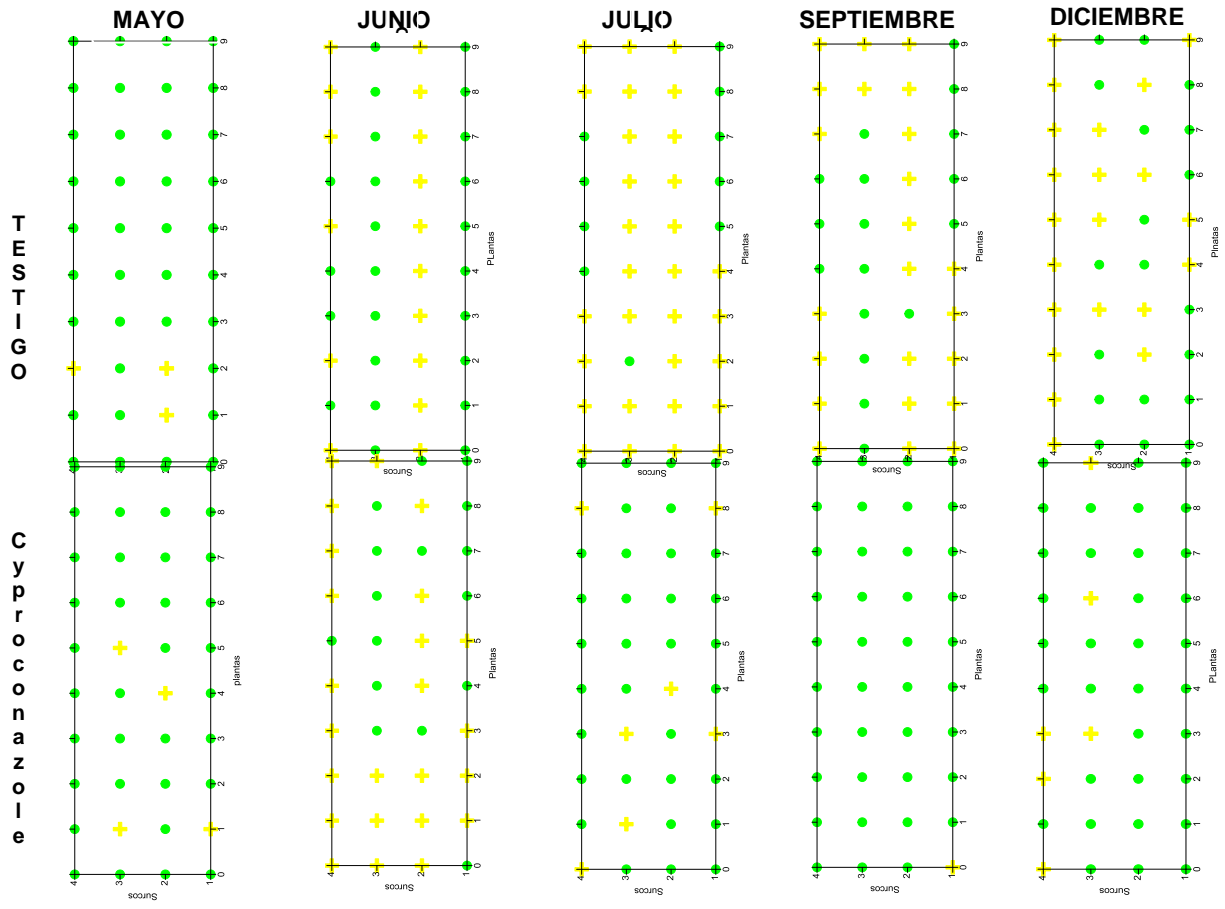
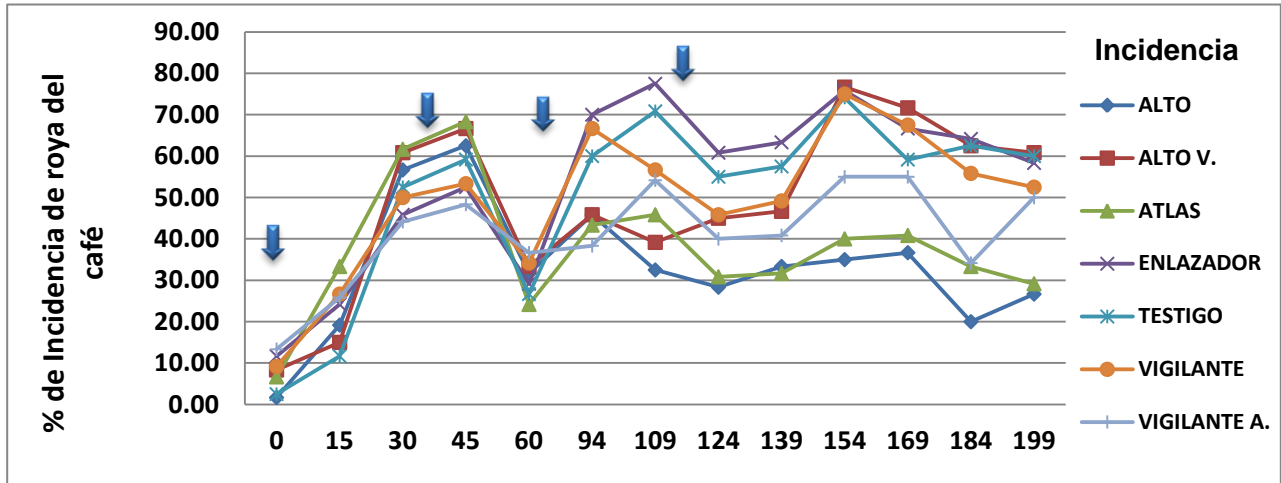


Figura 20 Análisis espacial de la evaluación de fungicidas para el control de roya del café

En el mes de septiembre cuarta aplicación, podemos ver que la distribución de la enfermedad en el tratamiento Cyproconazole (Alto 10 SL) es aleatoria y muy poca, comparada con el testigo el cual sigue siendo uniforme con una tasa de incremento de 0.17, para el mes de noviembre tenemos una distribución uniforme para el testigo con una tasa que decrece de -0.33, y para el tratamiento Cyproconazole (Alto 10 SL) una distribución aleatoria la cual la infección de la roya es muy baja, por lo tanto significa que el tratamiento efectivamente controla la enfermedad de la roya.

Como pudimos observar la tasa de incremento de la enfermedad se mantiene durante el tiempo y es hasta el mes de diciembre cuando estadecece, además observamos que la dispersión de la enfermedad según los índices de morisita y lloyd para el testigo es uniforme y para el tratamiento Cyproconazole (Alto 10 SL), es uniforme al inicio y cuando el fungicida muestra su efecto de control esta se reduce dando como resultado una distribución aleatoria.

