

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EFFECTO DE SEIS FUNGICIDAS QUÍMICOS SOBRE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.)

POR

Matías Martínez Martínez

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

EFFECTO DE SEIS FUNGICIDAS QUÍMICOS SOBRE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

POR

MATÍAS MARTÍNEZ MARTÍNEZ

FRANKLIN OMAR OSORIO M. Sc.

Asesor principal COHORSIL

RAÚL MUÑOZ M. Sc.

Asesor principal UNA

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

HOJA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS PADRE, creador del universo, quien hace posible todas las cosas, por brindarme su amor incomparable, regalarme sabiduría y paciencia y ayudarme a enfrentar los retos de la vida para hacer realidad mis sueños.

A mi madre **María Socorro Martínez Reyes** y mi padre **Juan Martínez** por enseñarme el buen camino, inculcándome así los valores de honestidad, humildad y responsabilidad, apoyándome en todo momento, por demostrarme su gran amor y cariño y por mostrarme que con esfuerzo y dedicación se puede salir adelante.

A todos mis hermanos y en especial a mi hermano **Agustín Martínez Martínez (QDDG)** por sus deseos de que me convirtiera en una persona educada y por haberme apoyado en los momentos que más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por brindarme fortaleza y sabiduría para emprender este reto y ayudarme a culminar con éxito mi carrera universitaria, por su fidelidad y amor que nunca fue faltante.

A mi madre y a mi padre por depositar su confianza en mí y apoyarme incondicionalmente en momentos agradables y difíciles, por su amor y sus consejos que me han ayudado a ser mejor cada día.

A mis hermanos por sus buenos deseos y compañía en todo momento, por su cariño y afecto que siempre ha estado ahí cuando más se necesita.

A mi asesor principal en la Universidad Nacional de Agricultura **M.Sc. Raul Isaías Muñoz**, por brindarme su apoyo incondicional, que con paciencia y dedicación me ha orientado en la realización de mi trabajo con sus conocimientos y experiencias adquiridas en el campo profesional, así mismo a mi asesor secundario, **M.Sc. José Luis Castillo** por sus valorables aportes y ha M Sc. Oscar Ivan Ferreira..

Al **M. Sc. Franklin Omar Osorio** por ser más que un maestro, quien me apoyo incondicionalmente durante mi tesis.

A **COHORSIL** por permitirme realizar mi trabajo de investigación dentro de una de sus áreas, también al personal por el apoyo brindado durante mi estadía en la institución:

A mis compañeros de la clase Kayros pero en especial a **Donaldo Martínez, Leonardo José Martínez, Moisés Jesús Martínez,** por haber compartido alegrías y tristezas y por haber sido como mis hermanos durante este tiempo de estudio en la Universidad.

A **Mariel Raquel Reyes Salvador** por haberme apoyo en los momentos más difíciles de mi vida y a mi hija por hacerme sentir muy feliz y a su hermano Eli Salomón Reyes Salvador por su amistad sincera.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en su campus y obtener experiencias maravillosas que serán de utilidad para toda mi vida, así mismo a todo el personal docente y no docente que llenaron cada uno de mis días de mucha alegría en esta, nuestra querida Alma Mater.

CONTENIDO

Pág.

HOJA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo general.....	1
2.2 Objetivos específicos	1
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
3.1 Generalidades del café	4
3.2 Origen y distribución	4
3.2.1 Clasificación Taxonómica.....	6
3.3 Factores agro ecológicos.....	6
3.3.1 Altitud.....	6
3.3.2. Temperatura y precipitación.....	6
3.3.3 Humedad relativa	6
3.3.4 Viento	7
3.3.5 Suelos	7
3.3.6 Sombra y productividad	7
3.4. La roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i>)	8
3.4.1 Descripción de la enfermedad.....	8
3.4.2 Ciclo de vida de la roya del café	10
3.4.3 Diseminación y germinación de las uredosporas	10
3.4.4 Infección de la roya en el hospedero	11
3.4.5 Epidemiología de la roya.....	12
3.4.6 Factores que afectan la epidemiología de la roya anaranjada	12
3.4.6.1 La lluvia.....	12
3.4.6.2 La temperatura.....	13
3.4.6.3 La carga fructífera	13
3.4.6.4 La cosecha de los frutos.....	13

3.4.6.5 El inóculo residual	14
3.3.5.4 Razas de roya.....	14
3.5 Control químico de la roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i>)	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1 Ubicación y descripción del sitio experimental	18
4.2 Materiales y equipo.....	19
4.3 Características del sitio experimental.	19
4.3.1 Selección del lote	19
4.3.2 Material genético.....	19
4.3.3 Tamaño de la parcela.....	19
4.3.4 Marcación de las plantas	20
4.4 Diseño experimental utilizado.	20
4.5 Modelo estadístico.	20
4.6 Tratamientos evaluados	21
4.7 Variables evaluadas.	22
4.8 Numero de aplicaciones y lecturas realizadas	24
4.9 Análisis de la información obtenida.	25
4.10 Calibración del Equipo	26
4.11 Análisis Económico	26
V. RESULTADOS Y DISCUSION	26
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. RECOMENDACIONES	26
VIII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	41
ANEXOS.....	49

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.	21
Cuadro 2. Beneficio costo.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lectura de incidencia (%) de la roya.....	22
Figura 2. Posición de la bandola de café para realizar lecturas.....	23
Figura 3. Porcentaje (%) de area foliar afectada por la enfermedad.	24
Figura 4. Relación existente entre el primer y segundo muestreo.....	27
Figura 5. Incidencia de roya del café a los 15 días después de la primera aplicación.....	28
Figura 6. Incidencia de roya del café a los 30 días después de la primera aplicación.....	29
Figura 7. Incidencia de roya existente en cada tratamiento durante el tiempo de investigación.....	31
Figura 8. Severidad de roya del café a los 15 días después de la primera aplicación.	33
Figura 9. Severidad de roya del café a los 30 días después de la primera aplicación.	34
Figura 10. Severidad de los tratamientos en los muestreos realizados.....	36
Figura 11. Porcentaje de defoliación presentada durante el tiempo de investigación.....	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis y aleatorización de los tratamientos.	50
Anexo 2. Tamaño de la parcela.	50
Anexo 3. Aplicaciones y muestreos realizados	51
Anexo 4. Tabla de covarianza	51
Anexo 5. Formato de toma de datos para bandolas primarias marcadas.....	52
Anexo 6. Formato de toma de datos para ramificaciones de las bandolas marcadas (Bandolas secundarias).	53
Anexo 7. ANAVA para la variable incidencia a los 15 días después de la primera aplicación.....	54
Anexo 8. ANAVA para la variable incidencia a los 30 días después de la primera aplicación.....	55
Anexo 9. ANAVA para la variable incidencia a los 15 días después de la segunda aplicación.....	56
Anexo 10. ANAVA para la variable incidencia a los 30 días después de la segunda aplicación.....	57
Anexo 11. ANAVA para la variable incidencia a los. 15 días después de la primera aplicación.....	58
Anexo 12. ANAVA para la variable severidad a los 30 días después de la primera aplicación.....	59
Anexo 13. ANAVA para la variable severidad a los 15 días después de la segunda aplicación.....	60
Anexo 14. ANAVA para la variable severidad a los 30 días después de la segunda aplicación.....	61
Anexo 15. ANAVA para la variable defoliación a los 15 días después de la primera aplicación.....	62
Anexo 16. ANAVA para la variable defoliación a los 30 días después de la primera aplicación.....	62
Anexo 17. ANAVA para la variable defoliación a los 15 días después de la segunda aplicación.....	63
Anexo 18. ANAVA para la variable defoliación a los 30 días después de la segunda aplicación.....	63

Martínez Martínez, M. 2013. Efecto de seis fungicidas químicos sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo del café (*Coffea arabica*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho, Honduras C.A. 83 Pág.

RESUMEN

Con el fin de encontrar alternativas de control de *Hemileia vastatrix*, se evaluó seis fungicidas químicos. El estudio se realizó en una finca ubicada a 1167 msnm. Se utilizó el la covarianza para análisis de datos, el tamaño de la parcela experimental estuvo compuesta por 4 surcos con 5 plantas cada uno, utilizando como parcela útil las seis plantas centrales, cada parcela estaba separada por una hilera de plantas alrededor en donde no se asperjo. Se usó la variedad Pacas sembrada a 2 x1 m. Las variables evaluadas fueron: Incidencia, severidad y defoliación. Los fungicidas y dosis evaluadas en gramos de i.a/ha fueron: Ciproconazole 25 g (Alto 10 SL), Tebuconazol+Triadimenol 24 g (Silvacur combi 30 EC), Epoxiconazol+Carbendazin 125 g (Duett 25 SC), Tebuconazol 187.5 g (Orius 25 EW), Cobre metálico 1750 g proveniente de Oxidocloruro de cobre 85 WP y Cobre metálico 1750 g proveniente de Hidróxido de cobre 77 WP) y el testigo (sin control).

Se realizaron dos aplicaciones con intervalo de 30 días, y cinco muestreos (uno previo a la primera aspersión y después cada 15 días). El nivel inicial de roya fue del 38%. En los cuatro muestreos realizados para las variables incidencia y severidad después de la primera aplicación (DDA) hubo diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre tratamientos a los 30, 45 y 60 (DDA); así como entre contrastes ($p < 0.01$). A los 60 días (DDA) la prueba de contrastes indica que hubo diferencia significativa entre todos los contrastes comparados, siendo ellos: Testigo vrs fungicidas, Sistemico vrs contacto, Tebuconazol vrs Tebuconazol+Triadimenol y Ciproconazole vrs Tebuconazol+Triadimenol. Se concluye que todos los fungicidas tuvieron efecto en la reducción de la enfermedad, que los fungicidas sistemicos realizaron mejor control de la roya en comparación a los de contacto, Tebuconazol+Triadimenol fue mejor que el Tebuconazol y que Ciproconazole fue mejor que Tebuconazol+Triadimenol. En base a lo anterior para el control de la roya se recomienda el uso de: Ciproconazole, Tebuconazol+Triadimenol o Epoxiconazol +Carbendazin los que deben utilizarse en dosis de: 25, 24 y 125 gramos de ingrediente activo/ha/aplicacion respectivamente, debiendo alternarlos en caso de efectuar mas de una aspersión. El nombre comercial en orden de importancia es: Alto 10 SL, Duett 25 SC y Silvacur combi 30 EC, los que mantuvieron la incidencia y severidad más baja durante todos los muestreos. La incidencia presentada por todos los tratamientos en el último muestreo fue: Alto 10 SL(1.14%), Duett 25 SC (5.49%), Silvacur combi 30 EC (9.16%), Orius 25 EW (16.82%), Oxidocob 85 WP (43.68%), Hidrocoob 77 WP (48.70%), y el Testigo (65.33%) y la severidad fue: Alto 10 SL(0.01%), Duett 25 SC (0.05%), Silvacur combi 30 EC (0.08%), Orius 25 EW (0.64%), Hidrocoob 77 WP (1.38%), Testigo (1.41%) y Oxidocob 85 WP (1.66%).

Palabras claves: Variedad Pacas, Ciproconazole, Tebuconazol, Triadimenol, Epoxiconazol, Carbendazin, Cobre metálico

I. INTRODUCCION

El café en Honduras es considerado como el producto de intercambio comercial más importante en el mercado nacional e internacional después de otros como el petróleo que ocupa el primer lugar, el sector cafetero en su conjunto incluyendo el cultivo, procesamiento, comercio, distribución y exportación del café es una importante fuente generadora de empleo en muchos países. Datos estadísticos proporcionados por el Banco Central de Honduras, indican que representa un cuatro por ciento a nivel nacional del producto interno bruto (PIB) y un 25 por ciento del sector agrícola, se estima que en el cultivo de café están involucrados más de 108 mil productores con explotaciones no mayores a siete hectáreas (Santacreo 2001).

El principal problema que actualmente está afectando las zonas cafetaleras se debe a la presencia de la roya (*Hemileia vastatrix*), esta ataca principalmente a las plantas productivas, provocando defoliación en la bandolas, reducción de crecimiento y baja producción de frutos, esta enfermedad es de mucha importancia para el sector cafetalero ya que si no se contrala puede llegar a ocasionar pérdidas del 30% hasta el 40% de la producción de café (Castro 1982).

Las experiencias obtenidas en varios países de Asia, África, y América, demuestran que los fungicidas químicos ofrecen una opción para el control inmediato de la roya del cafeto. La eficiencia de control depende en gran medida de utilizar adecuadamente las dosis y frecuencias de aplicación de los químicos, lo cual implica conocimiento de las condiciones climáticas particulares de la zona de producción, de la biología del hongo y epidemiología de la enfermedad.

Actualmente a nivel mundial existen diversos cambios en el comportamiento de los macro y micro-organismos provocados principalmente por el cambio climático, ello seguramente también modificó el grado de severidad e incidencia del hongo (*Hemileia vastatrix*) en los cafetales por lo que en la cosecha 2011-2012 causó grandes pérdidas económicas a los productores y por ende al país.

El trabajo de investigación se realizó con el propósito obtener una recomendación de control químico, por ser la alternativa inmediata que tiene el productor en estos momentos de crisis cafetalera, en aquellas zonas o fincas que tienen sembradas variedades susceptibles a la enfermedad.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Determinar el efecto de control que tiene sobre la enfermedad de la roya (*Hemileia vastatrix*) seis fungicidas químicos en una plantación de café (*Coffea arábica*) en la zona de Potrerillos, Siguatepeque.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Seleccionar el o los fungicidas que proporcionen el mejor control de la roya anaranjada del cafeto.
- ✓ Determinar el efecto de los fungicidas sobre la incidencia y severidad de la roya.
- ✓ Determinar la relación beneficio costo de los tratamientos.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Generalidades del café

El cultivo de café es un sistema productivo que ha sido objeto de muchas investigaciones, y esta tendencia continúa, mediante la búsqueda de mejores alternativas para una producción sostenible a largo plazo. El café bajo sombra es una práctica común en Centro América, Colombia y México (Carvajal 1985).

Estos agro ecosistemas, en las últimas décadas, han reducido su diversidad biológica, como resultado del uso excesivo de fertilizantes, control intensivo de plantas arvenses con herbicidas y eliminación de los árboles de sombra, con la finalidad de elevar la productividad por unidad de área. No obstante, en los últimos años, los bajos precios del café, junto con los altos costos de producción del modelo y la demanda cada vez mayor de café orgánico, están revirtiendo esta situación (Muschler y Bonnemann 1997).

3.2 Origen y distribución

El lugar de origen del café arábico es Etiopía, país donde se inició su cultivo (Anthony *et al.* 1999), una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán, actualmente el café arábico crece en forma silvestre sobre los 1500 msnm (León 2000).

