

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE SEIS FUNGICIDAS QUÍMICOS Y UNO BIOLÓGICO PARA EL
CONTROL DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arabica*).**

POR

SADY GUSTAVO RODRIGUEZ LAVAIRE

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2013

**EFFECTO DE SEIS FUNGICIDAS QUÍMICOS Y UNO BIOLÓGICO PARA EL
CONTROL DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arabica*).**

POR

SADY GUSTAVO RODRIGUEZ LAVAIRE

M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA ÁVILA

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial por estar siempre a mi lado dándome la inteligencia, la sabiduría, las fuerzas, e impulsándome para seguir adelante, por permitirme llegar a este lugar y poder terminar mi carrera y obtener el título de ingeniero agrónomo, que sin la ayuda de él no hubiese sido posible. **Gracias Dios mío.**

A mi madre **Dina Rosa Lavaire Cruz**, por su amor, cariño, apoyo incondicional, sus consejos, su esfuerzo por sacarme adelante a pesar de las dificultades que se presentaron, gracias al esfuerzo de ella hoy puedo terminar esta carrera tan difícil pero que ha valido la pena, Gracias Madre.

A mis hermanos **Oliver Nelain Rodriguez Lavaire y Rosa Lisseth Argueta Lavaire**, por ser de apoyo en mi vida.

A **Kleyder Lizzeth Buezo Bustillo**, por apoyarme a seguir adelante cuando parecía imposible salir adelante ella siempre estuvo dándome palabras de aliento para poder continuar con mi carrera y hoy poder culminar de manera victoriosa.

A mi mejor amigo **Luis Aníbal Serrano castro**, por estar presente en los momentos difíciles y por incentivarme a seguir adelante en la lucha del saber.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** Todo poderoso por darme de su amor incondicional, misericordia y sabiduría para poder terminar esta etapa de mi vida de manera exitosa.

A mi *Alma Mater* la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, donde el Orgullo, la responsabilidad y el Respeto al trabajo que he adquirido, estarán siempre presente en mi vida profesional.

Al **M Sc. Esmelym Obed Padilla**, Consejero principal y amigo, por la excelente disposición y apoyo profesional ofrecidos en la duración de este trabajo de investigación.

A mis asesores secundarios **M Sc. Raúl Muñoz, M Sc. Héctor Fernández** por aportar sus conocimientos, consejos y disponibilidad para poder realizar mi trabajo.

Al Ing. **Héctor Octavio Gonzales**, por brindarme el apoyo para poder llevar a cabo mi trabajo de la mejor manera.

A mis amigos Luis Anibal Serrano Castro, Derick Ariel Jimenez, Jairo Sady Flores Buezo, Fernando Isaula Madrid, Emerson Ortega Colindres y Mario Rolando Almendarez, por demostrarme que los verdaderos amigos están presente en los buenos y malos momentos.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Aspectos generales	3
3.3 Condiciones Edafoclimaticas	3
3.4 Manejo agronómico.....	4
3.5 Importancia del cultivo de café en Honduras	4
3.5.1 Importancia Socioeconómica del rubro del café en Honduras	4
3.6 Roya del café	5
3.6.1 Sintomatología.....	6
3.6.2 Biología de la roya.....	6
3.6.3 Infección de la roya en el hospedero	7
3.6.4 Epidemiología de la roya.....	7
3.6.5 Factores abióticos que afectan el desarrollo de la enfermedad	8
3.7 Perdidas en la producción.....	9
3.8 Métodos de control de la roya	10

3.8.1	Medidas preventivas	10
3.8.2	Prevención y erradicación	11
3.8.3	Control genético	11
3.9.	Descripción productos químicos	12
3.9.1	Alto 100 SL (Ciproconazol)	12
3.9.2	Silvacur combi 30 EC (Tebuconazole).....	13
3.9.3	Amistar Xtra 28 SL (Azoxystrobin – Ciproconazole).....	14
3.9.4	Score 250 EC (Difenoconazol).....	14
3.9.5	Duett 25 SC (Epoxiconazole + Carbendazim)	15
3.9.5	Phyton 24 SC	16
3.9.6	MAI – 007 5 SL	16
IV.	METODOLOGÍA	19
4.1	Localización del experimento.....	19
4.2	Materiales y equipo	20
4.3	Manejo del experimento	20
4.3.1	Selección de los lotes a utilizar	20
4.3.2	Tamaño de la parcela.....	20
4.3.3	Identificación de las plantas a monitorear	21
4.3.4	Evaluación del crecimiento de la enfermedad y del hospedero.....	21
4.3.5	Manejo de la parcela a utilizar.....	22
4.4	Aplicación de tratamientos	23
4.5	Diseño experimental	23
4.6	Descripción de los fungicidas evaluados.....	24
4.7	Factor bajo estudio	24
4.8	Variables evaluadas	24