2.7 CONCLUSIONES

1. Los dos tratamientos de fungicida sistémicos evaluados, (Alto 10 SL) Cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole demostraron ser los más efectivos para el control de laroya, reduciendo su incidencia y severidad, sin embargo los tratamientos de fungicidas alternados entre sistémico y contacto como lo son el tratamiento (Vigilante A.) que incluye Azufre + Cobre y Tebuconazole y el tratamiento (Alto V.) que incluye Azufre + Cobre y Cyproconazole, también obtuvieron control en cuanto a incidencia y severidad de la roya.
2. El comportamiento de la defoliación es muy similar en los diferentes tratamientos, sin embargo es notorio que los tratamientos de fungicidas alternados entre sistémico y contacto como lo son el tratamiento (Vigilante A.) que incluye Azufre + Cobre y Tebuconazole y el tratamiento (Alto V.) que incluye Azufre + Cobre y Cyproconazole, son los que muestran una menor defoliación comparados con el resto de los tratamientos en función del tiempo, además los índices de morisita y Lloyd muestran que la distribución de la roya del café sin tener ningún tipo de control, al inicio es aleatoria y con el transcurso del tiempo esta se desarrolla y su distribución pasa a ser uniforme.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso alterno de fungicidas sistémicos y de contacto ya que ambos fungicidas tiene un efecto positivo para el control de la roya.
2. El uso continuo de fungicidas sistémicos crea cierta resistencia de la roya hacia el fungicida por lo cual no se recomiendan las aplicaciones continuas de los mismos.
3. Se recomienda no utilizar únicamente fungicidas de contacto para el control de roya debido a que estos pierden su control cuando la infección de la roya es superior al 10 %.
4. Se recomienda utilizar (Enlazador)CaO, MgO y SiO₂ para mitigar la defoliación por efecto de roya, debido a que se comprobó el efecto positivo que éste tiene en la inducción del tejido nuevo para la planta,
5. Se recomienda utilizar la variable severidad para evaluar el efecto de tratamientos fungicidas en el control de roya debido a que es el indicador más preciso comparado con la incidencia.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar V, G. 1995. Variedad Costa Rica 95. San José, Costa Rica, ICAFE - Instituto del café de Costa Rica. 33 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 213 p.
3. _____. 2011. Exportaciones de café cosecha 2009 - 2010. Guatemala. 1 p.
4. Arroyo, T. 1975. Control biológico del ojo de gallo en el café causado por *Mycenacitricolor* en época seca. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 65 p.
5. Asturnatura Hongos.com. 2004. Hongos basidiomicetes: v. teliomycetes; royas y carbonos (en línea). US. Consultado 18 ene 2013. Disponible en <http://www.asturnatura.com/articulos/hongos/basidiomicetes-teliomycetes-uredinales-ustilaginales-royas-carbonos-rust.php>.
6. Avelino, J; Muller, R; Eskes, A; Santacreo, R; Holguín, F. 1991. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. *In* Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, Costa Rica, IICA. p. 193-241.
7. _____. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad: desafíos de la caficultura de Centroamérica. San José, Costa Rica, IICA. 99 p.
8. Bonilla, C; Rivera, J; Oseguera, S. 1984. Evaluación de diferentes programas de dispersión para el control químico de la roya del cafeto. *In* Simposio sobre Caficultura Latinoamerica (7, 1984, CR). San José, Costa Rica, IICA. p. 10-16.
9. Chalfoun, S. 1980. Importancia da chuva e da temperatura do ar na incidencia da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) Berk. & Br. em cafeeiros de tres localidades do estado de Minas Gerais. TesisMSc. Lavras, Brasil, Escola Superior de Agricultura de Lavras. 50 p.
10. CEDICAFE (ANACAFE, Centro de Investigaciones en Café, GT). 2010. Manejo integrado de la roya del café. Guatemala. 5 p.
11. CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café, CO). 1986. Descripción de especies y variedades de café. Caldas, Colombia. 26 p.

12. Cooperación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare, CO. 2012. Caldos minerales (en línea). Colombia. Consultado 5 mar 2013. Disponible en www.cornare.gov.co/crp/cartilla/CALDOS_MINERALES.pdf
13. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
14. La guía de Guatemala.com. 2005. Mapa de Sacatepéquez (en línea). Guatemala. Consultado 25 ene 2013. Disponible en <http://www.laguiadeguatemala.com/mapa.php?mapa=%20sacatepequez>
15. Leal, J; Villanueva, J. 1962. Digestion de uredosporas por *Verticilliumhemileiae*. Microbiología Española España 15(4):269-275.
16. Moreno, R. 2002. Nueva variedad de café de porte alto resistente a la roya del cafeto. Cenicafé 53(2):132-143.
17. _____. 2004. Obtención de variedades de café con resistencia durable a enfermedades, usando la diversidad genética como estrategia de mejoramiento. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 28(107):187-200.
18. Prakash, N; Marques, D; Varzea, V; Silva, M; Combes, M; Lashermes, P. 2004. Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *C. arabica* L. Theoretical and Applied Genetics 109(6):1311-1317.
19. PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, SV). 2011 Comportamiento de la roya del café durante los diferentes meses del año (en línea). El Salvador. Consultado 25 dic 2012. Disponible en <http://www.procafe.com.sv/menu/Investigacion/Roya.htm>
20. Rincón, G. 1991. Control biológico del volcamiento *Rhizoctonia solani* Kunh en semilleros de café con varios aislamientos de *Trichoderma* sp. Tesis Ing. Agr. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 101 p.
21. Rodríguez, M; Moreno, R. 2002. Supervivencia relativa de las razas II y XXII de *Hemileia vastatrix*. Cenicafé 53(3):252-265.
22. Silva, MDo; Varzea, V; Guerras, A; Gil, H; Fernández, D; Petitot, A; Bertrand, B; Lashermes, F; Nicole, M. 2006. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. Br. Journal Plant. Physiol. 18(1):119-147.

2.10 ANEXOS

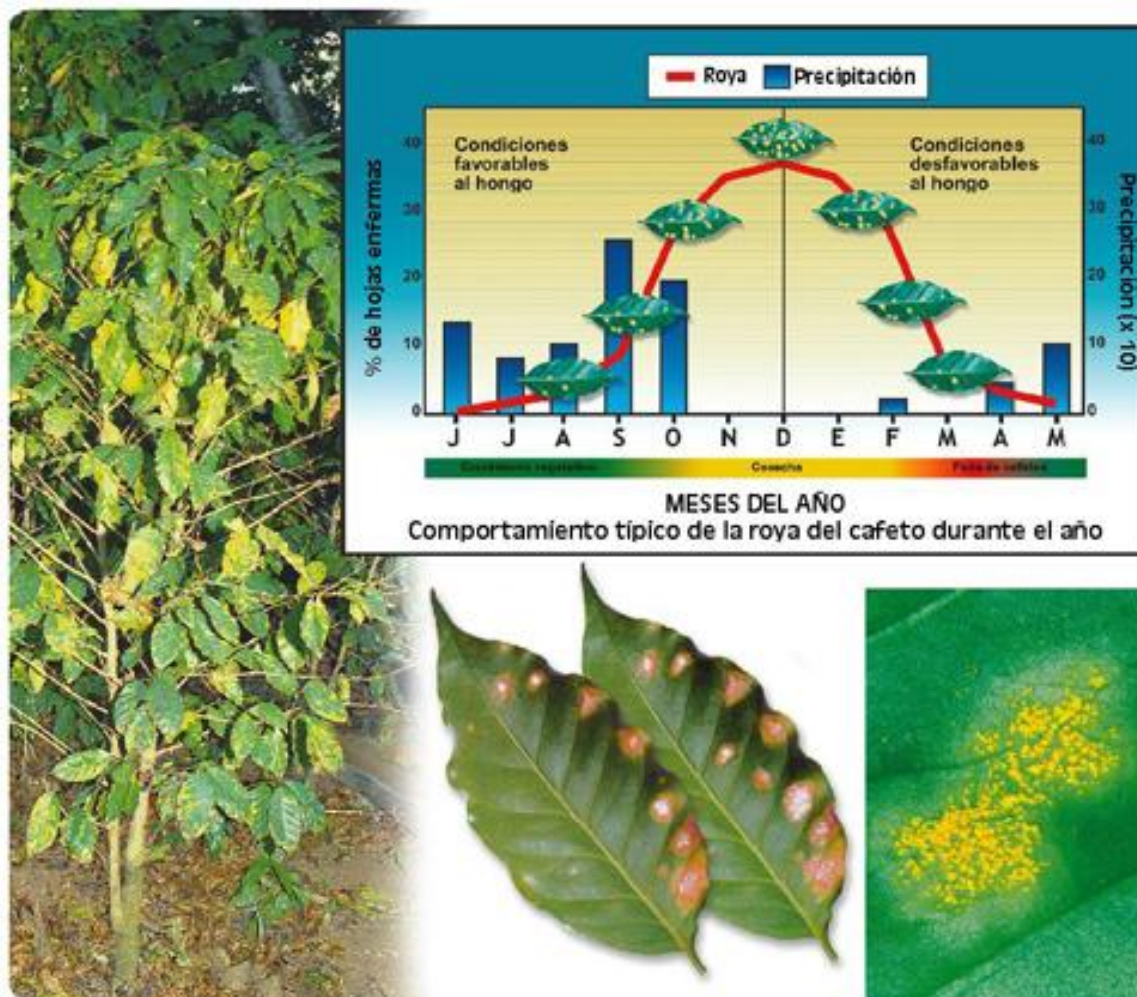


Figura 21 Comportamiento de la roya del café durante los diferentes meses del año.