La fecha de inicio de su cultivo se estima que fue a inicios del siglo VIII, luego por varios siglos (hasta el siglo XV) el cultivo se mantuvo como un monopolio de los árabes en las cercanías del mar rojo, con una fuerte expansión hacia Yemen (ex Arabia del Sur) en el siglo XIV, y hacia el Oriente Medio durante el siglo XV (Anthony *et al.* 1999).

La primera introducción de café en Europa se dio en 1706, y solo se introdujo una planta desde Java al jardín botánico de Ámsterdam, a partir del cual se originaron la mayoría de variedades cultivadas actualmente en el mundo (Chevalier y Dagron 1928, Carvalho 1946 citados por Anthony *et al.* 1999). Luego de la firma de paz entre Holanda y Francia en 1714, el alcalde de Ámsterdam obsequió una planta al rey Luís XIV, esta especie se adaptó exitosamente en el Jardín de plantas de París y produjo rápidamente semillas (Chevalier y Dagron 1928 citado por Anthony *et al.* 1999).

Las primeras introducciones de café al continente Americano se dieron a inicios del siglo XVIII. Desde Ámsterdam enviaron unas plantas hacia la Guyana Holandesa (hoy Surinam) y de París a la isla de Martinica en las Antillas, de donde en 1719 el cultivo se extendió rápidamente hacia la Guyana Francesa, y luego en 1727 hacia Brasil (Chevalier y Dagron 1928, citado por Anthony *et al.* 1999).

Por otro lado, los ingleses introdujeron plantas de café a Jamaica en 1730 y hacia finales del siglo XVIII (Anthony *et al.* 1999) e inicios del siglo XIX, según estos reportes está claro que los cafés de Yemen dieron origen a dos tipos de café arábica: 1) *C. arábica* var. *Typica*, conocido comúnmente como café Arábigo, *Typica* o *Típica*, que constituyó la base genética de las primeras variedades cultivadas en América y Asia; y 2) *C. arábica* var. *Bourbon* que fue difundido a partir de la isla Bourbon (Krug *et al.* 1939, Carvalho *et al.* 1969 citados por Anthony *et al.* 1999).

Por lo tanto, todas las variedades cultivadas en América latina hasta mediados del siglo XX compartieron la base genética del café *Typica* (Anthony *et al.* 1999). Estas evidencias sobre el origen del cultivo de café en América latina, también explican los procesos de erosión genética por las que atravesaron las bases genéticas *Typica* y *Bourbon*. Como consecuencia, los cultivares actuales derivados de estos dos grupos genéticos, debido a su reducida base genética, son altamente susceptibles a las plagas y enfermedades y presentan baja adaptabilidad a nuevas condiciones de cultivo (Wilches 1995).

3.2.1 Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiácea

Género: *Coffea*

Especie: *arábica* L. según (Wilches 1995).

3.3 Factores agro ecológicos

3.3.1 Altitud

Según Fischersworrying y Robkamp (2001), para el buen desarrollo y producción del café se requiere de un microclima fresco, con altitudes de 1,200 a 2,000 msnm, dependiendo de la latitud, con semi sombra y suficiente humedad, propiciada por especies arbóreas.

3.3.2. Temperatura y precipitación

Castro (1982), considera condiciones climáticas ideales para este cultivo, son zonas con temperaturas medias anuales entre 17 y 23 °C, precipitaciones medias anuales entre 1,600 y 2,800 mm por año, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días.

3.3.3 Humedad relativa

Sosa (2001), el cafeto requiere humedad relativa (HR), entre 60 y 70%, si consideramos que se da bien en condiciones montañosas donde la humedad relativa es menor que en el valle. Por otro lado, altas HR promueven enfermedades fungosas y proliferan las plagas,

entonces la regulación de la sombra antes del invierno ayudara a reducir los posibles problemas sanitarios y a la vez, incrementa la entrada de la luz y, con ello, de la fotosíntesis.

3.3.4 Viento

En altitudes por encima de los 1000 msnm, donde la presión atmosférica regula los otros factores climáticos mencionados, los vientos remueven constantemente el aire, que presenta un bajo contenido de oxígeno y esto puede disminuir las tasas respiratorias de algunos órganos como el fruto, lo que podría prolongar su fase de maduración. Vientos fuertes por tiempo prolongado y con alta frecuencia, provocan alternancia de los períodos secos y húmedos, Sosa (2001).

3.3.5 Suelos

Según Fischersworrning y Robkamp (2001), se necesitan, de preferencia, suelos de buen drenaje, profundos, ricos en nutrientes (especialmente potasio y materia orgánica), con textura franca, con el fin de obtener producciones de mejor calidad, ICAFE (1998).

3.3.6 Sombra y productividad

Los efectos de la sombra sobre el cafetal son muy variados y controvertidos; Aldazábal y Alarcón (1994) encontraron, que los frutos de café son de mayor tamaño bajo sombra que a pleno sol. De igual forma, el tamaño de las hojas es mayor en café con sombra que a pleno sol.

La sombra también reduce la amplitud del ciclo bienal de producción del café; bajo sombra no se dan picos de producción tan altos como al sol, pero tampoco se tienen niveles tan bajos (Cannell 1975). Además, la sombra y el mulch producido por los árboles reducen el crecimiento de plantas arvenses, lo cual disminuye los costos de producción (ICAFE 1989).

La sombra afecta el microclima de la plantación: la temperatura de la hoja y del aire, la velocidad del viento, la humedad del suelo, la mojadura de las hojas son algunas de las características del microclima modificadas por la sombra (Avelino *et al.* 2004).

Algunos autores mencionan niveles más altos de roya bajo sombra que al sol (Machado y Matiello, 1983; Stover *et al.* 2001; Avelino *et al.* 2004; Avelino *et al.* 2006), mientras que otros reportan niveles más bajos (Soto *et al.* 2002). Avelino y colaboradores (2004, 2006) sugieren que los diferentes resultados obtenidos podrían explicarse por diferencias de cargas fructíferas. La sombra podría afectar la roya a través de dos mecanismos principales, los cuales son antagonistas:

La sombra evita que la carga fructífera alcance niveles muy altos, lo cual disminuye la susceptibilidad del cafeto a la roya. La sombra propicia condiciones de microclima (humedad relativa, temperatura de hoja y aire, luminosidad), que podrían ser más favorables para el proceso de infección de la roya.

3.4. La roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)

3.4.1 Descripción de la enfermedad

Para Fernández (1978), enfermedad es toda alteración orgánica o funcional, más o menos grave para la vida de las plantas, o también el conjunto de fenómenos que se producen en ella como consecuencia de alguna acción patógena o fisiogénica, que afectan los procesos fisiológicos normales.

En los países de agricultura evolucionada, éstas se reducen considerablemente, sea por el empleo de variedades resistentes, tratamientos antiparasitarios, medidas de cuarentena, o por la acción de técnicas culturales convenientes. Además que la importancia económica de las enfermedades de las plantas debe medirse no solamente por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos de las medidas de prevención y control, y por las

limitaciones que imponen a las especies y variedades de plantas que pueden ser cultivadas en determinadas zonas agrícolas, Aldazábal y Alarcón (1994).

Los factores que determinan la presencia y severidad del ataque de una plaga o enfermedad son factores del hospedero (resistencia, fisiología, morfología y arquitectura), del patógeno (virulencia, agresividad y biología), del ambiente (clima, suelo, topografía) (enemigos naturales), el manejo del productor y el contexto paisaje. Más que los efectos individuales de estos factores, son las interacciones entre ellos las que son determinantes, como lo recuerda la representación simbólica de la enfermedad propuesta por Zadoks y Schein en 1979.

La roya fue reportada formalmente por primera vez en 1869 en una plantación de la isla asiática de Ceilán (hoy Sri Lanka).” Sin embargo, el hongo posiblemente se originó en África Central, donde el *Coffea arábica* se diversificó. La roya fue probablemente introducida accidentalmente a Ceilán desde África Central. A Brasil la roya llegó en 1971, llevada por los vientos alisios de África del Oeste (Bowden *et al.* 1971). Posteriormente, en menos de 20 años la roya se hizo presente en todos los países latinoamericanos productores de café.

La roya es un hongo de la clase Basidiomycetes, del género *Hemileia* (que significa mitad liso por la característica de las uredosporas), presenta ocasionalmente teliosporas y basidiosporas, siendo la principal forma de reproducción uredosporas. La roya es un parásito obligatorio que afecta hojas vivas de las especies de género *Coffea*. De las especies cultivadas la *C. arábica* es la más afectada.

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en la cara inferior de la hoja, por donde penetra el hongo, consistentes en pequeñas lesiones amarillentas que con el tiempo se vuelven coalescentes y producen uredosporas con un color anaranjado característico” (Avelino *et al.* 1999). En la actualidad no se ha reportado ningún hospedero alterno de la roya, sin embargo, el hecho que las basidiosporas sí germinen sobre el cafeto, pero no

logren infectarlo, indica que el hongo probablemente necesite otro hospedero para completar su ciclo, por lo cual se considera a la roya como heteroica, (León 2000).

3.4.2 Ciclo de vida de la roya del café

Básicamente, el ciclo de vida de un hongo fitopatógeno puede dividirse en las etapas siguientes: diseminación, germinación, penetración, colonización y esporulación. La diseminación se divide en liberación (el propágulo se desprende), dispersión y depositación sobre los órganos por infectar. La germinación constituye el inicio del proceso infeccioso. Cuando se da la penetración del hongo, empiezan a establecerse relaciones tróficas entre el hongo y el hospedero.

La colonización del órgano infectado lleva a la formación de los primeros síntomas visuales. El período comprendido entre el inicio de la germinación y la expresión de los primeros síntomas, constituye el período de incubación (no se ha producido ninguna entidad infecciosa nueva). La emergencia posterior de nuevos propágulos infecciosos, constituye la etapa de la esporulación. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y la esporulación (período de latencia), representa la variable más importante. “Cuanto más corto sea este, más rápido podrá repetirse el ciclo y más grave será la epidemia” (Avelino *et al.* 1999).

3.4.3 Diseminación y germinación de las uredosporas

“Es admitido generalmente que la liberación de uredosporas solamente es posible en presencia de agua líquida (Nutman *et al.* 1960). Una vez desprendidas, estas pueden viajar de diferentes formas: a pequeñas distancias a través de las salpicaduras provocadas por la lluvia (Nutman *et al.* 1960; Rayner 1961; Bock 1962; Nutman y Roberts 1963), a pequeñas y medianas distancias por los insectos (Crowe 1963; Amante *et al.* 1971) y los hombres (Waller 1972; Kushalappa 1989), a medianas y grandes distancias por el viento (Bowden *et al.* 1971).

Cuando la cara superior de la hoja es normalmente alcanzada por las lluvias, transportan las esporas hacia la cara inferior de las hojas (Rayner 1961; Bock 1962; Nutman y Roberts 1963), aunque si las lluvias son muy violentas, estas pueden eliminar las esporas por lavado” (Kushalappa 1989).

Durante el transporte por el viento, la viabilidad de las uredosporas puede verse afectada por el secamiento y las bajas temperaturas (Kushalappa 1989) y después de la deposición por una mojadura insuficiente para completar la germinación (Bock 1962; Nutman y Roberts 1963) o una exposición prolongada a los rayos del sol (Kushalappa 1989). La eficiencia contaminadora óptima es alcanzada cuando se tienen de 15 a 30 esporas por cm² (Bock 1962).

Las condiciones óptimas para la germinación son bien conocidas: temperatura de 22 °C (Nutman y Roberts 1963) a 23 °C (Akutsu 1981), oscuridad, agua líquida durante todo el proceso hasta la penetración” (Rayner 1961, Nutman *et al.* 1963; Kushalappa *et al.* 1983).

La germinación puede ocurrir en un tiempo de 5 horas y con mayor frecuencia por la noche (Rayner 1961), aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra y/o con un autosombramiento importante (Nutman y Roberts 1963). La formación de un apresorio sobre el estoma parece necesario para que se realice la penetración (6 horas). Temperaturas frescas entre 14 °C y 16 °C son favorables a esta formación” (De Jong *et al.* 1987).

3.4.4 Infección de la roya en el hospedero

La penetración del hongo se efectúa por un estoma bien formado. Lo anterior permite explicar que las hojas muy jóvenes cuya maduración de los estomas es incompleta son menos receptivas que las hojas adultas (Kushalappa 1989). Al contrario, algunos factores de estrés como una fuerte intensidad lumínica, antes de la deposición (acompañada de una

fuerte temperatura) (Eskes 1982) o una gran carga de frutos (Eskes y Souza 1981) aumentan la predisposición de las hojas a la infección por roya.

3.4.5 Epidemiología de la roya

La epidemia de roya empieza con la formación del inóculo primario, el cual es el inóculo responsable del desarrollo inicial de la epidemia. “La mayor fuente de inóculo primario es el inóculo residual (Mayne 1930), inóculo constituido por las lesiones necrosadas y/o latentes llevadas por las hojas del cafeto que sobrevivieron después de la época seca (Muthappa 1980). La cantidad de inóculo residual depende de la intensidad de defoliación.

La primera fase de la epidemia inicia con las primeras lluvias del año, las cuales reactivan la esporulación sobre las lesiones necrosadas y / o latentes y se forma el inóculo primario (Muthappa 1980; Muller 1980). “La segunda fase consiste en la repetición del ciclo (policiclo) y la formación del inóculo secundario, cuya cantidad puede verse reducida también por la defoliación del cafeto (natural o causada por la misma enfermedad)”.

3.4.6 Factores que afectan la epidemiología de la roya anaranjada

Las diferentes investigaciones que se han realizado muestran que tanto el desarrollo como la amplitud de la curva de progreso de la enfermedad están relacionados con cinco factores principales: la lluvia, la temperatura, la carga fructífera, la época de cosecha y el inóculo residual (Avelino *et al.* 1999).

3.4.6.1 La lluvia

Se indicó que el agua líquida actúa a nivel de esporulación (transporte), depositación, germinación y penetración de las uredosporas en las hojas. “Esto explica que la epifitía se desarrolla durante la época de lluvias y que su descenso se observa cuando el período de lluvias se detiene” (Gálvez *et al.* 1982; Santacreo *et al.* 1983; Holguin 1985).

3.4.6.2 La temperatura

La germinación es muy dependiente de las condiciones de temperatura. La formación del apresorio y el desarrollo del hongo en la hoja, dependen de esta variable también. El período de incubación se acorta extremadamente en los meses con temperaturas favorables para la germinación (entre 22 y 23 °C). “En Honduras, a 750 msnm, de febrero de 1982 a enero de 1983, los períodos de latencia fluctuaron entre 29 y 62 días (Santacreo *et al.* 1983).

Los períodos más cortos se observaron entre agosto y septiembre, meses en que la temperatura se mantuvo entre 18 y 27 °C. A una altitud de 1,200 msnm, los períodos de latencia se alargaron, debido a las temperaturas más bajas, estos oscilaron entre 40 y 80 días. Lo anterior explica que los máximos de infección y la forma de la curva de progreso de la epidemia varíen en función de la altitud, la cual está relacionada de manera inversa a la temperatura.