4.9	Análisis estadístico	26
4.10	Análisis económico	26
5.1	Incidencia de la roya.....	29
5.2	Severidad de la roya	34
5.3	Costo de aplicación de los fungicidas evaluados.....	39
VI.	CONCLUSIONES	27
VII.	RECOMENDACIONES.....	41
VIII.	BIBLIOGRAFIA	43
IX.	ANEXOS	45

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Fincas y localidades donde se evaluaron los ensayos.....	20
Cuadro 2 Descripción de la aplicación de los tratamientos.....	22
Cuadro 3 Manejo realizado en la plantación	23
Cuadro 4 Fungicidas evaluados.....	24
Cuadro 5 Porcentaje de incidencia y severidad de la roya en el cultivo de café según la época de muestreo, la finca y el fungicida aplicado.....	28
Cuadro 6 Análisis de presupuesto parcial.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación geográfica del lugar donde se realizó el ensayo.	19
Figura 2 Porcentaje de Severidad	25
Figura 3 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la época de muestreo.	29
Figura 4 Incidencia de la roya en el cultivo de café según la finca donde se realizó la investigación.	30
Figura 5 Incidencia de la roya en el cultivo de café con respecto al fungicida evaluado.....	31
Figura 6 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la época del muestreo.	32
Figura 7 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la finca y el fungicida aplicado.....	33
Figura 8 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la época de muestreo.	34
Figura 9 Severidad de la roya en el cultivo de café según la finca donde se realizó la investigación.	35
Figura 10 Severidad de la roya en el cultivo de café con respecto al fungicida evaluado.....	36
Figura 11 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la época de aplicación y el fungicida utilizado.....	37
Figura 12 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la finca y el fungicida aplicado.....	38
Figura 13 Porcentaje de defoliación de las plantaciones tratadas con respecto al fungicida utilizado.	39
Figura 14 Costo de aplicación de los fungicidas por año	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	Análisis de Varianza para el porcentaje de incidencia..... 46
Anexo 2	Análisis de Varianza para el porcentaje de Severidad 46
Anexo 3	Pruebas de media Duncan, aplicada al factor fungicida para determinar si difiere en cada variable. 47
Anexo 4	Pruebas de media Duncan, aplicada al factor localidad para determinar si difiere en cada variable. 47
Anexo 5	Pruebas de media Duncan, aplicada al factor muestreo para determinar si difiere en cada variable. 47
Anexo 6	Precipitación en mm, municipio de las lajas Comayagua año 2012 – 2013 48
Anexo 7	Cronograma de Actividades..... 48
Anexo 8	Cálculos de dosificación en base a producto comercial e ingrediente activo (I. A)..... 49
Anexo 9	Rotulado de las parcelas..... 55
Anexo 10	Rotulado de las plantas a muestrear..... 56
Anexo 11	Rotulado de las bandolas a muestrear por planta..... 56
Anexo 12	Equipo de aplicación utilizado en el ensayo. 57
Anexo 13	Dosificación de los productos. 57
Anexo 14	Aplicación de los productos en las distintas parcelas 58
Anexo 15	Croquis de campo, diseño de bloques completos al azar..... 59

Rodriguez Lavaire, S.G. 2013. Uso de seis productos químicos y uno biológico para el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*). Universidad Nacional de Agricultura, Tesis, Ingeniero Agrónomo. Catacamas, Olancho; Honduras C.A. 44 Pág.

RESUMEN

Entre los meses de junio a septiembre del 2013 se realizó un trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de siete fungicidas de los cuales seis son de origen químico (Alto 10 SL, Duett 25 SC, Score 250 EC, Amistar xtra 28 SL, Silvacur 30 EC, Phyton 24 SC) y uno de origen biológico (MAI – 007 5 SL), con propiedades preventivas y curativas en el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), en la variedad catuai. Para ello se utilizó un diseño de (DBCA), con 8 tratamientos y 3 repeticiones, el área por repetición fue de 16 plantas de las cuales se muestrearon dos plantas, muestreándose 6 bandolas por planta, estableciéndose en las comunidades de Sanmiguel, Santa Rosa y El Coral, a una altura mayor a 1000 msnm, pertenecientes al municipio de Las Lajas; Comayagua. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad de la enfermedad (*Hemileia vastatrix*), a través de la metodología de Kushalapa. Los resultados obtenidos expresan que el Phyton 24 SC (Sulfato de cobre pentahidratado) mostro los resultados más altos con un 42.5 % de incidencia seguidos del duett 25 SC (Epoxiconazole + Carbendazin) y el alto 10 SL (Ciproconazole) que reflejan un mejor efecto para el control de la roya observándose porcentajes de incidencia de 25.8 % y 27.4 %. En cuanto a la severidad de la enfermedad no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos sin embargo el duett 25 SC (Epociconazole + Carbendazin) presento la mejor respuesta al control del hongo presente en el cultivo con un 0.76 %, mientras que el alto 10 SL (Ciproconazole) con un 0,89 % de daño. Uno de los factores que influyo en reducir la eficiencia de los productos, fue la precipitación de la zona, provocando un mayor impacto de la enfermedad en la plantación durante el mes de agosto. Por otra parte hubo diferencia estadística altamente significativa entre las interacciones de las localidades y los fungicidas con respecto a la variable incidencia, planteadas en el experimento.