Fuente : PROCAFE - Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, 2006.

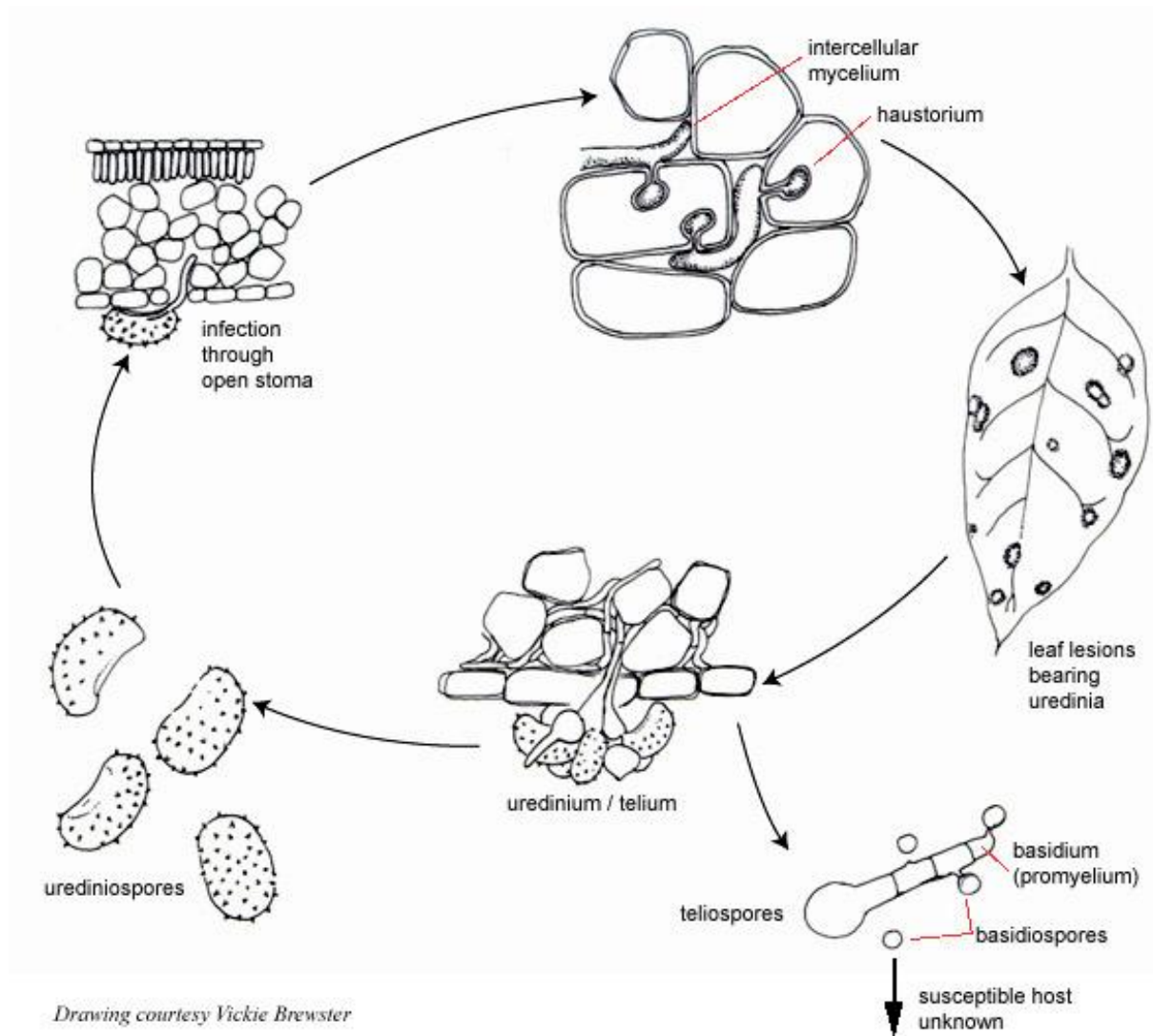


Figura 22 ciclo de la enfermedad y epidemiología.

Fuente :Asturnatura DB, 2004-2013

CAPÍTULO III
SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO,
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

3.1 ENTREGA DE VARIETADES DE SEMILLAS DE LINEAS BRASILEÑAS RESISTENTES A ROYA

3.1.1 PRESENTACIÓN

La roya es una de las principales enfermedades del café, causando una fuerte defoliación de la planta, lo que se traduce en disminuciones significativas de la producción. Según estudios realizados por CEDICAFE 2008 – 2010, la incidencia de roya en la zona montañosa sur va de un 60% hasta el 90%. La enfermedad se ha encontrado diseminada en todos los países donde es cultivado el café y puede causar pérdidas de 10% a 40% (Silva et al, 2006).

Debido a esta problemática es necesario buscar nuevas alternativas para el control de la enfermedad, ya que en la actualidad la alternativa más utilizada para el control son los fungicidas tanto sistémicos como de contacto en plantaciones de café principalmente en áreas ubicadas por debajo de los 1,000 msnm, debido a que son las zonas con mayor susceptibilidad al ataque de dicha enfermedad.

Por lo anteriormente señalado se justifica la evaluación del material genético proveniente de líneas de Brasil resistentes a la roya, las cuales serán una nueva alternativa para el control de la enfermedad.

3.1.2 MARCO TEÓRICO

3.1.2.1 MARCO REFERENCIAL

Finca La Candelaria, está localizada a 4 kilómetros al sur del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

En la finca se manejan las variedades: Catuaí, Bourbon, Caturra, Villa Sarchí y Catimor. La finca La Candelaria cuenta con las siguientes características climatológicas, coordenadas geográficas, así como las zonas de vida según Holdridge.

Altitud: 900 msnm.

Precipitación pluvial: 1,318 mm/año.

Temperatura: 13 – 25 °C

Humedad relativa: 61 – 82%

Origen de suelo: Volcánico.

Latitud: 14°33'24'' Norte.

Longitud: 91°47'44'' Oeste.

Zona de vida: Bosque húmedo montano bajo, subtropical



Figura 23 Ubicación de Finca La Candelaria.

3.1.2.2 MARCO CONCEPTUAL

3.1.2.2.1 Historia, origen y diversidad genética del cafeto

Según Chevalier et al., 1947 citado por Ferwerda, el genoma del café es bastante amplio y contiene aproximadamente 90 especies; de las cuales solo 5 ó 6 son relevantes a la evolución del cultivo.

África es el centro de origen de la mayoría de las especies de cafetos. Tres de las cuatro secciones en las que está dividido el género del café (*Eucoffea*, *Argocoffea* y *Mascarocoffea*) son nativas de África y Madagascar.

El cuarto género un poco pequeño es (*Paracoffea*), es endémica del suroeste de Asia. El número básico de cromosomas es $n = 11$, las especies más importantes de *Coffea arabica*, es una variedad poliploide hasta ahora conocida en el genoma, esta tiene una condición $2n = 44$ y es auto – fecundable, los miembros del género *Eucoffea*, el número de cromosomas han sido determinados siendo todos diploides $2n = 22$ de los que se han estudiado, los hábitos son fuertemente incompatibles, la relación de incompatibilidad está probablemente gobernada por el sistema alélico. La segregación de tales genes, como ha sido conocido en el género (*Coffea arabica*) es disómico. Este hecho y el comportamiento meiótico de algunos híbridos inter específicos, sugieren fuerte alopoloidia. Según Carvalho et al., 1969 citado por Meyer, Kammacher y Capot, 1972. Su ancestro sigue siendo controversial, hay algunas indicaciones que el (*Coffea eugenioides*) puede ser uno de ellos”

Ferwerda, la evidencia muestra que los primeros pasos esenciales de la evolución “arábica” tuvo lugar en el sur este de Etiopía, el área que todavía es el centro primario de la diversidad del cultivo.