3.4.6.3 La carga fructífera

La receptividad (predisposición) de las hojas a la roya anaranjada varía en función de su carga fructífera, posiblemente porque, en período de fructificación, migran compuestos fenólicos de las hojas hacia los frutos. Esto fue corroborado en Guatemala, donde se obtuvo una relación positiva muy significativa, al nivel de probabilidad del 0,01 %, entre la carga fructífera del cafeto, la cual fue evaluada en junio después de la caída fisiológica de los frutos, y la infección posterior que este sufrió (Avelino *et al.* 1993). Un 50 % de la variabilidad de la infección observada fue atribuida a la carga fructífera.

3.4.6.4 La cosecha de los frutos

La receptividad (predisposición) del cafeto pareciera incrementarse no solamente en plantas con alta carga fructífera, sino también en una misma planta a medida que se desarrolla el

fruto. En México, en el período de marzo de 1988 a abril de 1989 se observó, que el inicio de la enfermedad coincidió con el inicio de la cosecha. Posterior, el crecimiento acelerado de la epidemia ocurrió cuando la cosecha estaba bien establecida. Finalmente la máxima infección se encontró al final de la cosecha. Después de cosecha, la epidemia empezó a declinar (Avelino *et al.* 1991).

Otro factor que podría incidir en este comportamiento es el gran movimiento de las personas recolectoras de café, lo cual favorece la diseminación de las uredosporas. También podría adjudicarse a que el desarrollo del fruto responde a los mismos estímulos exteriores (clima) que el de la roya anaranjada.

3.4.6.5 El inóculo residual

El papel del inóculo residual fue bien evidenciado en México (Avelino *et al.* 1991). Se comprobó que toda la infección presente a principios de año, se ubica en las hojas viejas del cafeto (hojas que habían nacido en la época de lluvia anterior al estudio), mientras que las hojas jóvenes estaban en su mayoría perfectamente sanas. Se concluyó que la conservación de la enfermedad de un año para el siguiente se hacía a través de las hojas viejas infectadas que lograban sobrevivir la época seca.

3.3.5.4 Razas de roya

Según Céu *et al.* 2006 se han identificado 45 razas de roya. Estas son el resultado de las diferentes combinaciones de nueve factores de virulencia. “Hasta 1997, todas las muestras de roya anaranjada procedente de América Central que fueron evaluadas por el Centro de Investigacao das Ferrugens do Caffeiro (CIFC) (Portugal), muestras de los años 1977, 1984, 1992, 1993 y 1994 originarias de Nicaragua, Honduras, Guatemala y Costa Rica, fueron identificadas, como muestras de raza II únicamente, la raza de roya más sencilla (un solo factor de virulencia, v5)” (reportado por Avelino *et al.* 1999).

Hace 10 años, sin embargo, el CIFIC identificó la raza I (v2 v5) en unas muestras del lago de Yojoa, Honduras, región muy favorable al desarrollo de la enfermedad. La raza de roya II se caracteriza por ser la más sencilla de todas las razas, pero constituye la raza mejor adaptada a las condiciones del hospedero y de clima y tiene gran capacidad para mutar (Avelino *et al.* 1999).

3.5 Control químico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)

Si el productor se decide por la alternativa de mantener cultivares altamente productivos, pero susceptibles a la enfermedad, entonces será necesario que haga controles periódicos con agroquímicos. Los productos más usados son los compuestos cúpricos, los cuales se mezclan con agua y se aplican a la plantación.

Es necesario acotar que se requiere de una plantación planificada, con calles que permitan libre acceso de operarios con asperjadoras. Por tal razón, recomendamos el uso de cultivares de porte bajo ('Caturra', 'Catuaí'), que por su estatura son de fácil manejo; sembrados en hileras, separadas 2.5 metros y 1.5 metros entre planta y planta en la hilera, sembrando una planta por hoyo.

Trabajos realizados por (Suazo *et al.* 1997) en la zona de La Fe, Ilama, Santa Bárbara, con el cultivar Caturra Rojo, determinó que el Oxidloruro de Cobre con una dosis de 1750 g.i.a/ha resultó evidentemente ser eficiente en el control de la roya del cafeto y enfáticamente el más económico cuando comparado con las tres dosis de Cyproconazol (Alto 100 SL) con dosis utilizadas de 20, 30 y 40 g.i.a/ha. Similares resultados fueron obtenidos por Castro y Coutiño (1990) y por Villanueva (1991) quienes indicaron que el Oxidloruro de Cobre fue uno de los más eficientes y económicos en el control de la enfermedad en México, cuando lo compararon con Cyproconazol y otros productos.

Según Palma *et al.* 1995 con las aplicaciones de Oxidloruro de Cobre para los años de 1986/1987 presentó incidencias de roya menores del 10% con las dosis media y alta (3.5 y

4.5 kg/ha), siendo ligeramente superior la infección con las dosis baja (2.5 kg/ha), llegando a alcanzar hasta el 15% en el mes de octubre. Mientras que con hidróxido y oxicloruro de cobre se encuentran niveles muy bajos de roya con las tres dosis evaluadas (2, 3 y 4 kg/ha).

Willians *et al.* (1991) señalan que el Cyproconazol en dosis de 259 cc/ha fue satisfactorio en el control de roya, en la zona de Palmira, Boquete, Panamá; Mientras que en la zona de Alto Lino no redujo los niveles de infección; sin embargo en Costa Rica, Chávez (1987) en estudios realizados con Cyproconazol (SAN 619 F 100 SL) determinó que la incidencia de roya fue reducida de 24.7% a 0.1%. Según Tronconi *et al.* 1997, es recomendable evaluar a Cyproconazol alternado con oxicloruro de cobre en el control de la roya del cafeto con el propósito de reducir los costos y manteniendo una eficiencia estable en el ciclo de la enfermedad.

Según trabajos realizados por Suazo *et al.* 1997 en el centro experimental “Las Lagunas”, en el departamento de La Paz, Honduras en donde evaluaron lotes con y sin control químico, determinaron que en el lote sin control químico, el promedio de incidencia de roya en cuatro años fue de 11.32%, mientras que en lote con control (Oxicloruro de cobre al 50%) con una dosis de 3.5 kg/ha fue de 6.43%. Debe aclararse que los niveles de manifestación de la enfermedad fueron bajos, debido principalmente a las condiciones climáticas de la zona en la que se desarrolló el estudio, considerando que en esta región la temperatura promedio anual es de 18° C, lo que no favorece el potencial de desarrollo de la enfermedad.

Según Barbera, (1976), el uso de fungicidas contra las enfermedades fungosas en los trópicos parece haberse iniciado con los buenos resultados obtenidos sobre la roya del cafeto en Ceylan y Java. El uso de caldo bordelés para su control se recomendó por primera vez en 1985 por Sadebeck, quien demostró su efecto dañino sobre la uredospora de *H. vastatrix*, bajo condiciones de laboratorio.

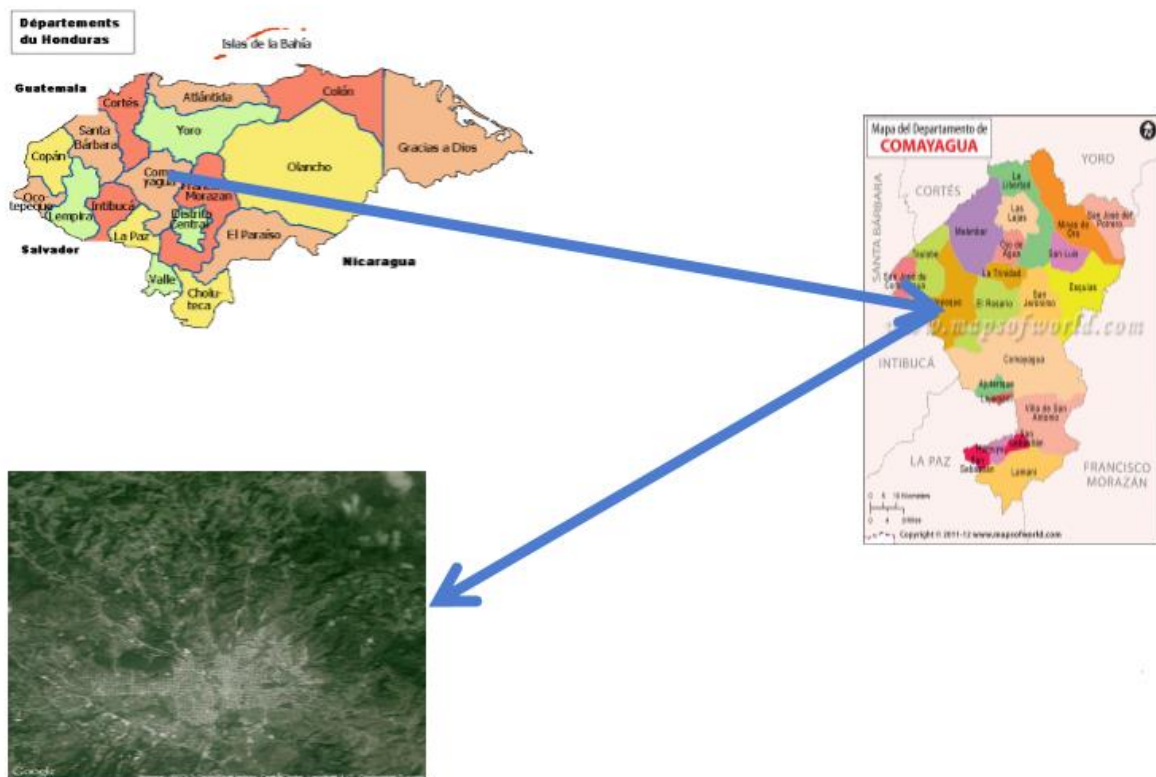
Investigaciones realizadas por Silva *et al.* (2002), en la región de Teixeiras, Zona de la Mata de Minas Gerais, Brasil, cuando realizó cuatro atomizaciones del fungicida oxiclورو de cobre 50 PM a 1,5 kg/ha, realizadas entre diciembre y marzo ofrecen efectiva protección al cultivo contra la roya y tienen efecto favorable sobre la producción, sin embargo las dosis de 0,24 y 0,48 kg/ha de triadimenol no fueron eficientes en el control de la enfermedad. Pero con la utilización de dosis de 0,72 kg/ha, hubo un control eficiente sobre la roya, sin tener un efecto favorable con ninguna de las tres dosis sobre la producción. El uso de la mezcla triadimenol + disulfoton, promovió los menores niveles de enfermedad y los mayores rendimientos.

Según datos obtenidos por Ochoa, (1985), en la aplicación de Cobox (Oxicloruro de cobre al 50%) con un intervalo de 60 días con las dosis de 1, 2 y 4 kg/ha mostraron un deficiente control de la roya. En general estas dosis tuvieron los valores más altos de porcentaje de hojas con roya (PHR), siendo más notorio al final del período lluvioso. Este trabajo fue llevado a cabo en la localidad de Tapiquillares, Cortes, Honduras. Por consiguiente con un intervalo de aplicación de 40 días, la dosis que mantuvo el bajo nivel de incidencia de la roya fue de 4 kg/ha y la dosis que mantuvo los niveles más altos fue 1 kg/ha siempre en la misma región y con un intervalo de 20 días se mantuvieron resultados similares a un intervalo de 40 días.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación y descripción del sitio experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante los meses, de julio a septiembre en la Finca del señor Gustavo Callejas, aldea de Planes del Zapote, municipio de Siguatepeque[†], en el departamento de Comayagua, Honduras, CA. El sitio de estudio se encuentra ubicado a 1,167 msnm, la precipitación anual es entre 1,200 a 1,300 mm, la temperatura promedio anual es de 24°C y humedad relativa de 70% a 80% con un tipo de suelo franco arcilloso, buena profundidad y tienen muy buena permeabilidad.



4.2 Materiales y equipo

Durante el estudio se utilizó: cintas plásticas con dos diferentes colores, cinta métrica, balde, hoja de toma de datos, marcadores indelebles, jeringa de 10 cc, tablero, libreta de campo, lotes de café con incidencia de la enfermedad, overol, guantes, mascarilla, fungicidas químicos: sistémicos y de contacto. El equipo fue: Bomba de mochila manual, marca Osatu, con boquilla de 4 orificios, vehículo, calculadora, cámara fotográfica y computadora.

4.3 Características del sitio experimental.

4.3.1 Selección del lote

El lote consta de un distanciamiento de siembra de dos metros entre hilera y un metro entre plantas, dando una población de 5,000 plantas/ha (3,500 plantas/mz), se usó una plantación joven de 4 años de edad, la variedad sembrada con el cultivar Pacas. El lote es homogéneo desde el punto de vista varietal, densidad de plantas y edad. Su manejo ha sido similar al resto de la plantación y se encuentra a pleno sol.

4.3.2 Material genético

El sitio experimental esta cultivado con la variedad Pacas, la cual tiene una excelente adaptación a la zona, la semilla empleada en su siembra fue adquirida directamente del IHCAFE, por lo cual la uniformidad y homogeneidad del lote es notable.

4.3.3 Tamaño de la parcela

La parcela experimental estaba compuesta por 20 plantas (4 surcos con 5 plantas cada uno) y se considerará como parcela útil las 6 plantas centrales. Entre cada parcela se dejará una hilera de plantas y entre cada bloque se dejará un surco a los cuales no se aplicará ningún

tratamiento, lo cual al mismo tiempo que mejorará el amortiguamiento del efecto de las parcelas adyacentes, se convierte en un área de dispersión del patógeno.

4.3.4 Marcación de las plantas

De las seis plantas útiles por parcela, se seleccionaron cuatro que eran representativas de la parcela y fueron marcadas con cintas numeradas de (1, 2, 3 y 4) en cada una de ellas se marcaron cuatro bandolas en el tercio medio de la planta; cada bandola tenía su cinta plástica con un color diferente al de la cinta con que se marcó la planta y se identificaron con las letras (a, b, c, y d) durante todo el estudio. Las bandolas marcadas con letras a y b estaban opuestas y dirigidas hacia el surco y las bandolas c y d estaban opuestas y dirigidas hacia la calle.

4.4 Diseño experimental utilizado.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 7 tratamientos (incluye el testigo) y cuatro repeticiones.

4.5 Modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, \dots, t \\ j = 1, \dots, r \end{cases}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta medida en la j-ésima repetición y el i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β = Coeficiente angular de la regresión.

X_{ij} = Variable independiente o covariable.

$\bar{X}$ = Media general de la covariable.

ε_{ij} = Error experimental.

4.6 Tratamientos evaluados

Se evaluaron siete tratamientos incluyendo el testigo al cual únicamente se le asperjo agua.

A continuación se detalla la descripción de los mismos:

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.