Palabras claves: Café, *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, Incidencia, severidad.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café tiene su origen en Etiopía, es considerado uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero y de mayor antigüedad en la agricultura. Existen 100 especies de café de las cuales el *Coffea arabica* es la principal especie cultivada en el mundo con un aporte de un 70 % de la producción mundial de café.

No obstante para Honduras, como para el resto de los países de Centro América, el café es el rubro de mayor importancia agrícola, con más de un millón de empleos generado por más de 115,000 familias (BCH 2006). En Honduras el daño causado por la plaga de la roya del café sigue en aumento. A la fecha, ha dejado pérdidas de 300 millones de dólares, Las pérdidas, estimadas en un inicio en un 10%, se sitúan en la actualidad en un 25%, “son 100,000 manzanas afectadas, de esas 20,000 están totalmente perdidas”.

Si bien es cierto la aplicación de productos químicos, interactúa en la relación cafeto-roya y fungicida-roya, decrecen la incidencia de la enfermedad pero aumentan los costos de producción, que algunas veces llegan hasta un 30 %, por su uso y por su efecto desbastador constituyó una de las primeras investigaciones científicas mundiales de una enfermedad vegetal.

Las autoridades cafetaleras recomiendan emprender acciones para combatir la plaga, debido a esto se estarán realizando estudios en las distintas zonas cafetaleras de Honduras, para identificar el nivel de incidencia en cada zona y cuáles productos son los más adecuados para combatir la roya del cafeto. En este trabajo de investigación se evaluaron seis productos químicos y un producto biológico, con el fin de evaluar su efecto de control. Sobre la incidencia y la severidad de roya en el cultivo de café, en las comunidades de Sanmiguel, Santa Rosa y el Coral pertenecientes al municipio de Las Lajas, Comayagua y así poder ofrecer al productor una alternativa viable para poder controlar dicha enfermedad.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el efecto de seis productos químicos y uno biológico con propiedades preventivas y curativas sobre la incidencia y la severidad de la roya en el cultivo de café en 3 fincas ubicadas en el municipio de Las Lajas, Comayagua.

Objetivos específicos

- Identificar el fungicida más eficiente para mantener niveles por debajo del umbral económico de la roya del café en 3 fincas.
- Medir el porcentaje de incidencia y severidad de la roya del café presente en las 3 fincas tratadas.
- Determinar una relación benéfico costo en el control de la roya del café a través de la aplicación de distintos fungicidas.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Aspectos generales

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 J. 1985). Estos agroecosistemas, 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 (López D. 2010).

3.3 Condiciones Edafoclimaticas

Las condiciones óptimas para el cultivo de café son: temperatura promedio de 18-22 °C, sin riesgos de heladas en invierno, con temperaturas máximas en primavera-verano por debajo de los 30 °C, precipitaciones bien distribuidas en el año entre 1400 a 2000 mm, suelos con más de un metro de profundidad, de textura franca a migajón-arcilloso, pH de 4.5 a 5.5, contenidos de materia orgánica de por arriba de 7 %. Las altitudes donde el rendimiento en beneficiado y calidad son mejores se ubican por arriba de los 700 msnm (Barrientos E. 1990)

3.4 Manejo agronómico

El manejo agronómico consiste en las diferentes actividades que se realizan en la finca con el fin de mantener un desarrollo óptimo de las plantaciones de café procurando mantener la producción y la calidad final del fruto, dentro de las actividades están las siguientes: manejo de sombra, fertilización, riego, recolección de fruto, podas (Sosa y Ordoñez 2001)

3.5 Importancia del cultivo de café en Honduras

El café se encuentra dentro de los principales productos agrícolas de exportación, a este rubro se dedican casi exclusivamente los países en vías de desarrollo, este cultivo es considerado como “conservacionista”, debido a que se cultiva bajo sombra y a gran escala en suelos de topografía muy accidentada, son áreas en las cuales difícilmente se adaptarían otros cultivos sin deteriorar el suelo en intentos por lograr un desarrollo óptimo de las plantaciones (IHCAFE 2010)

La caficultura hondureña se desarrolla en 15 de los 18 departamentos del país, La mayoría de las fincas de café están localizadas en zonas montañosas, con las plantaciones en terrenos de ladera generalmente, donde se ha dejado parte de la cubierta arbórea natural para sombra del café. (C.L.C.D 2000).