La primera plantación de la variedad arábica, se cree que se trasladó semilla desde Etiopía a Yemen, desde ahí, un pequeño número de plantas del género arábica fueron transportadas en el siglo XVII y XVIII, hacia los países tropicales, que son ahora conocidos como los principales productores del cultivo.

Según Kammacher 1972, citado por Ferwerda, el vocablo café se deriva del árabe “kahwah” (cauá), llegando a nosotros a través del vocablo turco “kahweh” (cavé), con distintas acepciones, según los idiomas, pero conservando su raíz.

Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía y Arabia. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna. Sea como fuere, el caso es que se conocen unas 30 especies de café.

El café, la familiar bebida que se hace hirviendo los granos tostados y molidos de *Coffea arabica* L. y otras especies de *Coffea*, ha sido por mucho tiempo una de las bebidas más importantes en el mundo, siendo rivalizado sólo por el té, la cocoa y el mate. Durante el siglo XVII, el café se producía en áreas localizadas en Arabia y los países vecinos, para el consumo en toda la región musulmana.

La popularidad de la bebida fue tal que su uso por los mahometanos fue prohibido por algún tiempo. Aunque fue introducido a los mercados europeos del sur por los comerciantes árabes, a fines de la Edad Media, el café no fue ampliamente conocido en Europa sino hasta que las rutas marítimas hacia el Oriente fueron abiertas por los navegantes holandeses e ingleses en el siglo XVII. Gran cantidad de cafés, los cuales en muchos casos estaban destinados a volverse centros renombrados de actividad social, literaria y política, se establecieron en Inglaterra, Holanda y otros lugares del norte de Europa, más o menos hacia 1650 y posteriormente en las colonias americanas. Arabia y las zonas cercanas permanecieron como las únicas fuentes de abastecimiento para el café hasta 1658, cuando los holandeses introdujeron la *C. arabica* a Ceilán y, en 1699, a Java. Unos veinte años después de establecerse en Java, los embarques de *C. arabica*, vía París, a la Martinica y otros países, proporcionaron el núcleo para una gran cantidad del café arábigo ahora bajo cultivo, incluyendo casi todas las plantaciones del Nuevo Mundo

3.1.2.2 Variedad de café ICATU

El café Icatu se sintetizó en Campinas, y sus líneas actuales ya se parecen a los del Nuevo Mundo. Resultó, sin embargo, la hibridación realizada en 1950 entre cv. Robusto *C. canephora* (tetraploide) con la



Red Bourbon, y retrocruza hacia el Nuevo Mundo. Varias plantas son también Icatu genes que confieren resistencia que llevan a las razas conocidas de *H. vastatrix* (Monaco et al. 1974). El Icatu se ha estudiado intensivamente para lograr cepas resistentes a la roya de la hoja y, al mismo tiempo uniforme productiva sin gran cantidad de huecos o hembras y granos de bebida de buena calidad. Estos estudios no son fáciles y requieren un largo tiempo para dar resultados prácticos, el examen requiere de un gran número de plantas individuales y las progenies.

Los cultivares Icatu Rojo, Amarillo y Icatu precoz, son resistentes a la enfermedad de la roya principal enfermedad del cultivo, también se han desarrollado por el IAC. La disminución en el uso de productos químicos y de control de la contaminación ambiental consiguiente representa una importante contribución a la sociedad.

Los cultivares ICATU se han plantado en casi todas las regiones productoras de café de Brasil. Este material es alto, vigoroso y muy excelente brotación cuando se someten a la poda. El espacio para la siembra es similar al usado para el "Nuevo Mundo", cuyas líneas no admiten siembras muy densas (que no será inferior a 3,00 m entre hileras y 0,80 a 1,00 m entre plantas), dependiendo la región. Aunque algunas cepas probar bien adaptado a regiones de altura, otros están en buena opción para las regiones inferiores y más calientes que, en general, son marginales para el cultivo de otros cultivos.

3.1.2.2.3 Variedad de café CATIMOR. (Caturra x Híbrido de timor)

El Profesor Chávez explica que el "Híbrido de Timor" es una planta probablemente originaria de un cruzamiento natural entre *Coffea Arábica* L. y *Coffea Canephora* Pierre, encontrada en 1a isla de Timor, ex-colonia portuguesa, con resistencia total a todas las razas de Roya (*Hemileia Vastatrix* Berk 8: Br.).

La principal característica de las progenies del Catimor en estudio es su resistencia a 1a Boya, asociada generalmente a las buenas características agronómicas. El mismo está



siendo cruzado con nuestras mejores variedades comerciales, por ejemplo, con el Catuai, dando origen a algunas progenies promisoras, aún en fase de fijación genética, denominadas Catimor. El Catimor también está siendo cruzado con las mejores líneas de Mundo Novo, buscándose de esta manera obtener plantas de alta productividad y con buenas características agronómicas”.

“Pero básicamente, se cree que dentro del Catimor ya existen progenies que pueden ser cultivadas por los caficultores, estando en curso las últimas pruebas para la confirmación de los datos ya obtenidos, para poder ser distribuidos sin la menor duda”.

Se tiene inclusive en el sur de Minas Gerais, un caficultor -Francisco Santos Reis- que tiene en su finca más de 5 mil plantas de una sola progenie de Catimor, las cuales se están comportando muy bien, en relación a las variedades de café tradicionales. En total, se tienen unos 50 o 60 caficultores plantando esta variedad de manera experimental, sin contar con otros que están utilizando almácigo de estos caficultores, afirma el Profesor.

3.1.2.2.4 Variedad de café CATUAI. (Caturra x Mundo Novo)

Es un cruce artificial entre la variedad Caturra y la Mundo Nuevo en Sao Pablo, Brasil. Es una variedad de porte bajo y alta producción.

El tallo principal es grueso, con ramas laterales abundantes las cuales son prolíficas en ramas secundarias lo que le da una gran capacidad productiva. Las hojas nuevas son de color verde claro. Es



un arbusto vigoroso y compacto. Tiende a ser de mayor diámetro (ancho) que el Caturra. Los frutos no se desprenden fácilmente de las ramas. El rendimiento del grano es bueno así como la calidad de la bebida.

CATUAI (Caturra x Mundo Novo)

Variedad Caturra

- Producción (mayor cantidad de granos)
- Porte de planta (dominancia enana)
- Planta menos rustica
- Susceptible a la Roya del Cafeto

Mundo Novo

- Porte de planta alto
- Menor cosecha
- Planta rustica muy adaptado a suelos de fertilidad baja
- Menor producción

3.1.3 OBJETIVOS

3.1.3.1 GENERAL

- Reducir las pérdidas en la producción de café causadas por roya, a través del material genético de líneas provenientes de Brasil resistentes a roya del café.

3.1.3.2 ESPECÍFICO

- Proveer a la finca del material genético proveniente de líneas de Brasil resistente a roya del café.

3.1.4 METODOLOGÍA

- En finca Las Flores ubicada en Barberena Santa Rosa, se seleccionaron las líneas que se iban a cosechar.
- Se cosecharon todas las plantas de cada línea, depositando los frutos de cada línea en bolsas de nylon debidamente identificadas.
- Luego se llevo al beneficio ubicado en la misma finca y se despulpo.
- El café despulpado fue trasladado a patios donde se seco en la sombra, utilizando prensa en el fondo para acelerar la extracción de la humedad.
- Una ves extraída la mayoría de la humedad y alcanzado su humedad óptima, se traslado al laboratorio de Anacafé, utilizando bolsas de papel debidamente identificas con la línea.
- En el laboratorio de Anacafé, se procedió a limpiar las semillas extrayendo todo tipo de impurezas como Quauqers, monstruo, semilla quebrada, restos vegetales etc. Además de eso se le midió la humedad que tenían.

3.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hizo entrega a finca La Candelaria de los materiales genéticos de líneas resistentes a roya provenientes de Brasil.