No	Fungicidas		Grupo químico	Dosis por hectarea/Aplic.	
	Nombre comercial	Ingrediente activo		Producto comercial (ml o g)	i.a * (gramos)
T1	Alto 10 SL	Cyproconazole	Triazol	250 ml	25
T2	DUETT 25 SC	Epoxiconazol (12.5%) +Carbendazin (12.5%)	Triazol	500 ml	62.5+62.5 Total=125
T3	Orius 25 EW	Tebuconazol12	Triazol	750 ml	187.5
T4	Silvacur combi 30 EC	Tebuconazol (22.5%) +Triadimenol(7.5%)	Triazol	600 ml	135+45 Total=180
T5	Oxicob 85 WP	Cobre metálico 85 %	Cúprico	3500 g	1750
T6	Hidrocob 77 WP	Cobre metálico 77%	Cúprico	3500 g	1750
T7	Testigo	Se asperjo agua		0	0

* i.a: ingrediente activo.

Los productos de acción fungistática son el Hidróxido de cobre y el Oxiclورو de cobre. Los productos de acción fungicida son el Ciproconazole, Epoxiconazol+Carbendazin, Tebuconazol, Tebuconazol+Triadimenol.

4.7 Variables evaluadas.

a) Incidencia (%)

b) Grado de severidad (%)

c) Defoliación (%)

a) Incidencia de roya en el cultivo de café

Según Seem 2004, citado por el IHCAFE (2013), se define como la proporción (0 a 1) o porcentaje (0 a 100) de plantas enfermas dentro de una unidad de muestreo. En este caso se definió como el porcentaje de hojas enfermas en una planta de café. Para determinar la incidencia de roya se hará uso del método modificado por Kushalappa y Chaves (1981), de las seis plantas de la parcela útil se seleccionaron cuatro plantas representativas por cada repetición y en cada plántula se marcaron cuatro bandolas ubicadas en la parte media de las planta, dirigidas dos hacia el surco y dos hacia la calle, en cada bandola se evaluó el número total de hojas y el número de hojas con presencia de roya (Fig. 1)

Ejemplo:

Número total de hojas: 11

Número de hojas con presencia de roya: 4

Porcentaje de incidencia: $\frac{04}{11} \times 100 = 36\%$

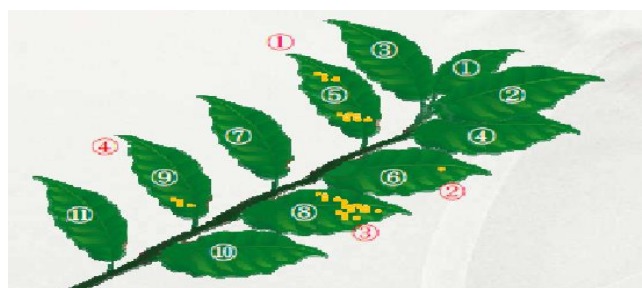


Figura 1. Lectura de incidencia (%) de la roya.

Las lecturas deben iniciarse de izquierda a derecha así como se muestra en la figura 2 y para saber cuál lado será izquierdo o derecho, debe colocarse al frente de la bandola.



Figura 2. Posición de la bandola de café para realizar lecturas.

b) Severidad de roya en el cultivo de café

Según James citado por el IHCAFE (2013) es el área del tejido vegetal afectado por una enfermedad expresada en porcentaje. Para estimar el porcentaje de área foliar afectada por roya se utilizó la escala propuesta por Kushalappa y Chaves (1980), la cual permite estimar el área foliar (1 a 100 cm^2) de cada una de las hojas evaluadas y el porcentaje (0 a 100%) de su área afectada por la roya.

Para estimar los porcentajes de área foliar afectada por roya se comparó la hoja de la planta de café, con un patrón de área foliar propuesto por Kushalappa y Chávez y según el diámetro de la lesión (pústula) de roya se le asignaron valores de uno, tres, cinco, siete y diez expresados en porcentajes. Por ejemplo en la figura 3 se muestra una hoja de café con 50 cm^2 de área foliar, mostrando lesiones de 1 , 3 , 5 , y 7% del área total de la hoja dando una sumatoria de 25% de su área foliar afectada por roya.

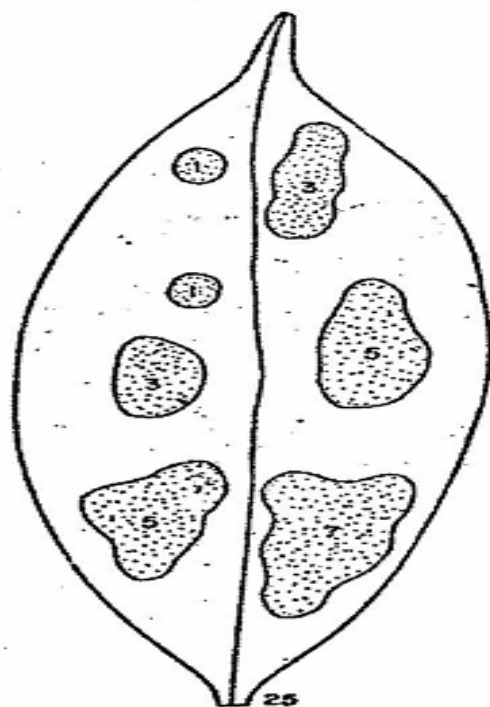


Figura 3. Porcentaje (%) de area foliar afectada por la enfermedad.

c) Defoliación expresada en porcentaje

Cuando se evaluó la incidencia, se llevó un registro de hojas presentes (con y sin roya) y registros de hojas presentes y ausentes. Por lo que de esta información se determinó en cada lectura si el número de hojas presentes es igual o inferior a la lectura anterior; así como también saber si la hoja caída tenía roya o no y por regla de tres se obtendrá el porcentaje de defoliación.

4.8 Numero de aplicaciones y lecturas realizadas

En total se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos con intervalos de treinta (30) días, la primer lectura se realizó un día antes de la primer aplicación de los tratamientos, la segunda lectura se realizó a los 15 días después de la primera aplicación, la tercera a los treinta después de la primer aplicación (un día antes de la segunda aplicación), la cuarta y la quinta lectura a los 15 y 30 días después de realizada la segunda aplicación (Ver anexo 4).

4.9 Análisis de la información obtenida.

Las variables de respuesta observadas en el experimento serán analizadas con el programa estadístico SAS, se compararán los efectos de algunos tratamientos mediante contrastes ortogonales siguientes:

1. Comparación del control (Testigo), frente a los fungicidas.
2. Comparación de fungicidas sistémicos frente a fungicidas de contacto (preventivos).
3. Comparación de Tebuconazol (Orius 25 EW) frente a Tebuconazol + Triadimenol (Silvacur Combi 30 EC).
4. Comparación de Ciproconazole (Alto 10 SL) frente a Tebuconazol + Triadimenol (Silvacur Combi 30 EC)

Así mismo las variables de respuestas analizadas fueron sometidas a un análisis de covarianza en los cuales la variable a considerar estará constituida por el nivel de incidencia y severidad previa a la aplicación de los tratamientos.

Se realizó mediante la evaluación a la plantación, determinando el grado de Incidencia y severidad de la enfermedad, mediante observaciones visuales objetivas efectuadas a cada una de las parcelas experimentales.

Para determinar el porcentaje de incidencia de la enfermedad, se realizaron evaluaciones periódicas cada 15 días a partir de la aplicación de los tratamientos, contando el número de hojas enfermas de la bandola y dividiendo para el número total de hojas (sanas + enfermas) de la misma y multiplicando por 100 para expresarlo en porcentaje, utilizando la fórmula que a continuación se describe.

$$\% \text{ de Incidencia (I)} = \frac{\text{\# de hojas enfermas por bandola}}{\text{Total hojas observadas (sanas + enfermas)}} \times 100$$

La severidad de la enfermedad se obtuvo mediante una evaluación visual objetiva del área enferma sobre el área total, utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ de Severidad (S)} = \frac{\text{Porcentaje de área foliar con la enfermedad}}{\text{Porcentaje total del área foliar (sana+enferma)} = 100} \times 100$$

El porcentaje de defoliación se obtuvo a través de los datos obtenidos, aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ de Defoliación (D): } * \frac{\text{Numero de hojas presentes (lectura actual)}}{\text{Numero de hojas que existían (lectura anterior)}} \times 100$$

* = El dato obtenido es el porcentaje de hojas presentes en la bandola y al restar ese valor de 100, se obtuvo el porcentaje de defoliación.

4.10 Calibración del Equipo

Se asperjo agua sobre ocho plantas, lo cual se hizo tres repeticiones, mediante el cual se asperjo ocho plantas con tres litros de agua y por regla de tres se calcula la cantidad de agua siguiente:

$$\begin{array}{l} 3 \text{ litros} \quad \text{-----} \quad 8 \text{ plantas} \\ \quad \quad \quad =x \quad \text{-----} \quad 20 \text{ plantas} \\ 7.5 \text{ litros/parcela} \end{array}$$

Cantidad de agua/planta= 0.375 litros

Cantidad de agua/manzana= 1312.5 litros

Cantidad de agua/hectárea= 1875 litros

4.11 Análisis Económico

Se hizo un análisis económico parcial determinando el costo de cada uno de los fungicidas evaluados y el costo de aplicación por hectárea, para saber cuál de estos productos resulta más económico.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Variable incidencia de la roya.

Previo a la primera aspersión de tratamientos la incidencia inicial de roya fue en T1= 20.65%, T2=26.46%, T3=41.39%, T4=38.78%, T5=50.17%, T6=48.78% y T7=39.97% esta elevada infección estuvo influenciada por la alta cantidad de lluvias que prevalecieron durante los meses de julio, agosto y septiembre.

5.1.1 incidencia 15 después de la primera aplicación

En el primer análisis se realizó un análisis de covarianza para el diseño experimental en Bloques Completos al Azar (DBCA), para evaluar el efecto de los fungicidas bajo estudio sobre los niveles de incidencia de la roya del café. La decisión de efectuar el análisis de covarianza está basado en el hecho de que el nivel de incidencia de la roya sobre las parcelas previo a la aplicación de los fungicidas puede influir sobre el nivel de incidencia observado después de la aplicación de los mismos, si esta incidencia existe y no es evaluada entonces la totalidad de los resultados observados podrían atribuirse al efecto de los fungicidas y obtener conclusiones erróneas, el propósito del análisis de covarianza es evaluar si la covariable incidencia previa de la roya tuvo influencia estadísticamente significativa sobre la incidencia observada después de la aplicación de los fungicidas.

El análisis estadístico fue efectuado corriendo el correspondiente código en el Sistema de Análisis Estadístico SAS versión 9.2, los resultados del mismo se muestran en el (Anexo 7), los resultados del análisis indican que los efectos de los fungicidas y los bloques sobre la variable observada “Incidencia de la roya del cafeto” a los 15 días después de la primera

aplicación de los fungicidas no fue significativa, es decir que todos los fungicidas tuvieron el mismo efecto (Figura 4).

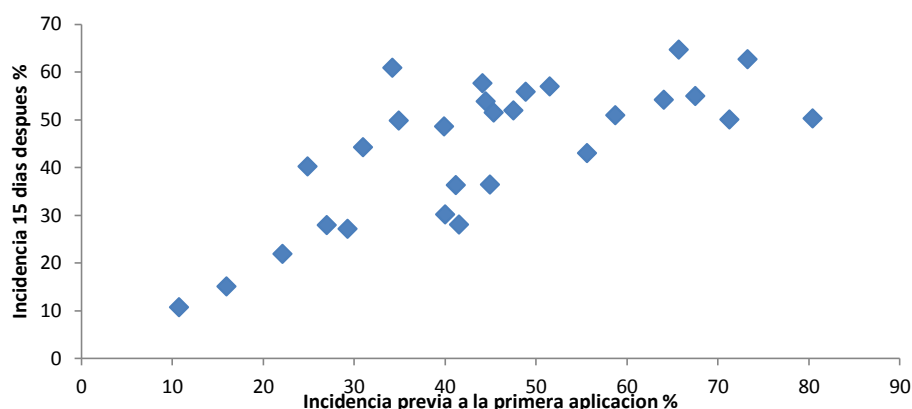


Figura 4. Relación existente entre el primer y segundo muestreo.

Sin embargo el análisis estadístico indica que la covariable “Incidencia inicial de roya antes de la primera aplicación de fungicidas” tuvo un efecto altamente significativo (Probabilidad <0.0001) sobre la variable dependiente observada, de modo que fue apropiado realizar este análisis para efectuar el ajuste de las medias por el efecto de la covariable.

El análisis de covarianza nos permite obtener los promedios de los efectos de cada fungicida sobre el nivel de incidencia ajustados por el efecto de la covariable. Estos promedios se observan en la (Figura 5 y Anexo 7ª).

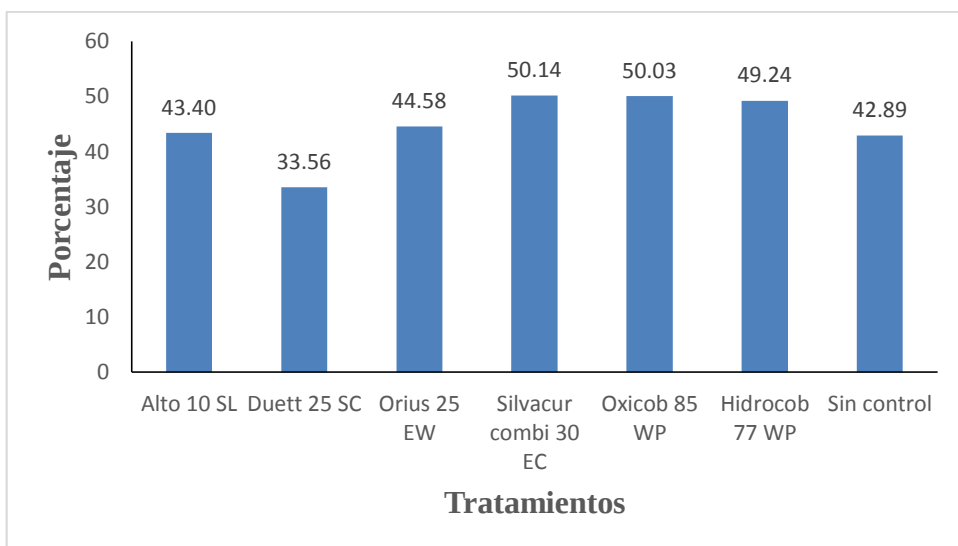


Figura 5. Incidencia de roya del café a los 15 días después de la primera aplicación.

5.1.2 Incidencia 30 días después de primera aplicación de fungicidas

El análisis estadístico de los datos obtenidos en el muestreo a los 30 días después de la primera aplicación muestran que existe diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre los tratamientos evaluados (Anexo 8), para obtener un mayor detalle acerca de estas diferencias se efectuó una prueba de contrastes ortogonales en el cual podemos determinar que en los contrastes: Testigo vrs Fungicidas, Fungicidas sistémicos vrs Fungicidas de contactos y Orius 25 EW vrs Silvacur combi 30 EC no hubo diferencia significativa, es decir estos tratamientos no mostraron efectos diferentes entre sí, sin embargo el contraste Alto 10 SL vrs Silvacur combi 30 EC muestra que existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos tratamientos, donde el Alto 10 SL presentó mayor eficiencia en el control de la roya del café (Anexo 8^a).