3.5.1 Importancia Socioeconómica del rubro del café en Honduras

El café es el rubro de mayor influencia socio económica y política del sector agrícola. Más de 100,000 familias conformadas en un 90% de pequeños productores se benefician directamente de la explotación del cultivo y vincula aproximadamente un millón de empleos directos e indirectos. El café representa el 8% del PIB nacional y 33% del PIB agrícola; es el principal rubro de exportación, generando en la cosecha 2009/2010 más de \$600 millones (IHCAFE 2011)

3.6 Roya del café

Existen dos royas del cafeto la roya anaranjada causada por *Hemileia vastatrix* Berk. et Br y la roya harinosa, causada por *Hemileia coffeicola* Maubi. Et Rog. Ambas pertenecen a la familia Pucciniaceae del orden Uredinales, la roya harinosa cuyo origen se supone es África central y que fue registrada por primera vez en Camerún en el año 1934 (Maublanc y Roger 1934) tiene hasta ahora solamente importancia regional en África occidental y es en la mayoría de los casos mucho menos dañina.

En Centroamérica se reportó por primera vez en Nicaragua en la región de Carazo en noviembre de 1976. Luego se detectó en diciembre de 1979 en la zona oriental de El Salvador y a finales de septiembre de 1989, la enfermedad se había diseminado a las regiones central y occidental de El Salvador.

La roya del cafeto fue descubierta en Honduras en diciembre de 1980 en la paz, provincia cercana a la frontera con El Salvador y en 1981 se detectaron fuertes ataques de roya en las provincias de Santa Bárbara, Cortes y Lempira. En diciembre de 1980, esta enfermedad se apareció en Santa Rosa, Guatemala, cerca de la frontera con El Salvador, en los últimos días de 1980 se detectó en importantes regiones cafetaleras de la costa del Pacífico en Guatemala (CATIE 1987).

La roya anaranjada es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* (Berck & Br). Las mayores afectaciones se presentan en cafetales muy sombreados y con exceso de humedad o en cafetales desnutridos expuestos a pleno sol. El principal daño que causa la enfermedad es el efecto defoliador, ello provoca el “paloteo” y hasta la muerte de los cafetos. (Large 1940, citado por López D. 2010) en su libro “The Advance of the Fungi” situó a la roya del cafeto entre las enfermedades más importantes de plantas cultivadas en los últimos años y sin duda, es la enfermedad más seria del cafeto a nivel mundial.

3.6.1 Sintomatología

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” (CENICAFE 2011).

La roya anaranjada produce manchas redondas en el envés foliar, que al principio son muy pequeñas, de color amarillo claro y translucidas. A los 2 días normalmente aparecen las uredosporas, dando a la lesión un color anaranjado e intenso, con los días las lesiones también se hacen visibles en el haz en forma de manchas aceitosas a los pocos días de su aparición en el envés foliar (CENICAFE 2011).

3.6.2 Biología de la roya

El hongo que causa la roya está categorizado como un parásito obligado, su multiplicación sólo se da en hojas vivas. La penetración del hongo se efectúa por los estomas, el hongo no tiene capacidad para penetrar la epidermis de la hoja. Las uredosporas emiten uno o más tubos germinativos hasta que localizan los estomas y penetran intracelularmente. Las hojas muy jóvenes son menos atacadas que las hojas adultas, debido a que la maduración de los estomas no está completa (SINAVEF 2013).

La germinación de las uredosporas requiere de agua líquida o rocío y condiciones de poca luminosidad (oscuridad). La liberación de las uredosporas solamente es posible en presencia de agua líquida, aunque también el viento, los insectos y las personas pueden diseminarlas. La duración del ciclo va a depender de las condiciones climáticas. En fincas situadas a menos de 1,000 msnm, se estima que el ciclo de la enfermedad se completa en 28 a 35 días; a alturas menores, el ciclo es más largo. En la medida que aumenta la altitud, la incidencia de la enfermedad disminuye (SINAVEF 2013).

3.6.3 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 depositación (acompañada de una fuerte temperatura) (Eskes A. 1982) o una gran carga de frutos aumentan la predisposición de las hojas a la infección por roya.