Se entregó un total de 9 genotipos de diferentes variedades, de cada genotipo se entregó 1 kg de semilla debidamente identificada con el genotipo.

A continuación se detallan los diferentes genotipos y sus variedades.

ICATU X CATIMOR

- 15-I-4 cv. 4
- 15-II-5 cv. 4
- 6-IV-5cv. 9

CATUAI F 7

- CIA-1-41-19 cv. 3
- CIA-31-6-16 cv. 8
- CIA- 16-55-9 cv.6

ICATU X RUBI; ICATU X TOPAZIO; ICATU X CATUAI 62; ICATU X CATUAI 99

- H-145-17-17 cv. 2

CATUAI MISTURA DE LINHAS

- CIA 1-41-23 cv. 73
- CIA Mistura de linha cv. 178

3.1.6 BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Manual de caficultura. Guatemala. p. 12-17.
- Avelino, J; Muller, R; Eskes, A; Santacreo, R; Holguin, F. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad, desafíos de la caficultura de Centroamérica, San José, Costa Rica, IICA. 99 p.
- Chávez, G M. 1951. Roya del café. Costa Rica, IICA. 88 p.
- Ferwerda, FP. 1989. Coffees: *Coffea* spp. (Rubbiaceae). In Smartt, J. 1989. Evolution of crop plants. UK, University of Southampton. p. 257–260.
- Holdridge, LR. 1967. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 42 p.
- Redectec.org. 2012 Variedades de café: café Icatu (en línea). Brasil. Consultado 8 jul 2012. Disponible en www.redetec.org.br/inventabrasil/vcafeica.htm

3.1.7 ANEXOS



Figura 24 Cosecha de los diferentes genotipos.



Figura 25 Total de los genotipos cosechados.



Figura 26 Secado en sombra de los diferentes genotipos.



Figura 27 Selección de semilla y extracción de semilla dañada.



Figura 28 Pesado y empackado de los diferentes genotipos.

**3.2 CAPACITANCIÓN EN TÉCNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS AL
PERSONAL EN FINCA LA CANDELARIA, SAN JUAN ALOTENANGO,
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.**

3.2.1 PRESENTACIÓN

Según la OMS, un pesticida o plaguicida es cualquier sustancia o mezclas de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales que son perjudiciales para el hombre o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, producción de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

Actualmente los plaguicidas representan en muchos casos el medio más importante para lograr una reducción efectiva y confiable de las plagas en el cultivo del café, además se encuentran directamente relacionados con los efectos positivos o negativos que estos puedan tener sobre las plagas, el cultivo y el medio ambiente.

Cuando los plaguicidas se utilizan de manera inadecuada e irresponsable, dan como resultado efectos indeseados tales como contaminación ambiental, resistencia de las plagas a los productos, aparecimiento de plagas y residuos en frutos cosechados.

Debido a todo lo anterior mencionado, es necesario la capacitación en tecnología de aplicación al personal aplicador, en la cual se abordaran los temas de seguridad para el aplicador, manejo seguro de agroquímicos, correcta aplicación y mantenimiento de los equipos de aplicación, con el propósito de obtener mejores resultados en el efecto, tanto del aplicador como en el medio ambiente.

3.2.2 MARCO TEÓRICO

3.2.2.1 MARCO REFERENCIAL

Finca La Candelaria, está localizada a 4 kilómetros al sur del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez. En la finca se manejan las variedades: Catuaí, Bourbon, Caturra, Villa Sarchí y Catimor. La finca La Candelaria cuenta con las siguientes características climatológicas, coordenadas geográficas, así como las zonas de vida según Holdridge.

Altitud:	900 msnm.
Precipitación pluvial:	1,318 mm/año.
Temperatura:	13 – 25 °C
Humedad relativa:	61 – 82%
Origen de suelo:	Volcánico.
Latitud:	14°33'24'' Norte.
Longitud:	91°47'44'' Oeste.
Zona de vida:	Bosque húmedo montano bajo, subtropical



Figura 29 Ubicación de Finca La Candelaria.

3.2.2.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.2.2.1 Actividades durante la utilización del plaguicida

3.2.2.2.2 Antes de utilizar

El caficultor debe leer la etiqueta y el panfleto para verificar si el plaguicida seleccionado es el adecuado para controlar al organismo identificado como plaga, entender, interpretar y seguir las precauciones e instrucciones de uso para lograr obtener aplicaciones que resulten efectivas, económicas y con mínimos riesgos de tipo ambiental. Es muy importante determinar que el plaguicida seleccionado cuente con registro en el país y que además tenga uso permitido en el cultivo del café.



Figura 30 Lectura del panfleto y etiqueta del plaguicida.



Figura 31 Etiqueta de un plaguicida mostrando su registro, por país.

3.2.2.2.3 En el momento de utilizar

En el momento de su uso, el caficultor debe:

- Contar con, y utilizar el equipo de protección personal recomendado en la etiqueta y/o panfleto, el cual debe estar en buenas condiciones.
- Vestido con el equipo de protección personal proceder a la revisión de la pulverizadora, la cual debe estar en buen estado, con los accesorios apropiados, principalmente filtros, boquillas y el agitador del tanque, sin fugas en las uniones y conexiones. Es importante tener en el campo las herramientas y repuestos de uso más común, de manera que puedan realizarse rápidamente las reparaciones necesarias.



Figura 32 Equipo de protección personal (EPP)

- Se debe evitar, utilizar equipos de aplicación que se encuentre en malas condiciones, esto puede provocar derrames que pueden provocar contaminaciones en la piel; también pueden producir una defectuosa aplicación y causar daño en los cultivos.
- Superado lo anterior, se procede a regular y calibrar el equipo de aplicación.



Figura 33 Aplicación segura de plaguicida, nótese el equipo completo de protección personal, el equipo fué revisado.

3.2.2.2.4 En el momento de dosificar y mezclar

En el momento de dosificar y mezclar se debe:

- Localizar en el panfleto las recomendaciones de uso; en ese apartado ubicara la dosis recomendada. Esta dosis deberá ser diluida en el volumen de agua determinado durante la regulación y calibración del equipo de aplicación, se deben seguir las instrucciones del panfleto para una buena preparación de la mezcla y evitar problemas de incompatibilidad.
- Para realizar la mezcla, se debe usar el agua más limpia posible, filtrar impurezas que pueden dañar las propiedades biológicas, físicas y químicas del plaguicida y/o fertilizante foliar. El uso de las herramientas adecuadas: jarras con graduación para líquidos y para polvos, cubos o bidones con bastón o paleta para mezclar, embudo y filtro, es muy importante para lograr dosificaciones correctas y evitar sobre y/o sub dosificaciones.
- No revolver o mezclar nunca con las manos o los brazos los caldos de mezcla.
- La preparación del caldo de mezcla deberá realizarse en un sitio determinado para esta actividad o en una cama biológica construida para el efecto.
- Se debe evitar contacto del plaguicida con la piel, por ello es indispensable que el equipo de protección este en buen estado y este colocado en forma correcta. Si se reproduce contaminación de la piel, de la ropa o del equipo de protección, debe dejarse de trabajar, quitarse la ropa contaminada y lavarse la parte afectada con

abundante agua y jabón inmediatamente. La ropa muy contaminada se considera basura tóxica y deberá eliminarse en forma correcta.

- Se debe evitar repartir y mezclar plaguicidas cerca de viviendas o sitios donde permanezca ganado y otros animales domésticos, debe evitarse la presencia de niños y otras personas ajenas a la actividad, también se debe tener el cuidado de no contaminar fuentes de agua.
- Durante la preparación de la mezcla verter cuidadosamente los líquidos, evitando salpicaduras y derrames, en algunos será necesario emplear un embudo. Nunca debe succionarse con un tubo (manguera) ningún producto líquido. Debe tenerse cuidado que se levante polvo cuando se utiliza ese tipo de formulaciones, para ello debe considerarse la dirección del viento, colocarse en contra hará que el polvo y salpicaduras sean arrastradas lejos del operario.
- Los envases de plaguicidas después de su empleo deber ser cerrados, para evitar pérdidas o contaminaciones y almacenarlos correctamente, siempre en su envase original. Se debe evitar el re envase en botellas de bebidas o envases de comestibles.
- Cuando se produce un derrame de plaguicidas deberá ser manejado en forma correcta como se indicaba en párrafos anteriores.
- Después de su uso debe lavarse todas las herramientas utilizadas en la actividad de dosificación y mezcla. Se debe evitar el uso de estas herramientas para otros propósitos. Los excedentes y sobrantes deben verterse en la cama biológica construida para este fin.