Los mejores tratamientos en este muestreo fueron la aplicación de Alto 10 SL (Cyproconazole) que mantuvo el menor porcentaje de incidencia con 20.65%, seguidamente la aplicación de Duett 25 SC (Epoconazol + Carbendazin) con un 26.46% y por último la aplicación de Silvacur combi 30 EC (Tebuconazol + Triadimenol) con 38.78% (Figura 6), los cuales se diferenciaron estadísticamente del Testigo (Sin control) y de los demás tratamientos los que mantuvieron el porcentaje de incidencia de

roya por encima de los señalados. El porcentaje de incidencia más alto de roya en este muestreo lo presentó la aplicación de Oxiclورو de cobre 85 WP (Cobre metálico) con un 50.17% (Anexo 8b).

El análisis estadístico realizado para la covariable “Incidencia inicial de roya” (antes de la primera aplicación de fungicidas) indica que había diferencia altamente significativa (Probabilidad <0.0001) sobre la variable dependiente observada, de modo que fue apropiado realizar este análisis para efectuar el ajuste de las medias por el efecto de la covariable.

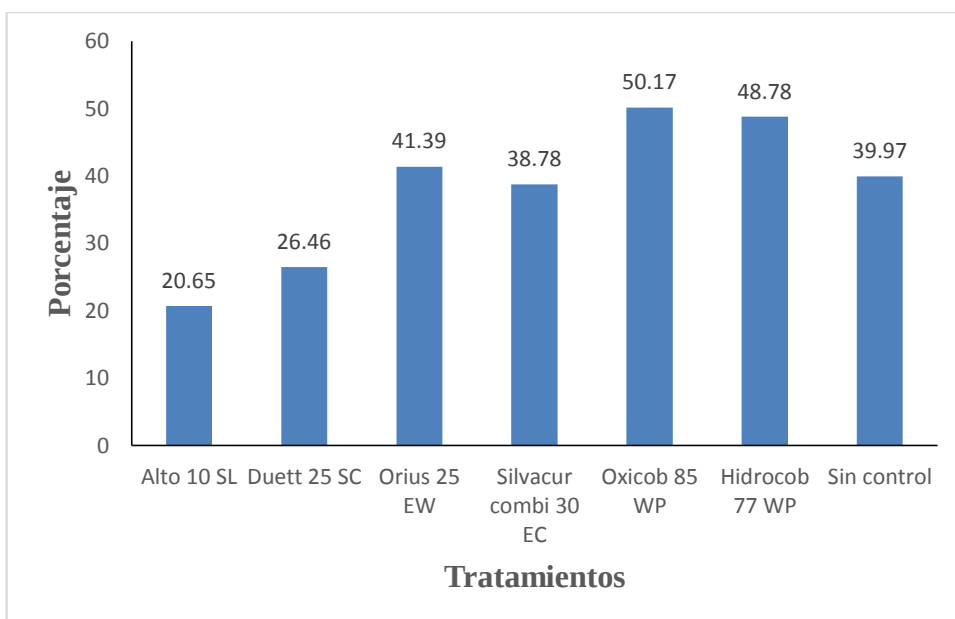


Figura 6. Incidencia de roya del café a los 30 días después de la primera aplicación.

Estos datos coinciden con los investigados por Williams *et al.* (1991) quienes señalan que el Cyproconazole (Alto 10 SL) en dosis de 0.259 l/ha, fue satisfactorio en el control de roya, en la zona de Palmira, Boquete, Panamá; mientras que en la zona de Alto Lino, no redujo los niveles de infección; sin embargo en Costa Rica, Chávez (1987) en estudios realizados con Cyproconazole (Alto 10 SL) determinó que la incidencia de roya fue reducida de 24.7% a 0.1%.

5.1.3 Incidencia a los 15 días después de la segunda aplicación

Según el ANAVA (Anexo 9) hay diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a los tratamientos, lo que indica que más de alguno de los tratamientos evaluados es diferente a otros, por lo tanto el Alto 10 SL muestra los valores más bajos de incidencia en cuanto al porcentaje con un 5.92% luego le sigue el Duett 25 SC con 7.12%, continuando en tercer lugar Silvacur combi 30 EC con 11.93% y por cuarto lugar el Orius 25 EW con 15.81% y lo que es el Hidrocob 77 WP y el Oxicob 85 WP (Anexo 9^a) mantuvieron valores muy elevados aproximados al testigo, debido a que, estos son productos químicos que sirven como protección contra esta enfermedad, y es por ello que su aplicación debe realizar con niveles bajos de incidencia de la enfermedad (menor del 5%) y bajo las condiciones estudiadas, había una alta incidencia de la roya (38.03%) y es por ello que sea muy difícil que ejerciera un buen control de la roya del cafeto.

Sin embargo el análisis estadístico realizado para la covariable “Incidencia a los 30 días después de la segunda aplicación de fungicidas”, indica que no hubo un efecto significativo (Probabilidad $< 0.01\%$) sobre la variable dependiente observada, de modo que no fue apropiado realizar este análisis para efectuar el ajuste de las medias por el efecto que podía ocasionar la covariable como se muestra en el (Anexo 9).

Se realizó una prueba contrastes ortogonales (Anexo 9b) de los cuales únicamente se encontró una diferencia altamente significativa ($p < 0.001\%$) entre el contraste testigo vrs fungicidas, sin embargo no se encontró diferencia significativa entre los contrastes: sistémicos vrs contactos, Orius vrs Silvacur combi 30 EC y Alto 10 SL vrs Silvacur combi 30 EC, lo que significa que no hubieron diferencias de control entre los fungicidas contrastados.

5.1.4 Incidencia a los 30 días después de la segunda aplicación.

En cuanto a este último muestreo realizado a nivel de campo el ANAVA (Anexo 10) indica que existe diferencia altamente significativa (Probabilidad $<0.0001\%$) en donde el Alto 10 SL (Cyproconazole) muestra los mejores resultados con un 1.14% de incidencia de roya seguido del Duett 25 SC (Epoxiconazol+Carbendazin) con un 5.49%, también el Silvacur combi 30 EC (Tebuconazol+Triadomenol) mantuvo un nivel bajo de incidencia con 9.16%, lo cual nos indica que bajo las condiciones que se realizó el estudio fueron los fungicidas sistémicos los que proporcionaron el mejor control de la enfermedad y no los productos de contacto como el Oxicob 85 WP y el Hidrocob 77 WP que mantuvieron niveles muy elevados al igual que el tratamiento sin control (Anexo 10ª y Figura 7).

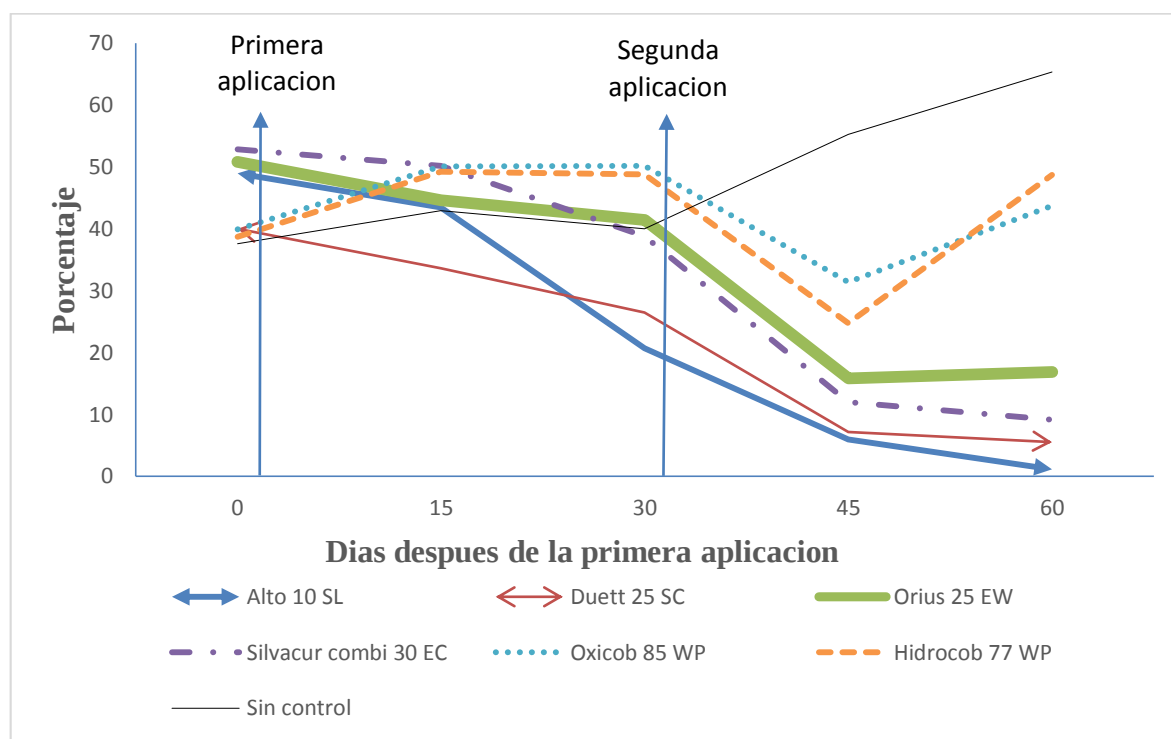


Figura 7. Incidencia de roya existente en cada tratamiento durante el tiempo de investigación.

Se hizo una prueba de contrastes en la cual se determina que hubo diferencia significativa en todos los contrastes (Probabilidad $<0.0001\%$), para el caso el contraste Orius 25 EW vs

Silvacur combi 30 EC, el Silvacur combi 30 EC presenta menor incidencia de roya lo que indica que es más eficiente en comparación con el Orius 25 EW, para el contraste Alto 10 SL vs Silvacur combi 30 EC, el Alto 10 SL presenta los valores más bajos de incidencia de roya y este producto es el mejor en cuanto a eficiencia a todos los otros productos utilizados en la investigación (Anexo 10b).

5.2. Variable severidad de roya.

5.2.1 Severidad 15 después de la primera aplicación

En el primer muestreo se realizó un análisis de covarianza, para el Diseño experimental en Bloques Completos al Azar (DBCA) para evaluar el efecto de los fungicidas bajo estudio sobre los “niveles de severidad de la roya del café a los 15 días después de la primera aplicación de los seis fungicidas”. La decisión de efectuar el análisis de covarianza, está basada en el hecho de que el nivel de severidad de la roya sobre las parcelas previo a la aplicación de los fungicidas puede influir sobre el nivel de severidad observado después de la aplicación de los mismos.

Si esta severidad existe y no es evaluada, entonces la totalidad de los resultados observados podrían atribuirse al efecto de los fungicidas y obtener conclusiones erróneas, el propósito del análisis de covarianza es evaluar si la covariable “severidad previa de la roya”, tuvo influencia estadísticamente significativa sobre la severidad observada después de la aplicación de los fungicidas.

El análisis estadístico fue efectuado corriendo el correspondiente código en el Sistema de Análisis Estadístico SAS versión 9.2, los resultados del mismo se muestran en las (Anexo 11), los resultados del análisis indican que únicamente hubo diferencia altamente significativa ($p < 0.0001\%$) para la variable observada “Severidad de la roya del cafeto”, mientras que el efecto de los tratamientos y los bloques a los 15 días después de la primera

aplicación de los fungicidas no fue significativa, es decir que todos los fungicidas tuvieron el mismo efecto (Figura 8).

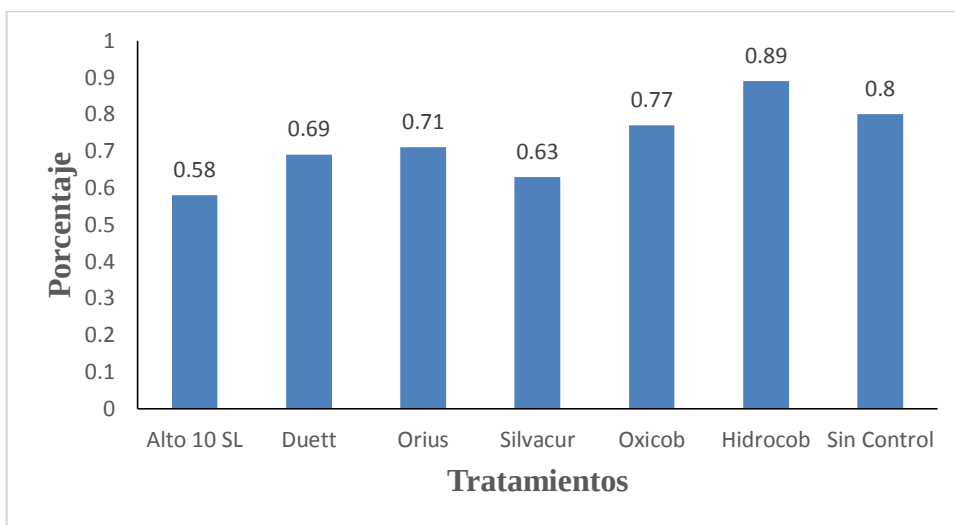


Figura 8. Severidad de roya del café a los 15 días después de la primera aplicación.

El análisis de covarianza nos permite obtener los promedios de los efectos de cada fungicida sobre el nivel de severidad ajustados por el efecto de la covariable. Estos promedios se observan en la (Anexo 11^a)

5.2.2 Severidad 30 días después de primera aplicación de fungicidas

El análisis estadístico de los datos obtenidos en el muestreo a los 30 días después de la primera aplicación muestran que existe diferencia significativa (Probabilidad $<0.05\%$) entre los tratamientos evaluados (Anexo 12), para obtener un mayor detalle acerca de estas diferencias se efectuó una prueba de contrastes ortogonales en el cual podemos determinar que en los contrastes Testigo vrs Fungicidas, Fungicidas sistémicos vrs Fungicidas de contactos y Alto 10 SL vs Silvacur combi 30 EC no hubo diferencia significativa, es decir estos tratamientos no mostraron efectos diferentes entre sí, al contrario Orius 25 EW vrs Silvacur combi 30 EC muestra que existe una diferencia significativa (Probabilidad $<0.05\%$) entre ambos tratamientos, donde el fungicida Orius 25 EW presentó la mayor eficiencia en el control de la roya del café (Anexo 12^a).

Los mejores tratamientos en este muestreo fueron la aplicación de Duett 25 SC que mantuvo el menor porcentaje de severidad con 0.24%, seguidamente el fungicida Alto 10 SL con un 0.32% y por último la aplicación de Orius 25 EW con 0.77%, los cuales se diferenciaron estadísticamente del Testigo que mantuvo un porcentaje de severidad de 1.38 %. Los valores más elevados en cuanto a la severidad los presentó el fungicida Hidrocob 77 WP con 2.45% (Figura 9 y Anexo 12b).