Después de la penetración se establecen las relaciones tróficas entre el hongo y la planta. Las resistencias genéticas, el potencial hídrico del suelo y la temperatura de la hoja (Ribeiro *et al.* 1978) la cual, al sol, puede superar en 10 °C o más la temperatura del aire son factores que actúan sobre la colonización de la hoja por el hongo. (McCain y Hennen, 1984) han descrito con precisión las diferentes etapas que siguen la penetración. Se forman hifas intercelulares pioneras, posterior alimenticias y colonizadoras. De las hifas nacen haustorios intracelulares, los cuales extraen de las células invadidas los elementos necesarios para el crecimiento del hongo. Lo anterior conduce a la aparición de los primeros síntomas (leve amarillamiento).

3.6.4 Epidemiología de la roya

La epidemia de roya empieza con la formación del inoculo primario, el cual es el inoculó 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.

La cantidad de inóculo residual depende de la intensidad de defoliación. Paradójicamente, las aplicaciones de fungicidas pueden aumentar la cantidad de inóculo residual porque prolongan la vida de las hojas” 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 (López D. 2010). “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)”.

3.6.5 Factores abióticos que afectan el desarrollo de la enfermedad

Efecto de la temperatura

La temperatura afecta el desarrollo epidémico de la roya del cafeto debido a su acción directa sobre el proceso de germinación e infección del hongo, y una vez establecido éste sobre el período de incubación y latencia. Temperaturas por debajo del óptimo tienden a inhibir el crecimiento del hongo, prolongando el tiempo de germinación de las uredósporas, la formación de apresorios, la penetración y colonización del hospedante, haciendo más largo el ciclo epidémico de la roya. Temperatura por encima del óptimo, alteran el metabolismo y disminuyen el poder germinativo (Subero L.).

Efecto de la luz

La luz tiene un efecto negativo sobre la germinación de las uredósporas del hongo. La ausencia de luz estimula la germinación y el crecimiento del tubo germinativo. Intensidad lumínica superior a 2,5 bujías/pie reducen gradualmente el desarrollo de las lesiones y de la germinación, sin embargo, ésta aún se realiza bajo una intensidad de 10 bujías/pie. La duración del período de oscuridad para obtener un máximo de germinación es de cuatro horas, siendo en cambio necesario nueve horas para un máximo de infección (Subero L.).

Efecto de la humedad

La precipitación es quizás el factor ambiental más estudiado en relación con la evolución de la roya del cafeto a través del tiempo. La disponibilidad de agua o balance hídrico es otro factor que indirectamente influye sobre el desarrollo de la enfermedad a través de su acción sobre el desarrollo de la planta de café. La lluvia es un factor muy importante en el desarrollo de una epidemia (incremento en la intensidad y severidad) de la roya del cafeto. La lluvia actúa como factor determinante en la germinación de las esporas, en su dispersión, e indirectamente sobre otros factores ambientales tales como la humedad relativa, la temperatura y la luminosidad (Subero L.).

3.7 Pérdidas en la producción

El paralelismo observado entre la infección y la producción, en ocasiones puede conducir a subestimar el efecto de la enfermedad, pues después de un año de alta cosecha, se espera un año de baja producción, con o sin roya (Avelino *et al.* 1993. Sin embargo la enfermedad sí causa pérdidas, y el control es necesario, aunque éste no sea tan útil en las fases menos productivas del cafeto (plantas recién sembradas y recién podadas).

“En Honduras, Palma y sus colaboradores (1990) en un experimento de productos químicos de una duración de 2 años, reportaron pérdidas de producción de al menos el 40 %, ocasionados por infecciones de 68 %, con respecto a infecciones inferiores a 21 %. En Guatemala, (Avelino *et al.* 1993), en un experimento específico de pérdidas de producción, encontraron pérdidas de 21 % como resultado de una infección acumulada del 16 % de las hojas jóvenes enfermas, en comparación con plantas totalmente sanas. La defoliación de las bandolas enfermas redujo el crecimiento de estas, por ende, el número de frutos llevados al año siguiente. Lo anterior evidencia que la roya anaranjada acentúa el ritmo bienal de la producción”.

En Honduras el daño causado por la plaga de la roya sigue en aumento. A la fecha, este hongo que infecta las hojas del cafeto y la calidad del café ha dejado pérdidas de 300 millones de dólares. Las pérdidas, estimadas en un inicio en un 10%, se sitúan en la actualidad en un 25%, “son 100,000 manzanas afectadas, de esas 20,000 están totalmente perdidas”. “En cuanto a exportaciones, entre un millón y medio a dos millones de quintales se van a dejar de exportar, y eso implica pérdidas entre 200 y 300 millones de dólares”, afirmó el directivo cafetalero. Por su parte, Víctor Molina, gerente del Instituto Hondureño del Café (Ihcafé), resaltó que este rubro emplea anualmente a cerca de un millón de personas, “pero por motivos de roya se están perdiendo aproximadamente 100,000 empleos para el 2013 (IHCAFE 2013).