3.2.2.2.5 En el momento de la aplicación

- Se debe utilizar todo el equipo de protección indicado en la etiqueta y el panfleto y seguir ciertos principios básicos, para obtener aplicaciones efectivas, con mínimos riegos para el aplicador, otras personas y el ambiente, en lo posible deben respetarse las siguientes recomendaciones:
- No aplicar los plaguicidas sin haber leído e interpretado correctamente la etiqueta y panfleto, principalmente lo relacionado a precauciones de uso, peligrosidad del

producto, signos, síntomas de intoxicación, y los primeros auxilios que deben seguirse en caso de accidentes.

- No permitir que menores de edad apliquen plaguicidas o que queden expuestos a ellos y mantenerlos alejados de los cafetales tratados.
- No permitir que otros trabajadores agrícolas estén realizando otras actividades dentro de la plantación de café cuando se estén aplicando plaguicidas.
- No realizar aplicaciones en horarios incorrectos, preferentemente debe ser en horas de la mañana o al atardecer.
- Observar las condiciones atmosféricas, particularmente el viento, que puede causar derivas. El viento puede hacer que los tratamientos sean ineficaces, al arrastrar los plaguicidas lejos de su objetivo; lo que además puede ser peligroso, si tal deriva los lleva sobre el aplicador, otros cultivos, aguas, animales o viviendas. Algunos plaguicidas son arrastrados fácilmente por el agua de lluvia y precisan de un período libre de ella, después de su aplicación, para ser eficaces; la etiqueta o el panfleto proporcionan información al respecto.
- Con el objeto de reducir al mínimo el riesgo para los aplicadores, otras personas y el medio ambiente en general, debe cumplirse lo siguiente:
 - No trabajar con viento fuerte.
 - Trabajar de tal forma que el viento arrastre al plaguicida lejos del aplicador, no sobre él.
 - No comer, beber, fumar o hablar por teléfono celular durante la aplicación.
 - No intentar destapar las boquillas obstruidas o tapadas, soplando directamente con la boca; limpiarlas con agua o con un objeto blando, tal como un tallo o palillo de madera, es lo correcto.
 - Mantener a las persona y a los animales lejos de los cafetales tratados recientemente, los cuales deben quedar señalizados.
 - No dejar nunca abandonados los plaguicidas y/ o equipos de aplicación.

3.2.2.2.6 Al finalizar la actividad de aplicación

Al finalizar la aplicación de los plaguicidas, es necesario atender las siguientes indicaciones:

- Gestionar adecuadamente todos los excedentes y sobrante, tales como envases vacíos, éstos deben ser sujetos al triple lavado para su posterior inutilización y deposición en mini centro de recolección ubicados estratégicamente en la plantación de café.
- Lavar, limpiar y realizar el mantenimiento de los equipos de aplicación en el área de mezcla y de preferencia en una cama o mesa biológica. Se debe dedicar especial atención a un cuidadoso lavado, si el equipo no se va a utilizar durante un cierto tiempo; los restos de plaguicidas y fertilizantes foliares puede causar corrosiones y atascos.
- Almacenar los plaguicidas y el equipo de aplicación en una bodega específica para este fin y que posea un ambiente seco, ventilado y seguro.

3.2.2.2.7 Gestión de sobrantes y envases vacíos

Para mejorar la gestión de sobrantes de mezcla y restos de lavado de los equipos y envases vacíos pueden seguirse los procedimientos siguientes.

- Los sobrantes de mezcla y resto de lavado de la pulverizadora, se pueden aplicar sobre un área de cultivo que no haya sido tratada o sobre un área destinada al barbecho. Aunque como se indicaba con anterioridad, lo mejor sería realizarlo en cama o mesa biológica.
- Todos los envases vacíos deben ser sujetos del triple lavado, inutilizados y perforados, para ser llevados a un centro de gestión de envases para su posterior destrucción de acuerdo a las normas y regulaciones nacionales existentes.
- La destrucción de los envases vacíos evita que las personas tengan contacto físico con ellos, estos envases nunca deben ser utilizados para almacenar alimentos de consumo humano o animal, ni para beber o almacenar agua, debido a que es muy difícil limpiarlos adecuadamente. Este sistema utilizado para eliminar los envases vacíos reduce al mínimo el riesgo de contaminación del medio ambiente, cauces de

agua, flora y fauna, además de brindar beneficios económicos pues se utiliza hasta la última gota.



Figura 34 Aprovechamiento total del producto, nótese el descarte de envases limpios.

3.2.2.2.8 Medidas de higiene personal

La higiene personal es de máxima importancia para todas aquellas personas que manipulan y aplican plaguicidas. Todas las personas que manipulan o aplican productos para la protección de cultivos deben cumplir las siguientes recomendaciones:

Utilizar equipo de protección personal en todo el proceso de manipulación de productos para la protección de cultivos: almacenamiento, uso, dosificación, mezcla, aplicación, lavado y mantenimiento del equipo, eliminación de derrames, desechos y sobrantes.

- Asegurarse de cumplir todas las precauciones recomendadas en la etiqueta y el panfleto.
- No comer, beber, fumar, hablar por celular durante la ejecución de la actividad.
- No tocarse la cara u otra zona descubierta del cuerpo, con guantes o manos sucias.
- Lavarse las manos y cara antes de comer, beber o fumar.
- Finalizada la actividad de aplicación quitarse el equipo de protección y darle el mantenimiento correcto. La ropa de trabajo debe lavarse diariamente en el sitio de trabajo.
- Finalizado el día de trabajo bañarse, limpiándose especialmente las uñas y cuero cabelludo; y con ropa limpia ir al descanso.

3.2.3 OBJETIVOS

3.2.3.1 GENERAL

- Capacitar en tecnología de aplicación de plaguicidas al personal en finca La Candelaria

3.2.3.2 ESPECÍFICOS

- Que el personal adquiera los conocimientos y destrezas necesarios para utilizar correctamente el equipo de aplicación.
- Que el personal obtenga los conocimientos necesarios para usar de forma correcta los plaguicidas.

3.2.4 METODOLOGÍA

- Se convocó una reunión en finca La Candelaria para impartir la capacitación en Tecnología de aplicación de plaguicidas al personal de la finca,
- La capacitación fue de manera práctica, la duración de la capacitación fue en promedio de 2 horas.
- Utilizamos una manta vinílica con diez de las más importantes recomendaciones para un aplicador.
- También se utilizó equipo de protección personal como: guantes, mascarilla, botas de hule y gabacha de nylon, además utilizamos recipientes para realizar demostraciones y una aspersora de mochila.
- Los temas que se impartieron durante la capacitación son los siguientes:
 1. seguridad para el aplicador
 2. Manejo seguro de agroquímicos
 3. Correcta aplicación
 4. Mantenimiento de equipos de aplicación

3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capacitó el personal encargado de realizar aplicaciones y de manejar los agroquímicos en finca La Candelaria, al terminar la capacitación los aplicadores estaban en toda la condición de: utilizar correctamente el equipo de aplicación, manejar y almacenar de forma correcta los agroquímicos, dar el mantenimiento necesario al equipo y de realizar una aplicación efectiva. El total de personas capacitadas en tecnología de aplicación de plaguicidas fue de 10 personas.



Figura 35 Inicio de la capacitación



Figura 36 Importancia de realizar pre mezclas para una correcta aplicación.



Figura 37 Entrega de resumen acerca de los 10 principales consejos para un aplicador.