El análisis estadístico de la covariable “Severidad inicial de roya” (antes de la primera aplicación de fungicidas), nos indica que hubo un efecto altamente significativo (Probabilidad <0.0001) sobre la variable dependiente observada, de modo que fue apropiado realizar este análisis para efectuar el ajuste de las medias por el efecto de la covariable.

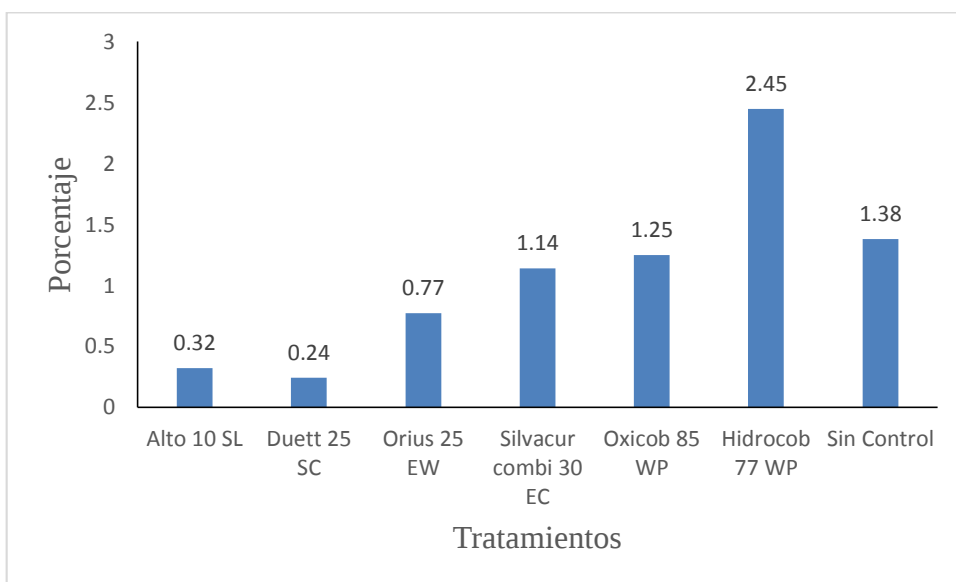


Figura 9. Severidad de roya del café a los 30 días después de la primera aplicación.

5.2.3 Severidad a los 15 días después de la segunda aplicación

Según el ANAVA (Anexo 13) hay diferencia significativa ($p < 0.05\%$) entre tratamientos, lo que indica que más de alguno de los tratamientos evaluados es diferente a otros, por lo tanto el Alto 10 SL muestra los valores más bajos en cuanto al porcentaje con un 0.07%

luego le sigue el Duett 25 SC con 0.10%, continuando en tercer lugar Silvacur combi 30 EC con 0.22% y en cuarto lugar el Orius 25 EW con 0.26% y los fungicidas de contacto: Hidrocob 77 WP y el Oxicob 85 WP mantuvieron valores muy elevados aproximados al testigo, debido a que estos son productos químicos que sirven como protección contra esta enfermedad, por ende es muy difícil que puedan hacer un control efectivo en la reducción de la roya del cafeto en las condiciones estudiadas (Anexo 13^a).

El análisis estadístico indica que la covariable “Severidad a los 30 días después de la segunda aplicación de fungicidas” no tuvo un efecto significativo sobre la variable dependiente observada, de modo que no fue apropiado realizar este análisis para efectuar el ajuste de las medias por el efecto que podía ocasionar la covariable.

También se realizó una prueba contrastes (Anexo 13b) en los cuales se puede observar una diferencia significativa (Probabilidad <0.001%) únicamente entre el contraste Testigo vrs Fungicidas, lo que nos indica que los fungicidas han ejercido control sobre la roya del cafeto, sin diferencia entre ellos.

5.2.4 Severidad a los 30 días después de la segunda aplicación.

En el último muestreo realizado en la investigación de campo, el ANAVA (Anexo 14) pudo determinar que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos (Probabilidad <0.001) en el cual el Alto 10 SL muestra los mejores resultados con un 0.01% de severidad, seguido del Duett 25 SC con 0.05% como también el Silvacur combi 30 EC mantuvo un nivel bajo de incidencia con 0.08% de severidad, también se pudo identificar que los productos de contacto como el Oxicob 85 WP y el Hidrocob mantuvieron niveles muy elevados al igual que el tratamiento sin control.(Figura 10 y Anexo 14^a).

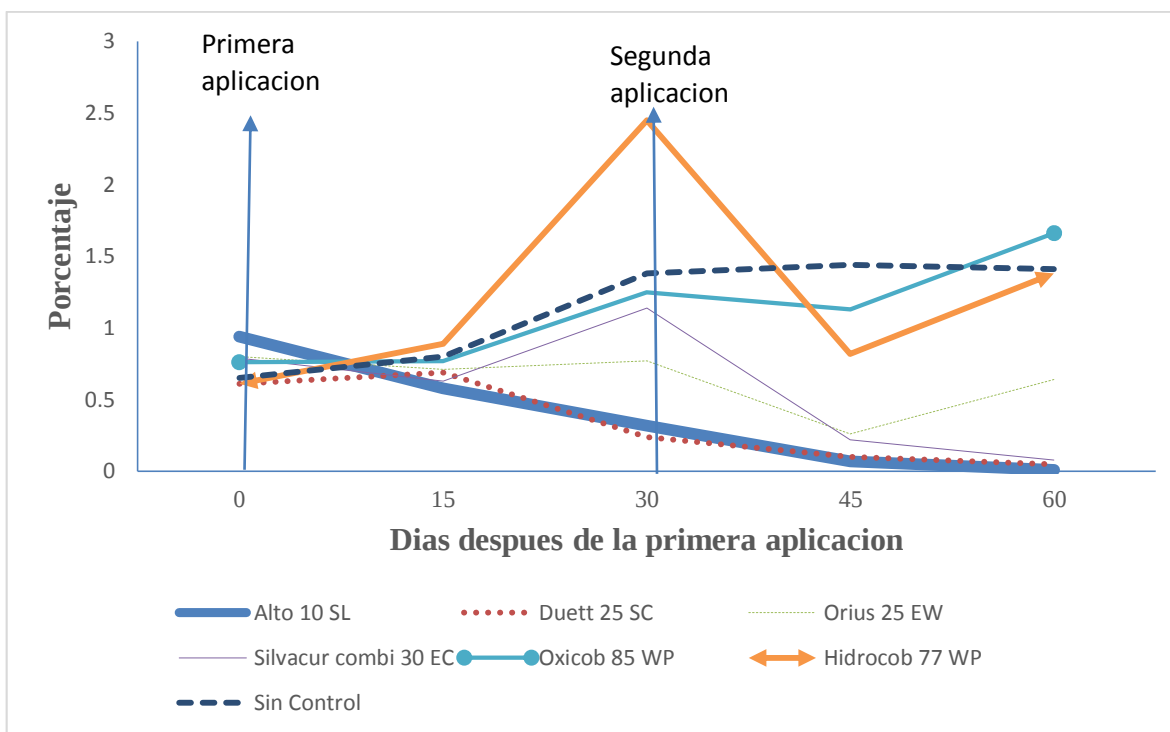


Figura 10. Severidad de los tratamientos en los muestreos realizados.

También se hizo una prueba de contrastes en la cual se determina que hubo diferencia significativa únicamente en el contraste Testigo vrs Fungicidas, lo que indica que todos los fungicidas ejercen un control sobre la severidad de la roya del café (Anexo 14b).

5.3. Variable defoliación de roya.

Esta variable puede estar asociada a varios factores como ser caída de hojas debido al daño ocasionado por la roya, además se puede dar por factores naturales o mecánicos que pueden estar influenciados por las distintas actividades de manejo que se realizan en la finca. Para ello se tomó en cuenta las hojas sanas y enfermas caídas en cada muestreo, esta variable se puede asociar con el grado de severidad de la roya, ya que cuando más del 50% del área foliar de la hoja es cubierto por la roya disminuye la actividad fotosintética de la hoja, así como también la respiración y la transpiración, y en casos tiende a caerse, lo que hace que en cierto casos la incidencia y la severidad baje.

Al igual que las variables descritas anteriormente los datos fueron transformados pero en esta caso nada más con raíz cuadrada, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos en el muestreo realizado a los 30 días después de la primera aplicación.(Anexo 16), pero sin embargo en el muestreo realizado a los 15 días después de la primera aplicación, a los 15 días después de la segunda aplicación y a los 30 días después de la segunda aplicación no se encontró diferencia significativa(Anexo 15, 17 y 18). Pero podemos determinar con las medias que el mejor tratamiento es el Duett 25 SC con un porcentaje de 18.53%, seguido el Oxicob 85 WP con un 21.79% y el Hidrocob 77 WP con un 23.68% (Figura 11)

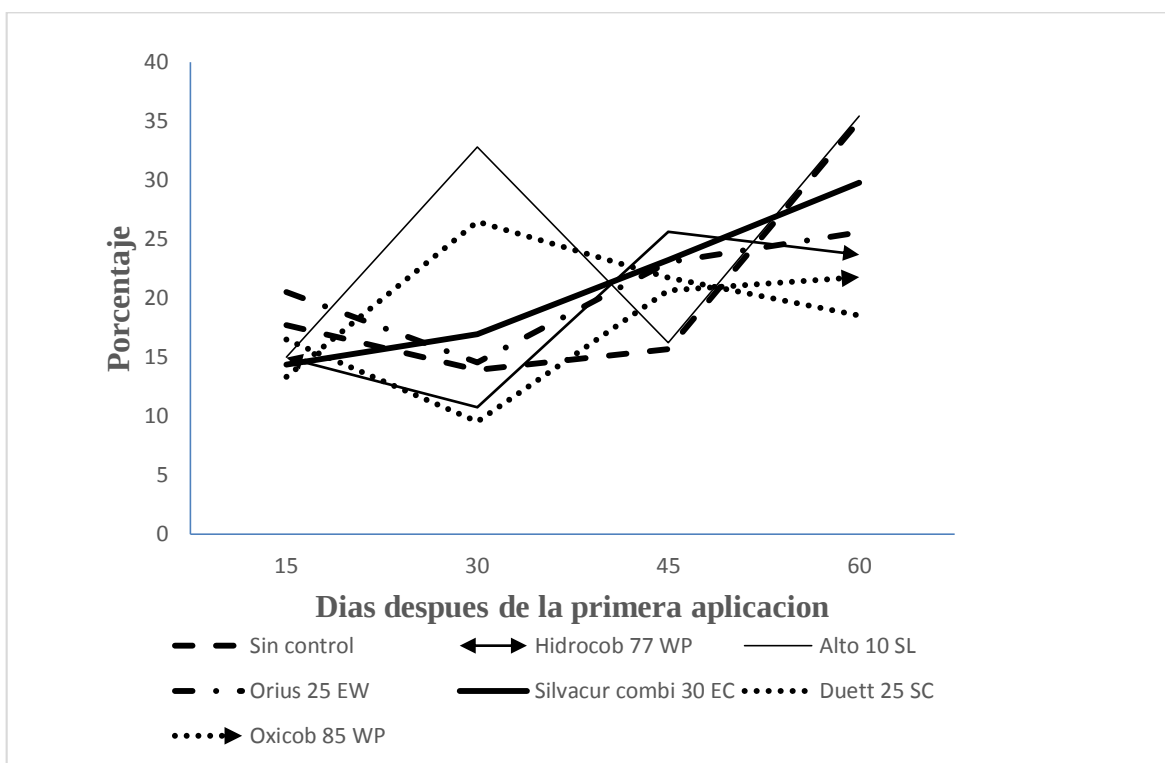


Figura 11. Porcentaje de defoliación presentada durante el tiempo de investigación.

Se realizó un análisis económico en base al precio del producto, intervalo entre aplicación y alternancia de fungicidas tanto sistémicos como de contacto efectuadas en dos aplicaciones con un intervalo de 30 días entre una y otra aplicación. Para saber cuál de estos productos

ejerce un mejor control sobre la roya del café y cuál es el costo por aplicación de estos productos como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2.Costo de cada tratamiento (Dos aspersiones).

No.	Tratamientos	Dosis/ha	Lempiras				
			Costos fijos/Ha *	Costos de los productos químicos	Primera aplicación	Segunda aplicación	Total/ha Lps
1	Alto 10 SL	250 ml	300	375	675	675	1350
2	Duett 25 EW	500 ml	300	455	755	755	1510
3	Orius 25 EW	750 ml	300	750	1050	1050	2100
4	Silvacur combi 30 EC	600 ml	300	816	1116	1116	2232
5	Oxicloruro de Cobre	3.5 kg	300	868	1168	1168	2336
6	Hidroxido de cobre	3.5 kg	300	892.5	1192.5	1192.5	2385
7	Testigo	0	0	0	0	0	0

* Mano de obra, adherente. Acarreo de agua.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que los mejores tratamiento fueron: Ciproconazole, Tebuconazol+Triadimenol y Epoxiconazol+Carbendazin los que se recomiendan en dosis de: 25, 24 y 125 gramos de i.a/ha/aplicación respectivamente, siendo en orden de importancia Alto 10 SL, Duett 25 SC y Silvacur combi 30 EC los que mantuvieron la incidencia y severidad más baja durante todos los muestreos.

La incidencia presentada por todos los tratamientos en el último muestreo fue: Alto 10 SL (1.14%), Duett 25 SC (5.49%), Silvacur combi 30 EC (9.16), Orius 25 EW (16.82%), Oxicob 85 WP (43.68%), %, Hidrocob 77 WP (48.70%),y el Testigo (65.33%).

La severidad para todos los tratamientos en el último muestreo fue: Alto 10 SL(0.01%), Duett 25 SC (0.05%), Silvacur combi 30 EC (0.08%), Orius 25 EW (0.64%), Hidrocob 77 WP (1.38%), Testigo (1.41%) y Oxicob 85 WP (1.66%).

Los fungicidas de contacto a base de cobre metalico: Oxicob 85 WP y el Hidrocob 77 WP no tuvieron ningún efecto en la reducción del daño que provoca la roya del café (*Hemileia vastatrix*) debido a que fueron aplicados cuando el nivel de incidencia era muy alta (38%).

Al comparar el Orius (Tebuconazol) y el Silvacur (Tebuconazol+Triadimenol.), el Silvacur presentó mayor eficiencia en el control de roya del café (*Hemileia vastatrix*) con un 9.16% de incidencia y un 0.08% de severidad.

En cuanto al costo de aplicación de los fungicidas: Alto 10 SL (Cyproconazole) resulta ser el más económico que los demás productos, por tener el costo más bajo en el mercado nacional.