3.8 Métodos de control de la roya

3.8.1 Medidas preventivas

- Podas selectivas en café y regular la sombra de árboles; en la época de descanso del cultivo.
- Manejar un plan de abonamiento que garantice una nutrición oportuna del cafeto, el momento más oportuno para abonamiento es antes de la floración o al caer las primeras lluvias, en caso de una segunda aplicación en los meses de marzo o abril, cuatro meses antes de la cosecha.
- Enriquecer el abonamiento con enmiendas ricas en potasio y magnesio para fortalecer el follaje.
- Complementar con aplicación de purines, Bioles.
- Deshierbar oportunamente y manejar buena cobertura de mulch, para disminuir la humedad en el cafetal.
- Realizar aplicaciones preventivas a base de cobres.

3.8.2 prevención y erradicación

Ya antes de la llegada de la roya del cafeto al continente americano, algunos países conscientes del peligro comenzaban a prepararse para enfrentar esta eventual amenaza. A partir de los años cincuenta se intensificaron la búsqueda de material resistente y los programas de Fito mejoramiento para introducir genes de resistencia en los cafés arábigos (CENICAFE 2011).

Otra medida importante para impedir la propagación de la roya es la erradicación de los cafetos afectados. Por lo tanto al presentarse un nuevo foco de roya, se trata de erradicarlo como una primera opción, siempre que las circunstancias lo permitan. La técnica de erradicación puede describirse brevemente como sigue: una vez detectado un foco, se determina una zona de erradicación mayor que el foco, se aísla dicha zona, se trata el área con fungicidas y defoliantes, luego se destruyen los árboles. Finalmente se aplican repetidamente fungicidas protectores en el área de la erradicación y sus alrededores (Nutman, F. *et al* 1960).

3.8.3 Control genético

Para el control genético se tiene el uso de variedades resistentes o tolerantes a la roya del cafeto, que son igualmente competitivas con las variedades comerciales como ser: Lempira, Ihcafe 90 Parainema entre otras.

La resistencia es un fenómeno general en las plantas, su naturaleza puede ser deducida de diferentes orígenes: adquirida, agronómica, aparente, bioquímica, fisiológica, o morfológica (Bautista A. 1982); muchas veces se presenta como una combinación de varios factores.

3.8.4 Control químico

Los métodos de control de la roya más utilizados son el químico, con generalmente la aplicación de productos a base de cobre. (López D. 2010), en Honduras, encontraron que con 3 - 4 aspersiones (1 - 2 meses entre cada aplicación), iniciando las lluvias con dosis de 2 kg/ha de hidróxido de cobre, era suficiente para controlar la roya. Hay también productos sistémicos, entre ellos los triazoles (triadimefon, hexaconazol, ciproconazol). Las aspersiones de productos cúpricos pueden realizarse en base a resultados de muestreos (mensuales) o calendarios de aspersiones. La incidencia crítica propuesta para realizar aspersiones cúpricas es generalmente del 5 %.

Los fungicidas sistémicos, por su efecto curativo y erradicante, disminuyen el nivel de infección a través de la paralización del proceso de parasitismo dentro de la hoja y por medio de la abscisión de hojas infectadas, reducen el inoculo residual, lo que a su vez permite un retardo del inicio de las aspersiones y una reducción de su número.

Los fungicidas a base de cobre fueron por mucho tiempo casi los únicos productos químicos que se empleaban en el control químico de la roya del cafeto hasta que a partir de los años sesenta aparecieron nuevos productos de diferentes composiciones químicas (Bautista A. 1982).

3.9. Descripción productos químicos

3.9.1 Alto 100 SL (Ciproconazol)

Según Syngenta (2013), El Ciproconazol es un fungicida perteneciente al grupo de los triazoles, efectivo contra un amplio rango de enfermedades pertenecientes a las familias de Ascomycetos, Basidiomycetos y Deuteromycetos. No tiene actividad contra hongos del orden de los peronosporales.

En relación a la planta: ciproconazol tiene propiedades sistémicas y de contacto. Del grupo de los triazoles, el ciproconazol es de los que penetra en el tejido más rápidamente. En relación al hongo: ciproconazol tiene acción protectante (preventiva), curativa y erradicante.

El ciproconazol interfiere en la síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de demetilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo.

Se aplica preferiblemente de manera preventiva; para evitar el desarrollo de resistencia. A pesar de que Alto 100 SL puede ser utilizado como curativo y/o erradicante es altamente recomendable utilizarlo de manera preventiva

3.9.2 Silvaur combi 30 EC (Tebuconazole)

Según Bayer (2009), Grupo Químico: Triazol

Ingrediente Activo: Tebuconazol, Triadimenol

Concentración: Tebuconazole 22.5% Triadimenol 7.5%

Silvaur Combi 30 EC, es un fungicida eficaz con efecto sistémico. Se absorbe por los ectodesmos y luego se transporta vía xilema a todo el vegetal. Es de efecto preventivo, curativo y erradicante.