3.2.6 BIBLIOGRAFÍA

- Moises. P. Guía técnica, manejo racional de plaguicidas, tecnología para su aplicación en café. Guatemala. Asociacion Nacional del Café. 68 p.
- OMS, AR. 2012. Plaguicidas. (en línea). Argentina. Consultado 20 Set 2012. Disponible en
: www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte/plaguicidas.html

3.3 CAPACITACIÓN EN TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS A CAFICULTORES

3.3.1 PRESENTACIÓN

Según la OMS, un pesticida o plaguicida es cualquier sustancia o mezclas de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales que son perjudiciales para el hombre o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, producción de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos

Actualmente los plaguicidas representan en muchos casos el medio más importante para lograr una reducción efectiva y confiable de las plagas en el cultivo del café.

Cuando los plaguicidas se utilizan de manera inadecuada e irresponsable, dan como resultado efectos indeseados tales como contaminación ambiental, resistencia de las plagas a los productos, aparecimiento de plagas y residuos en frutos cosechados.

Actualmente el uso y el manejo responsable de los plaguicidas representan en muchos casos el factor más importante para lograr una reducción efectiva y confiable de las plagas en el cultivo del café, además se encuentran directamente relacionados con los efectos positivos o negativos que estos puedan tener sobre las plagas, el cultivo y el medio ambiente.

Debido a que actualmente el uso y el manejo responsable de los plaguicidas representan en muchos casos el factor más importante para lograr una reducción efectiva y confiable de las plagas, es necesario la capacitación en tecnología de aplicación de aplicación a los caficultores, en la cual se abordaran los temas de seguridad para el aplicador, manejo seguro de agroquímicos, correcta aplicación y mantenimiento de los equipos de aplicación, con el propósito de obtener mejores resultados en el efecto, tanto del aplicador como en el medio ambiente.

3.3.2 MARCO TEÓRICO

3.3.2.1 MARCO REFERENCIAL

- La primera capacitacion fue impartida en la región III, que hace referencia a finca La Trinidad, departamento de Escuintla.
- La segunda capacitacion fue impartida en la región IV que hace referencia a Mataquesuintla Jalapa, aldea San Yuyo.
- La tercera capacitacion fue impartida en la región VI que hace referencia a San Pedro Carcha Cobán.



Figura 38 Region 3, Finca la trinidad Escuintla.



Figura 39 Region 4, Mataquesuintla Jalapa.



Figura 40 Region 6, San edro Carcha, Cobán.

3.3.2.2 MARCO CONCEPTUAL

3.3.2.2.1 Actividades durante la utilización del plaguicida

3.3.2.2.2 Antes de utilizar

El caficultor debe leer la etiqueta y el panfleto para verificar si el plaguicida seleccionado es el adecuado para controlar al organismo identificado como plaga, entender, interpretar y seguir las precauciones e instrucciones de uso para lograr obtener aplicaciones que resulten efectivas, económicas y con mínimos riesgos de tipo ambiental. Es muy importante determinar que el plaguicida seleccionado cuente con registro en el país y que además tenga uso permitido en el cultivo del café.



Figura 41 Lectura del panfleto y etiqueta del plaguicida.



Figura 42 Etiqueta de un plaguicida mostrando su registro, por país.

3.3.2.2.3 En el momento de utilizar

En el momento de su uso, el aplicador debe:

- Contar con, y utilizar el equipo de protección personal recomendado en la etiqueta y/o panfleto, el cual debe estar en buenas condiciones.
- Vestido con el equipo de protección personal proceder a la revisión de la pulverizadora, la cual debe estar en buen estado, con los accesorios apropiados, principalmente filtros, boquillas y el agitador del tanque, sin fugas en las uniones y conexiones. Es importante tener en el campo las herramientas y repuestos de uso más común, de manera que puedan realizarse rápidamente las reparaciones necesarias.



Figura 43 Equipo de protección personal (EPP).

- Se debe evitar, utilizar equipos de aplicación que se encuentre en malas condiciones, esto puede provocar derrames que pueden provocar contaminaciones en la piel; también pueden producir una defectuosa aplicación y causar daño en los cultivos.
- Superado lo anterior, se procede a regular y calibrar el equipo de aplicación.



Figura 44 Aplicación segura de plaguicida, nótese el equipo completo de protección personal, el equipo fué revisado.

3.3.2.2.4 En el momento de dosificar y mezclar

En el momento de dosificar y mezclar se debe:

- Localizar en el panfleto las recomendaciones de uso; en ese apartado ubicara la dosis recomendada. Esta dosis deberá ser diluida en el volumen de agua determinado durante la regulación y calibración del equipo de aplicación, se deben seguir las instrucciones del panfleto para una buena preparación de la mezcla y evitar problemas de incompatibilidad.
- Para realizar la mezcla, se debe usar el agua más limpia posible, filtrar impurezas que pueden dañar las propiedades biológicas, físicas y químicas del plaguicida y/o fertilizante foliar. El uso de las herramientas adecuadas: jarras con graduación para líquidos y para polvos, cubos o bidones con bastón o paleta para mezclar, embudo y filtro, es muy importante para lograr dosificaciones correctas y evitar sobre y/o sub dosificaciones.
- No revolver o mezclar nunca con las manos o los brazos los caldos de mezcla.
- La preparación del caldo de mezcla deberá realizarse en un sitio determinado para esta actividad o en una cama biológica construida para el efecto.
- Se debe evitar contacto del plaguicida con la piel, por ello es indispensable que el equipo de protección este en buen estado y este colocado en forma correcta. Si se produce contaminación de la piel, de la ropa o del equipo de protección, debe dejarse de trabajar, quitarse la ropa contaminada y lavarse la parte afectada con abundante

agua y jabón inmediatamente. La ropa muy contaminada se considera basura tóxica y deberá eliminarse en forma correcta.

- Se debe evitar repartir y mezclar plaguicidas cerca de viviendas o sitios donde permanezca ganado y otros animales domésticos, debe evitarse la presencia de niños y otras personas ajenas a la actividad, también se debe tener el cuidado de no contaminar fuentes de agua.
- Durante la preparación de la mezcla verter cuidadosamente los líquidos, evitando salpicaduras y derrames, en algunos será necesario emplear un embudo. Nunca debe succionarse con un tubo (manguera) ningún producto líquido. Debe tenerse cuidado que se levante polvo cuando se utiliza ese tipo de formulaciones, para ello debe considerarse la dirección del viento, colocarse en contra hará que el polvo y salpicaduras sean arrastradas lejos del operario.
- Los envases de plaguicidas después de su empleo deben ser cerrados, para evitar pérdidas o contaminaciones y almacenarlos correctamente, siempre en su envase original. Se debe evitar el re envase en botellas de bebidas o envases de comestibles.
- Cuando se produce un derrame de plaguicidas deberá ser manejado en forma correcta como se indicaba en párrafos anteriores.
- *Después de su uso debe lavarse todas las herramientas utilizadas en la actividad de dosificación y mezcla. Se debe evitar el uso de estas herramientas para otros propósitos. Los excedentes y sobrantes deben verterse en la cama biológica construida para este fin.*

3.3.2.2.5 En el momento de la aplicación

- Se debe utilizar todo el equipo de protección indicado en la etiqueta y el panfleto y seguir ciertos principios básicos, para obtener aplicaciones efectivas, con mínimos riesgos para el aplicador, otras personas y el ambiente, en lo posible deben respetarse las siguientes recomendaciones:
- No aplicar los plaguicidas sin haber leído e interpretado correctamente la etiqueta y panfleto, principalmente lo relacionado a precauciones de uso, peligrosidad del producto, signos, síntomas de intoxicación, y los primeros auxilios que deben seguirse en caso de accidentes.