VII. RECOMENDACIONES

Cuando se tengan incidencia de la roya superiores al 5% se recomienda utilizar uno de los siguientes fungicidas y dosis: Ciproconazole (Alto 10 SL) en dosis de 25 g de i.a/ha/aplicacion o 250 ml de producto comercial/ha, Epoxiconazol+Carbendazin (Duett 25 SC) en dosis de 125g de i.a/ha/aplicacion ó 500 ml de producto comercial/ha ó Tebuconazol+Triadimenol (Silvacur combi 30 EC) en dosis de 180 g de i.a/ha/ aplicacion o 600 ml de producto comercial/ha, y en caso de que desee realizar más de una aplicación estos fungicidas sistémicos, estos deben ser rotados.

Para evitar desarrollar resistencia del hongo sobre los fungicidas, se debe aplicar primero los de contacto cuando haya baja incidencia de la roya y si fuese necesario aplicar posteriormente un sistémico.

Para realizar una eficiente aplicación, se debe capacitar al personal, el que debe tener los conocimientos necesarios sobre el uso de fungicidas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Aldazábal, RM; Alarcón, MO. (1994). Fisiología del cafeto en condiciones de montaña. IV. Indicadores físicos del fruto maduro bajo dos condiciones de iluminación. Centro Agrícola. 3/94. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, Cuba. p 47 - 53.

Akutsu, M. 1981. Relacao de funcoes climáticas e bióticas com a taxa de infeccao da ferrugendo do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et Br). Tesis de M.Sc; Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. p 67.

Amante, E; Vulcano, M.A; Abrahao, J. 1971. Observacoes preliminares sobre a influencia da entomofauna na dispersao dos uredosporos da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Tesis M.Sc; Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. p 67.

Anthony, F; Astorga, C; Berthaud, J. 1999. Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. In Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. IICA. San José, CR. p. 369-406.

Avelino, J; Muller, R.A; Cilas, C; Velasco, H. 1991. Développement de la rouille orangéedans des plantation em cours de modernisation plantées de variétés naines dans le Sud- Es du Mexique. Café Cacao Thé 35(1): p 21 - 24.

Avelino, J; Toledo, J.C; Medina, B. 1993. Développement de la rouille orangée (*Hemileia vastatrix*) dans une plantation du Sud-Ouest du Guatemala et évaluation des dégâts qu'elle

provoque. In 15 Colloque Scientifique International sur le café, Montpellier, France, 6-11 juin 1993. France, ASIC. p 293 - 302.

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. ICAFE San José, C.R. p 99.

Avellino, J; Willocquet, L; Savary, S. 2004. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. Plant Pathology. p 53, 541 - 547.

Avelino, J., H. Zelaya, A. Merlo, A. Pineda, M. Ordoñez, and S. Savary. 2006. The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. Ecological Modelling 197 (3 - 4): p 431 - 447.

Barbera, Claudio 1976. Pesticidas Agrícolas Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pág. 57-63.

Bowden, J; Gregory, P.H; Johnson, C.G. 1971. Possible wind transport of coffee leaf rust across the Atlantic ocean. Nature. P. 229, 500.

Bock, K.R. 1962. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. Trans. Brit. Mycol. Soc. 45(2): p 63 - 74.

Cannell, MGR. 1975. Crop physiological aspects of coffee bean yields: a review. Journal of Coffee Research. p 5, 7 - 20.

Carvajal, JF. 1985. Cafeto cultivo y fertilización. 2da. Edición. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. p 254.

Castro F, J. 1982. La roya de cafeto. SARH (Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos). México, D.F. p. 80.

Castro, G.G. y Coutiño, A.D. 1990. Evaluación de fungicidas para el control de la roya anaranjada del cafeto (*Hemileia vastatrix*) en Misantla, ver. México. In: Taller Regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del cafeto. IICA-Costa Rica, 12-20 de Julio.

Céu, Silva, Maria do; Várzea, V; Guerra-Guimarães, L; Gil, Azinheira, H; Fernández, D; Anne, Sophie, P; Bertrand, B; Lashermes, P; Nicole, M. 2006. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. Braz. J. Plant Physiol; 18(1): p 119 147.

Chávez, C.O. 1987. Combate de la roya (*Hemileia vastatrix*) con aplicación semicomercial de SAN 619 F. en cafeto. In: Informe Anual de labores 1987, Departamento de Fitopatología, MAG. Costa Rica, pag. 14-16.

Crowe, T.J. 1963. Possible vector of the uredospores of *Hemileia vastatrix* in Kenya. Trans. Br.Mycol. Soc. 46(1): p 24 - 26.

De Jong, E.J; Eskes, A.B; Hoogstraten, J.G.J; Zadoks, J.C. 1987. Temperature requirements for germination, germ tube growth, and appressorium formation of urediospores of *Hemileia vastatrix*. Neth.J. Plant Path. p 93: 61-71.

Eskes, A.B; Souza, E.Z. 1981. Ataque da ferrugem em ramos come sem producao de plantas do cultivar catuai. In. 9 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Sao Lourenzo, Minas Gerais, Brasil, 27 - 30 agosto, 1981. Brasil. IBC. p 186 - 188.

Eskes, A.B. 1982. The use leaf disk inoculation in assessing resistance of coffee to (*Hemileia vastatrix*). Neth. J. Pl. Pathol. 88 (4): p 127 - 141.

Fernández V, M.V. 1978. Introducción a la Fitopatología. Volumen III: hongos. Colección Científica del INTA. Buenos aires Argentina. p. 34 -37.

Fischersworing, BH; Robkamp, RR. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Deutsche gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 3 ed. p 153.

Gálvez, G.C; Montoya, M; Córdoba, M. 1982. Estudio epidemiológico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en El Salvador. In 5 Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, San Salvador, El Salvador, 20-22 octubre, 1982. Costa Rica, IICA. Pag. 121 - 141.

Holguin, F. 1985. Epidemiología de la roya del cafeto bajo diferentes condiciones ecológicas. In 2 Reunión Regional del PROMECAFE sobre Control de la Roya del Cafeto, Tegucigalpa, Honduras, 20-23 Agosto, 1985. Honduras, IICA. p 150.

ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Sexta edición. ICAFE San José, Costa Rica. p. 45.

ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, CR. p 127 - 137.

Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) 2013. Problemática de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en Honduras (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultada el 30 de mayo 2013. Disponible en [http:// www.ihcafe.hn](http://www.ihcafe.hn).

Kushalappa, A.C; Chaves, G.M; 1980. An analysis of the developpement of coffee rust in tne field. Fitopatologia Brasileira 5: p 95 - 103.

Kushalappa, A.C; Akutsu, M; Ludwing, A; 1983. Application of survival ratio for monocyclic process of *Hemileia vastatrix* in prediction coffee rust infection rates. *Phytopathology*. p 73, 96 - 103.

Kushalappa, A.C. 1989. Biology and epidemiology.o in coffe Rust: Epidemiology, resistance and management. Ed. por A.C. Kushalappa y A.B. Eske, Florida, CRC Press. p 16 - 80.

Leon, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. aum. y rev. San José, CR, IICA. p. 350-364.

Machado, J.R.M; Matielo, J.B. 1983. Curva epidemiológica de ferrugen (*Hemileia vastatrix* B. & Br) en cafeeiros sombreados e a pleno sol, Ibiapa, noreste do Ceara. In: Simposio sobre ferrugens do cafeeiro, Oeiras, Portugal: CIFC, 282.

Mayne, W.W. 1930. Seasonal periodicity of coffee leaf disease (*Hemileia vastatrix* B. & Br). Bull. Mysore Coffee Exp. Sta. ICAFE, Costa Rica. 4: p 1 - 16.

Miguel M, J.; Vivas, N, A. 1988. Sugerencias para el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) (en línea). TAI EE Táchira-Fonaiap. Venezuela. Fonaiap divulga No. 29. Consultada el 15 de junio de 2013.Disponible en: <http://sian.inia.gob.ve>.

Muschler, RG; Bonnemann, A. 1997. Potentials and limitations of Agroforestry for changing land- use in the tropics: experiences from central america. Forest ecology and management. 91: p 61 - 73.

Muller, R.A; 1980. Contribution a la Connaissance de la Phycomycocénose, *Coffee arabica* L; *Colletotrichum coffeanum* Noack sensu Hindorf, *Hemileia vastatrix* Berk & Br.

Hemileia coffeicola maublanc et roger. These de doctorat d'Etat, Université de Paris VI, 1978. p 174.

Muthappa, B.N. 1980. Behaviour of *Hemileia vastatrix* during unfavourable weather. J. Coffee Res. 10 (2): p 31 - 35.

Nutman, F.J; Roberts, F.M; Bock, K.R. 1960. Methods of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus, *Hemileia vastatrix*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 43(3): p 509 - 515.

Nutman, F.J; Roberts, F.M. 1963. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46 (1): p 27 - 48.

Ochoa C, A, L. 1985. Evaluación de dosis y frecuencias de un fungicida cúprico en el control de la roya del cafeto. Tesis Ing. Agr. CURLA. La ceiba, Atlántida, HN, pag. 64.

Palma, M.R; Pineda, C.R; Tronconi, N.M. 1995. Determinación de dosis optimas de tres fungicidas cúpricos en el control de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) en el departamento de Olancho. In: Quinto Seminario Nacional de Investigación y Transferencia en Caficultura. Instituto Hondureño del café (IHCAFE) Tegucigalpa, Honduras. Pag. 190-202

Rayner, R.W. 1961 a. Spore liberation and dispersal of coffee rust *Hemileia vastatrix* Berk & Br. Nature 191 (4789): p 245.

Santacreo, P.R.; Reyes, E; Oseguera, S. 1983. Estudio del desarrollo de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk & Br. y su relación con factores biológicos y climáticos en condiciones de campo en dos zonas cafetaleras de Honduras, C.A. In 6 Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, Panamá, Panamá, 24-25 noviembre, 1993. Costa Rica, IICA. p 199 - 213.

Santacreo, P.R. 2001. Historia del cultivo del cafeto en Honduras. In: Manual de caficultura. IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras. p. 4.

Silva A, R.; Álvarez V, V.H.; Zambolim, L. 2002. Estrategias de control de la roya del cafeto con la aplicación de fungicida protector y sistémico en Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Pág. 13.

Sosa L, M H. 2001. Biología de la planta y clima para el cultivo del café. In: Manual de caficultura. IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras. Pag. 16.

Soto, P.L; Perfecto, I; Caballero - Nieto, J. 2002. Shade over coffee: its effects on coffee berry borer, leaf rusts and spontaneous herbs in Chiapas. Mexico. Agroforestry Systems. p 55, 37 - 45.

Stover, C; Guharay, F; Monterroso, D; Muschler, R.G. 2001. Designing pest suppressive multistrata perennial crop systems: shade grown coffee in Central America. Agroforestry Systems. p 543, 151 - 70.

Suazo D, G; Santacreo P, R; Tronconi, N. M. 1997. Estudio Comparativo de lotes con y sin control químico de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). In: Sexto Seminario Nacional de investigación y Transferencia en Caficultura. Instituto Hondureño del café (IHCAFE). Tegucigalpa, Honduras. Pag. 306-313.

Tronconi, N.M; Zaldivar R; Acosta, J.R. 1997. Determinación de la eficiencia y economía en el control de la Roya del Cafeto, Mediante el uso de Cyproconazol (Alto 100 SL). In: Sexto Seminario Nacional de investigación y Transferencia en Caficultura. Instituto Hondureño del café (IHCAFE). Tegucigalpa, Honduras. Pag. 282-288.

Villanueva, A.E. 1991. Evaluación de fungicidas para el combate de la roya anaranjada del cafeto en Tlapacaya, Ver. México, In: XIV Simposio de Caficultura Latinoamericana, CONCAFE, Managua, Nicaragua, 26-29 octubre p.3.

Waller, J.M. 1972. Coffe rust in Latin America. PANS 18 (4): p 402 - 408.

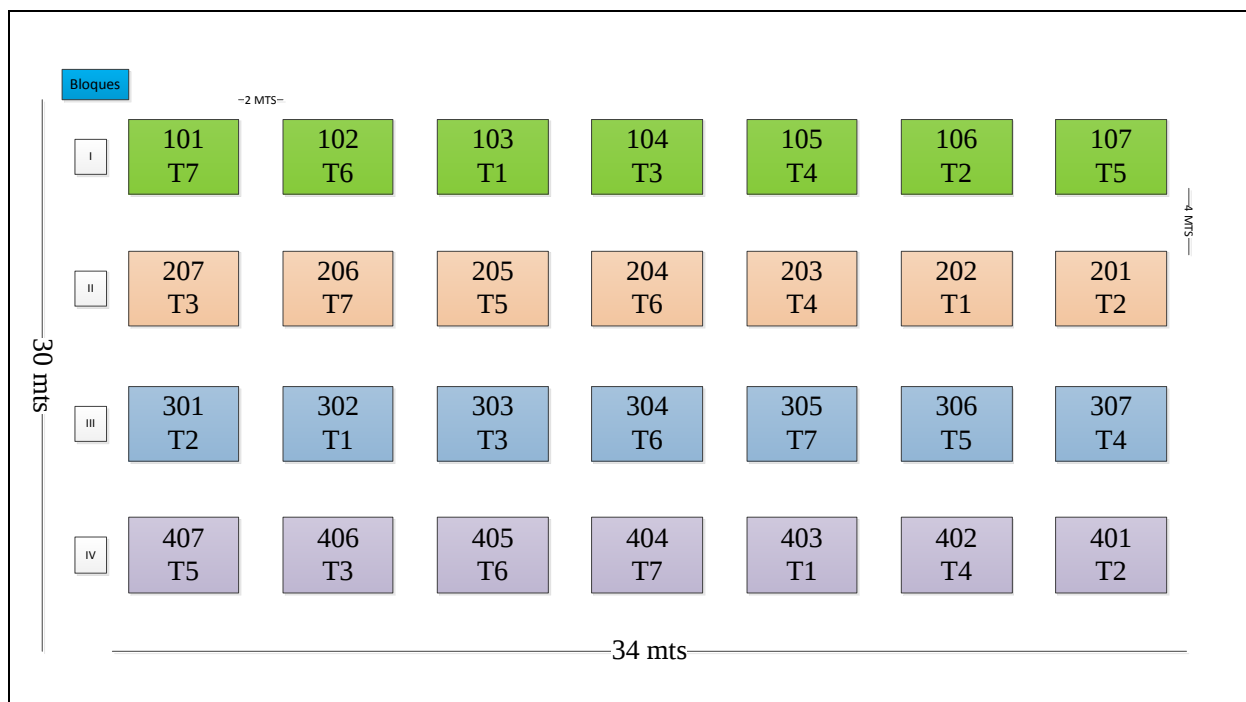
Wilches M, AV. 1995. Uso de los marcadores moleculares RAPDs para evaluar la diversidad genética de los recursos genéticos de café *Coffea arábica* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 56 p.

Willians, B.C.W.; Ureta, J.C.; Miranda, E. y Cortes, L. 1991. Control químico de los hongos: *Hemileia vastatrix*, *Cercospora Coffeicola* y *Mycena citrocolor* en el cultivo del café, en dos localidades de Boquete. In: XIV Simposio de Caficultura Latinoamericano, IICA-IMA-MIDA, Panamá, 20-24 de mayo, p. 16.