Mecanismo de Acción: Es un inhibidor de la biosíntesis del ergosterol.

3.9.3 Amistar Xtra 28 SL (Azoxystrobin – Ciproconazole)

Según Syngenta (2011), Es un fungicida compuesto por dos sustancias activas de modo de acción diferente y complementaria, Azoxystrobin y Ciproconazol. Azoxystrobin inhibe en los hongos la respiración mitocondrial y Ciproconazol la síntesis del ergosterol. En los cereales, la combinación del movimiento lento y gradual del Azoxystrobin con la sistemía del Ciproconazol proporciona a Amistar Xtra una elevada eficacia, persistencia, y resistencia al lavado, en definitiva la mejor protección para las principales enfermedades foliares del cereal como la septoria, la helmintosporiosis o las royas.

Azoxystrobin: Tiene acción por contacto y propiedades sistémicas, actúa bloqueando el proceso respiratorio de los hongos, posee un largo efecto residual y es eficaz sobre un amplio rango de enfermedades fungosas.

Ciproconazole: Es un fungicida sistémico del grupo de los triazoles actúa inhibiendo la síntesis del ergosterol. Posee amplio espectro de acción destacándose por su efecto sobre las royas. La mezcla de ambos principios activos determina una acción combinada que asegura un amplio espectro de control durante un período prolongado y reduce el riesgo de aparición de cepas resistentes.

3.9.4 Score 250 EC (Difenoconazol)

Según Syngenta (2011), El difenoconazol es un fungicida perteneciente al grupo de los triazoles, efectivo contra un amplio rango de enfermedades pertenecientes a las familias de Ascomycetos, Basidiomycetos y Deuteromycetos. No tiene actividad contra hongos del orden de los peronosporales. En relación a la planta: Difenoconazol tiene propiedades sistémicas locales y alta translaminaridad.

En relación al hongo: Difenconazol tiene acción protectante (preventiva), curativa y erradicante. Inhibe significativamente el desarrollo del crecimiento subcuticular del micelio del hongo y de esa manera previene el desarrollo de la enfermedad. Se ha observado también en algunos hongos excelente actividad antiesporulante luego de tratamientos protectivos y curativos. El difenconazol interfiere en la síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de demetilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo.

3.9.5 Duett 25 SC (Epoconazole + Carbendazim)

Es un fungicida, sistémico, protectante y erradicante, actúa inhibiendo el desarrollo de los tubos germinativos de los hongos, formación de apresorios, crecimiento de micelio y biosíntesis del ergosterol. Después de la aplicación el Epoconazole es absorbido por la superficie de la hoja y transportado en el sistema vascular de la planta; el Epoconazole tiene una sistemicidad acrópeta desde la base hasta la punta de la hoja. Por su parte, el Carbendazim puede ser absorbido a través de las raíces y tejidos verdes con translocación acrópeta (Agrorevista 2012).

Para la aplicación se necesita aspersora de mochila o equipo accionado por tractor. Antes de utilizar el equipo de aspersión, revise cuidadosamente que este en buen estado de funcionamiento. Antes de aplicar DUETT 25 SC, calibre con agua el equipo de aspersión para verificar que está aplicando la dosis correcta. Se recomienda usar boquillas de cono hueco. Para dosificar la cantidad correcta de acuerdo al tanque de la aspersora debe utilizar un tazón medidor. Utilice el equipo de protección personal antes de usar y manipular DUETT 25 SC (Agrorevista 2012).

3.9.5 Phyton 24 SC

Según Viexco (2013), PHYTON-24 SC es un producto ambientalmente seguro para el operador, los animales domésticos, etc.

PHYTON-27/24 se biodegrada rápidamente en el medio ambiente y en el interior de la planta. Además, no provoca resistencia a las plagas y puede ser utilizado en rotación con otros plaguicidas químicos para retardar el desarrollo de resistencia a las plagas por los plaguicidas químicos.

El principio activo de PHYTON-27/24 está exento de tolerancia de residuos por la US-EPA en los cultivos tratados, por lo que PHYTON-27/24 puede ser utilizado en los cultivos de exportación, sin problemas de residuos de plaguicidas ilegales. Además, PHYTON-27/24 es aprobado y recomendado para utilizarse en cultivos orgánicos.

Debido al proceso patentado, se hace posible la acción sistémica de PHYTON-27/24 en las plantas. Este proceso hace que el sulfato de cobre pentahidratado se absorba a nivel sistémico en la planta y "protege el interior" en contra de la bacteria y las enfermedades de hongos. En los fungicidas convencionales de cobre, el ingrediente activo se queda fuera de las plantas como "protector".