- No permitir que menores de edad apliquen plaguicidas o que queden expuestos a ellos y mantenerlos alejados de los cafetales tratados.
- No permitir que otros trabajadores agrícolas estén realizando otras actividades dentro de la plantación de café cuando se estén aplicando plaguicidas.
- No realizar aplicaciones en horarios incorrectos, preferentemente debe ser en horas de la mañana o al atardecer.
- Observar las condiciones atmosféricas, particularmente el viento, que puede causar derivas. El viento puede hacer que los tratamientos sean ineficaces, al arrastrar los plaguicidas lejos de su objetivo; lo que además puede ser peligroso, si tal deriva los lleva sobre el aplicador, otros cultivos, aguas, animales o viviendas. Algunos plaguicidas son arrastrados fácilmente por el agua de lluvia y precisan de un período libre de ella, después de su aplicación, para ser eficaces; la etiqueta o el panfleto proporcionan información al respecto.
- Con el objeto de reducir al mínimo el riesgo para los aplicadores, otras personas y el medio ambiente en general, debe cumplirse lo siguiente:
 - No trabajar con viento fuerte.
 - Trabajar de tal forma que el viento arrastre al plaguicida lejos del aplicador, no sobre él.
 - No comer, beber, fumar o hablar por teléfono celular durante la aplicación.
 - No intentar destapar las boquillas obstruidas o tapadas, soplando directamente con la boca; limpiarlas con agua o con un objeto blando, tal como un tallo o palillo de madera, es lo correcto.
 - Mantener a las persona y a los animales lejos de los cafetales tratados recientemente, los cuales deben quedar señalizados.
 - No dejar nunca abandonados los plaguicidas y/ o equipos de aplicación.

3.3.2.2.6 Al finalizar la actividad de aplicación

Al finalizar la aplicación de los plaguicidas, es necesario atender las siguientes indicaciones:

- Gestionar adecuadamente todos los excedentes y sobrante, tales como envases vacíos, éstos deben ser sujetos al triple lavado para su posterior inutilización y deposición en mini centro de recolección ubicados estratégicamente en la plantación de café.
- Lavar, limpiar y realizar el mantenimiento de los equipos de aplicación en el área de mezcla y de preferencia en una cama o mesa biológica. Se debe dedicar especial atención a un cuidadoso lavado, si el equipo no se va a utilizar durante un cierto tiempo; los restos de plaguicidas y fertilizantes foliares puede causar corrosiones y atascos.
- Almacenar los plaguicidas y el equipo de aplicación en una bodega específica para este fin y que posea un ambiente seco, ventilado y seguro.

3.3.2.2.7 Gestión de sobrantes y envases vacíos

Para mejorar la gestión de sobrantes de mezcla y restos de lavado de los equipos y envases vacíos pueden seguirse los procedimientos siguientes.

- Los sobrantes de mezcla y resto de lavado de la pulverizadora, se pueden aplicar sobre un área de cultivo que no haya sido tratada o sobre un área destinada al barbecho. Aunque como se indicaba con anterioridad, lo mejor sería realizarlo en cama o mesa biológica.
- Todos los envases vacíos deben ser sujetos del triple lavado, inutilizados y perforados, para ser llevados a un centro de gestión de envases para su posterior destrucción de acuerdo a las normas y regulaciones nacionales existentes.
- La destrucción de los envases vacíos evita que las personas tengan contacto físico con ellos, estos envases nunca deben ser utilizados para almacenar alimentos de consumo humano o animal, ni para beber o almacenar agua, debido a que es muy

difícil limpiarlos adecuadamente. Este sistema utilizado para eliminar los envases vacíos reduce al mínimo el riesgo de contaminación del medio ambiente, cauces de agua, flora y fauna, además de brindar beneficios económicos pues se utiliza hasta la última gota.



Figura 45 Aprovechamiento total del producto, nótese el descarte de envases limpios.

3.3.2.2.8 Medidas de higiene personal

La higiene personal es de máxima importancia para todas aquellas personas que manipulan y aplican plaguicidas. Todas las personas que manipulan o aplican productos para la protección de cultivos deben cumplir las siguientes recomendaciones:

Utilizar equipo de protección personal en todo el proceso de manipulación de productos para la protección de cultivos: almacenamiento, uso, dosificación, mezcla, aplicación, lavado y mantenimiento del equipo, eliminación de derrames, desechos y sobrantes.

- Asegurarse de cumplir todas las precauciones recomendadas en la etiqueta y el panfleto.
- No comer, beber, fumar, hablar por celular durante la ejecución de la actividad.

- No tocarse la cara u otra zona descubierta del cuerpo, con guantes o manos sucias.
- Lavarse las manos y cara antes de comer, beber o fumar.
- Finalizada la actividad de aplicación quitarse el equipo de protección y darle el mantenimiento correcto. La ropa de trabajo debe lavarse diariamente en el sitio de trabajo.
- Finalizado el día de trabajo bañarse, limpiándose especialmente las uñas y cuero cabelludo; y con ropa limpia ir al descanso.

3.3.3 OBJETIVOS

3.3.3.1 GENERAL

- Capacitar en tecnología de aplicación de plaguicidas a los caficultores de las diferentes regiones

3.3.3.2 ESPECÍFICOS

- Que los caficultores adquieran los conocimientos y destrezas necesarios para utilizar correctamente el equipo de aplicación.
- Que los caficultores obtenga los conocimientos necesarios para usar de forma correcta los plaguicidas.

3.3.4 METODOLOGÍA

- Se convocó una reunión en las diferentes regiones para impartir la capacitación en tecnología de aplicación de plaguicidas a los caficultores.
- La capacitación fue de manera práctica, la duración de la capacitación fue en promedio de 2 horas.
- Utilizamos una manta vinílica con diez de los más importantes consejos para un aplicador.
- También se utilizó equipo de protección personal como: guantes, mascarilla, botas de hule y gabacha de nylon, además utilizamos recipientes para realizar demostraciones y una bomba de mochila.

Los temas que se impartieron durante la capacitación son los siguientes:

1. seguridad para el aplicador
2. Manejo seguro de agroquímicos
3. Correcta aplicación
4. Mantenimiento de equipos de aplicación

3.3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.5.1 Primera capacitación, Finca y aldea la trinidad, Escuintla.

Se capacitó a los caficultores los cuales son los responsables de realizar aplicaciones y de manejar los agroquímicos, al terminar la capacitación caficultores estaban en toda la condición de: utilizar correctamente el equipo de aplicación, manejar y almacenar de forma correcta los agroquímicos, dar el mantenimiento necesario al equipo y de realizar una aplicación efectiva. El total de personas capacitadas en tecnología de aplicación de plaguicidas fue de 10 personas



Figura 46 Personal capacitado en tecnología de aplicación.

3.3.5.2 Segunda capacitación, Aldea San Yuyo, Mataquescuintla Jalapa.

Se capacitó a los caficultores los cuales son los responsables de realizar aplicaciones y de manejar los agroquímicos, al terminar la capacitación caficultores estaban en toda la condición de: utilizar correctamente el equipo de aplicación, manejar y almacenar de forma correcta los agroquímicos, dar el mantenimiento necesario al equipo y de realizar una aplicación efectiva. El total de personas capacitadas en tecnología de aplicación de plaguicidas fue de 30 personas



Figura 47 Mantenimiento del equipo de aspersión.



Figura 48 Demostración de una correcta aplicación.

3.3.5.3 Tercera capacitación, San Pedro Carcha, Cobán.

Se capacitó a los caficultores los cuales son los responsables de realizar aplicaciones y de manejar los agroquímicos, al terminar la capacitación caficultores estaban en toda la condición de: utilizar correctamente el equipo de aplicación, manejar y almacenar de forma correcta los agroquímicos, dar el mantenimiento necesario al equipo y de realizar una aplicación efectiva. El total de personas capacitadas en tecnología de aplicación de plaguicidas fue de 10 personas



Figura 49 Mantenimiento de la aspersora manual.



Figura 50 Participación del personal capacitado.

3.3.6 BIBLIOGRAFÍA

- Moises. P. Guía técnica, manejo racional de plaguicidas, tecnología para su aplicación en café. Guatemala. Asociacion Nacional del Café. 68 p.
- OMS, AR. 2012. Plaguicidas. (en línea). Argentina. Consultado 20 Set 2012. Disponible en :www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte/plaguicidas.html