Zadoks, JC; Schein, RD. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford New York University Press, 427 p.

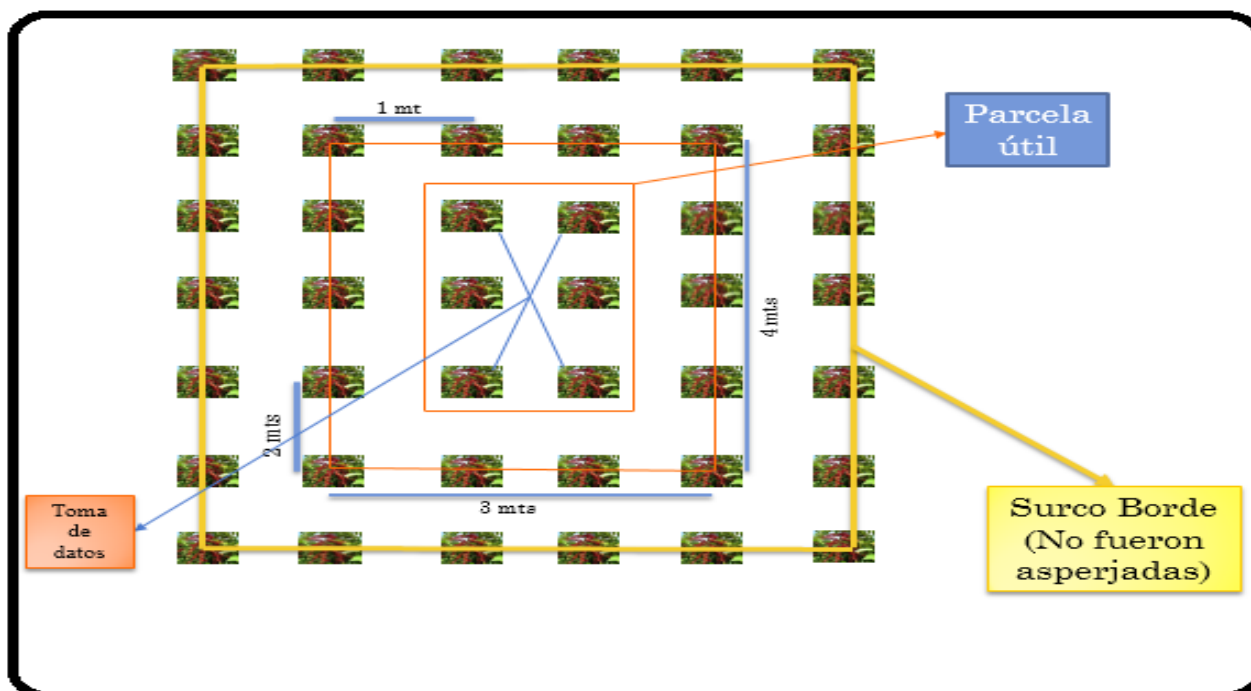
ANEXOS

Anexo 1. Croquis y aleatorización de los tratamientos.



Nota: Los números superiores corresponden al número de parcela y los inferiores al número de tratamientos

Anexo 2. Tamaño de la parcela.



Anexo 3. Aplicaciones y muestreos realizados

N°	Aplicaciones	Lecturas	Intervalo
1		Primer lectura	1 día antes de la primera aplicación.
2	Primera aplicación	Segunda lectura	15 días después de la primera aplicación.
3		Tercer Lectura	30 días después de la primera aplicación. (1 día antes de la segunda aplicación)
4	Segunda aplicación	Cuarta lectura	15 días después de la segunda aplicación.
5		Quinta Lectura	30 días después de la segunda aplicación.

Anexo 4. Tabla de covarianza

Fuente de variación	gl	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	6				
Bloque	3				
Contraste 1	1				
Contraste 2	1				
Contraste 3	1				
Error	19				
Total	27				

Anexo 5. Formato de toma de datos para bandolas primarias marcadas

Fecha_____/_____/_____ No. De Parcela_____ Muestreador_____

Numero		Variable	Numero de nudos en la bandola																											
Planta	Bandola		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12					
			Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der				
1	A	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	B	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	C	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	D	Pre-Ho																												
		% Roya																												
2	A	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	B	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	C	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	D	Pre-Ho																												
		% Roya																												

Simbología: pre: presencia Ho: hoja Iz: Izquierda De: Derecha

Anexo 6. Formato de toma de datos para ramificaciones de las bandolas marcadas (Bandolas secundarias).

Fecha ____/____/____ No. De Parcela _____ Muestreador: _____ Planta N. _____

Numero		Variable	Numero de nudos																											
Band	Nudo		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12					
			Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der	Iz	Der				
A	___Izq	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	___Der	Pre-Ho																												
		% Roya																												
B	___Izq	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	___Der	Pre-Ho																												
		% Roya																												
C	___Izq	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	___Der	Pre-Ho																												
		% Roya																												
D	___Izq	Pre-Ho																												
		% Roya																												
	___Der	Pre-Ho																												
		% Roya																												

Simbología: pre: presencia Ho: hoja Iz: Izquierda De: Derecha Band: Bandola

Anexo 7. ANAVA para la variable incidencia a los 15 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fcalc.	Prob
Fungicidas	6	5.6185	0.9364	1.39	0.2737
Bloques	3	2.2424	0.7474	1.11	0.3719
Incidencia15	1	18.4727	18.4727	27.47	<0.0001**
Error	17	11.4319	0.6724		
Total	27	50.4872			

$R^2 = 0.7735$ Coeficiente de variación= 12.3585

** Probabilidad < 0.0001%

Anexo 7ª. Media a los 15 días después de la primera aplicación.

Tratamiento	Incidencia
T1	20.65
T2	26.46
T3	41.39
T4	38.78
T5	50.17
T6	48.78
T7	39.97

Anexo 8. ANAVA para la variable incidencia a los 30 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fcalc.	Prob
Fungicidas	6	24.52592493	4.08765416	5.37	0.0028**
Bloques	3	3.55325956	1.18441985	1.56	0.2368
Incidencia15	1	12.73062651	12.73062651	16.72	0.0008**
Error	17				
Total	27				

$R^2 = 0.794287$ Coeficiente de variación= 14.39011

** Probabilidad < 0.001

Anexo 8ª. Prueba de contrastes a los 30 días después de la primera aplicación.

Contrastes	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Value	Pr > F
Testigo vs Fungicidas	1	1.95992483	1.95992483	2.57	0.1271
Sistemicos vs Contacto	1	2.86094622	2.86094622	3.76	0.0694
Orius vs Silvacur	1	2.44238572	2.44238572	3.21	0.0912
Alto vs Silvacur	1	6.23400437	6.23400437	8.19	0.0108*

* Probabilidad < 0.05

Anexo 8b. Medias a los 30 días después de la primera aplicación.

Tratamiento	Incidencia
T1	20.65
T2	26.46
T3	41.39
T4	38.78
T5	50.17
T6	48.78
T7	39.97

Anexo 9. ANAVA para la variable incidencia a los 15 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fcalc.	Prob
Fungicidas	6	53.79058430	8.96509738	3.25	0.0259*
Bloques	3	4.67739096	1.55913032	0.56	0.6457 NS
Incidencia30	1	4.67739096	1.21903260	0.44	0.5153 NS
Error					
Total					

$R^2 = 0.631446$ Coeficiente de variación= 38.98388

* Probabilidad < 0.05

Anexo 9ª. 15 días después de la segunda aplicación.

Tratamientos	Incidencia (%)
T1=Alto 10 SL	5.92
T2=Duett	7.12
T3=Orius	15.81
T4=Silvacur	11.93
T5=Oxicob	31.33
T6=Hidrocob	24.69
T7=Sin control	55.22

Anexo 9b. Prueba de contrastes a los 15 días después de la segunda aplicación.

Contrastes	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Value	Pr > F
Testigo vs Fungicidas	1	43.25229398	43.25229398	15.66	0.0010**
Sistémicos vs Contacto	1	3.60481532	3.60481532	1.31	0.2690
Orius vs Silvacur	1	1.53026645	1.53026645	0.55	0.4668
Alto vs Silvacur	1	1.00399292	1.00399292	0.36	0.5545

** Probabilidad < 0.001

Anexo 10. ANAVA para la variable incidencia a los 30 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fcalc.	Prob
Fungicidas	6	103.7482995	17.2913832	19.12	<0.0001**
Bloques	3	4.5781534	1.5260511	1.69	0.2074 NS
Incidencia30	1	3.248276	3.248276	3.59	0.0752 NS
Error					
Total					

$R^2 = 0.918938$

Coficiente de variación= 20.55024

* Probabilidad < 0.0001

Anexo 10^a. Medias a los 30 días después de la segunda aplicación.

Tratamientos	Incidencia (%)
T1	1.14
T2	5.49
T3	16.82
T4	9.16
T5	43.68
T6	48.70
T7	65.33

Anexo 10b. Prueba de contrastes a los 30 días después de la segunda aplicación.

Contrastes	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fcalc.	Prob
Testigo vs Fungicidas	1	52.5884893	52.5884893	58.15	<0.0001**
Sistémicos vs Contactos	1	4.48571346	4.48571346	4.96	0.0397*
Orius vs Silvacur	1	15.60008566	15.6000857	17.25	0.0007**
Alto 10 SL vs Silvacur	1	6.45566965	6.45566965	7.14	0.0161*

** Probabilidad < 0.0001

* Probabilidad < 0.05

Anexo 11. ANAVA para la variable incidencia a los. 15 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	0.12528898	0.02088150	2.11	0.1062 NS
Bloques	3	0.05031628	0.01677209	1.69	0.2065 NS
Seveinicio	1	0.32876163	0.32876163	33.16	0.0001**
Error	17				
Total	27				

$R^2 = 0.778843$ Coeficiente de variación= 7.647541

** Probabilidad < 0.0001

Anexo 11^a. Medias a los 15 días después de la primera aplicación.

Tratamientos	Severidad
T1	0.58
T2	0.69
T3	0.71
T4	0.63
T5	0.77
T6	0.89
T7	0.80

Anexo 12. ANAVA para la variable severidad a los 30 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	1.52185309	0.25364218	2.76	0.0461*
Bloques	3	0.23786027	0.07928676	0.86	0.4788
Seveinicio	1	0.68674599	0.68674599	7.48	0.0141*
Error	17				
Total	27				

$R^2 = 0.595483$ Coeficiente de variación= 21.74727

* Probabilidad < 0.05

Anexo 12^a. Prueba de contrastes a los 30 días después de la primera aplicación.

Contrastes	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Testigo vs Fungicidas	1	0.14213083	0.14213083	1.55	0.2302
Sistémicos vs Contactos	1	0.04818778	0.04818778	0.53	0.4785
Orius vs Silvacur	1	0.56934240	0.56934240	6.20	0.0234**
Alto 10 SL vs Silvacur	1	0.10714224	0.10714224	1.17	0.2950

** Probabilidad < 0.05

Anexo 12b. Medias a los 30 días después de la primera aplicación.

Tratamiento	Severidad
T1	0.32
T2	0.24
T3	0.77
T4	1.14
T5	1.25
T6	2.45
T7	1.38

Anexo 13. ANAVA para la variable severidad a los 15 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	0.84384340	0.14064057	2.89	0.0397*
Bloques	3	0.13525349	0.04508450	0.93	0.4498
Seve30	1	0.00056928	0.00056928	0.01	0.9152
Error	17				
Total	27				

$R^2 = 0.577307$ Coeficiente de variación= 17.98443

* Probabilidad < 0.05

Anexo 13^a. Media a los 15 días después de la segunda aplicación.

Tratamientos	Severidad
T1	0.07
T2	0.10
T3	0.26
T4	0.22
T5	1.13
T6	0.82
T7	1.44

Anexo 13b. Prueba de contrastes a los 15 días después de la segunda aplicación.

Contrastes	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Testigo vs Fungicidas	1	0.45448768	0.45448768	9.33	0.0072**
Sistémicos vs Contactos	1	0.09965910	0.09965910	2.05	0.1708
Orius vs Silvacur	1	0.07613214	0.07613214	1.56	0.2282
Alto 10 SL vs Silvacur	1	0.01375108	0.01375108	0.28	0.6021

** Probabilidad < 0.01

Anexo 14. ANAVA para la variable severidad a los 30 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	1.12263425	0.18810571	4.68	0.0050**
Bloques	3	0.22484318	0.07494773	1.86	0.1740
Seve30	1	0.08062191	0.08062191	2.01	0.1748
Error	17				
Total	27				

$R^2 = 0.756725$ Coeficiente de variación= 15.62991

** Probabilidad < 0.01

Anexo 14^a. Prueba de contrastes 30 días después de la segunda aplicación.

Contrastes	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Testigo vs Fungicidas	1	0.27418052	0.27418052	6.82	0.0182**
Sistémicos vs Contactos	1	0.04881108	0.04881108	1.21	0.2859
Orius vs Silvacur	1	0.05883231	0.05883231	1.46	0.2430
Alto 10 SL vs Silvacur	1	0.08732126	0.08732126	2.17	0.1588

** Probabilidad < 0.05

Anexo 14b. Medias a los 30 días después de la segunda aplicación.

Tratamientos	Severidad
T1	0.01
T2	0.05
T3	0.64
T4	0.08
T5	1.66
T6	1.38
T7	1.41

Anexo 15. ANAVA para la variable defoliación a los 15 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	2.14582165	0.35763694	0.74	0.6274
Bloques	3	9.37083432	3.12361144	6.43	0.0038**
Error	17	8.74710167	0.48595009		
Total	27				

$R^2 = 0.568338$ Coeficiente de variación= 17.80562

** Probabilidad < 0.01

Anexo 16. ANAVA para la variable defoliación a los 30 días después de la primera aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	21.69089544	3.61514924	6.24	0.0011**
Bloques	3	9.62275677	3.20758559	5.54	0.0071**
Error	18	10.42473679	0.57915204		
Total	27	41.73838901			

$R^2 = 0.750236$ Coeficiente de variación= 18.80596

** Probabilidad < 0.01

Anexo 17. ANAVA para la variable defoliación a los 15 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	3.98157587	0.66359598	0.58	0.7428
Bloques	3	4.49441849	1.4981395	1.31	0.3032
Error	18	20.65349078	1.14741615		
Total	27	29.12948514			

$R^2 = 0.290976$ Coeficiente de variación= 24.04382

Anexo 18. ANAVA para la variable defoliación a los 30 días después de la segunda aplicación.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Fungicidas	6	8.37974384	1.39662397	0.77	0.6024
Bloques	3	4.44550614	1.48183538	0.82	0.5005
Error	18	32.59548603	1.81086034		
Total	27	45.42073601			

$R^2 = 0.282366$ Coeficiente de variación= 26.65316