3.9.6 MAI – 007 5 SL

Según Viexco (2013), Es un fungicida de amplio espectro que es producido por la fermentación de la bacteria estreptomicina spp.

Debido a su modo de acción, el ingrediente activo de MAI-007 pertenece a un grupo llamados antimetabolitos. Los antimetabolitos son de inhibidor del metabolismo del patógeno. La presencia de antimetabolitos afecta el metabolismo del crecimiento celular y la división celular de los patógenos diana (bacterias y hongos).

El ingrediente activo de MAI-007 es compatible con el ambiente, ya que se degrada en última instancia por las enzimas a CO₂, H₂O y urea. Todos los estudios toxicológicos indican que MAI-007 es muy seguro para la salud humana y amigable con el medio ambiente:

Según **Subero. L.** Los productos utilizados en el control de la roya del cafeto, Maneb (2% de ion zinc, 78% etilen bisditiocarbamato de manganeso) en condiciones de laboratorio hasta concentraciones de 0,75, no tienen un buen efecto sobre el desarrollo de la lesión ni sobre la esporulación del hongo, comparado con fungicidas en base a cobre.

El fungicida Oxicarboxin, tiene una acción directa sobre el patógeno y generalmente se acumula en los sitios de infección; por esta razón, en el control de la enfermedad ha sido utilizado en aspersiones y en forma granular aplicado al suelo. Se han recomendado tres aplicaciones al año, en alto o bajo volumen. Este fungicida, el igual que Carboxin (Vitavax) y Pyracarbolid (Sicarol) matan al micelio que está dentro de la hoja.

El Benomyl es un fungicida que luego de ser absorbido por la planta, se hidroliza, dando lugar al carbamato de metil bensimidazol, que causa inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos. También, da origen al butil isocianato, producto que inhibe la oxidación de la glucosa. En inoculaciones artificiales se encontró que el Benlate (Benomyl) no tuvo efecto terapéutico, pero se comportó como un buen protector, por lo menos por 20 días.

Según **ANACAFE (2012)**, Los índices promedio de infección inicial indican que la enfermedad se encontraba bien distribuida en el área de estudio, condición necesaria para una evaluación objetiva. Los resultados medidos como porcentaje de infección de Roya se analizaron estadísticamente.

Al concluir la investigación se observó un grupo de fungicidas con menores porcentajes de infección: “Alto 100”, 9.79% y “Duett”, 10.6%; seguidos de “Caporal”, 18.6% y “Silvacur”, 22.3%. Los otros fungicidas presentaron niveles de infección estadísticamente más elevados: “Nativo”, 44.8%; “oxicloruro de cobre”, 61.4%; “Caldo Bordelés” 68%; y el testigo sin aplicación 71.2%.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el departamento de Comayagua, en el municipio de Las Lajas; el cual posee una extensión territorial de 95,08 km² y una posición geográfica de Latitud. Norte 14° 51' 38'', longitud. Oeste 87° 40' 44'' el cual está localizado a 78 Km de la ciudad de Comayagua, el municipio se encuentra a una altura de 1,080 msnm con una temperatura promedio de 26 °c. Una humedad relativa de 69.2 % en la época de verano y alcanza hasta un 94% en invierno una precipitación anual de 1,892 mm.



Figura 1 Ubicación geográfica del lugar donde se realizó el ensayo.

Cuadro 1 Fincas y localidades donde se evaluaron los ensayos.

Nombre de la Finca	Propietario	Ubicación	Altitud	Distanciamiento de siembra	
				Entre surco	Entre planta
Bella Vista	Norma Jimenez Ulloa	El coral, Las Lajas; Comayagua	1254 msnm	1.80 m	0.90 m
Lavaire	Rosa Lavaire Cruz	Sanmiguel, Las Lajas; Comayagua	1080 msnm	2.00 m	0.90 m
El Roble	Oscar Buezo	La fortuna, Las Lajas; Comayagua	1124 msnm	1.90 m	0.90 m

4.2 Materiales y equipo

En la realización del proyecto se utilizaron los siguientes materiales: GPS, Cinta métrica, cabuya, estacas, marcadores indelebles, fungicidas de origen químico y biológico, abonos foliares, croquis de campo, tablero, libreta de campo, lápiz, botas de hule, gafas, naricearas, overol, bomba de mochila.

4.3 Manejo del experimento

4.3.1 Selección de los lotes a utilizados

Se seleccionaron fincas cultivadas con la variedad catuai realizándose una inspección del área cultivada, para identificar que previo a la aplicación de los tratamientos hubiera una incidencia mayor al 5 %.

4.3.2 Tamaño de la parcela

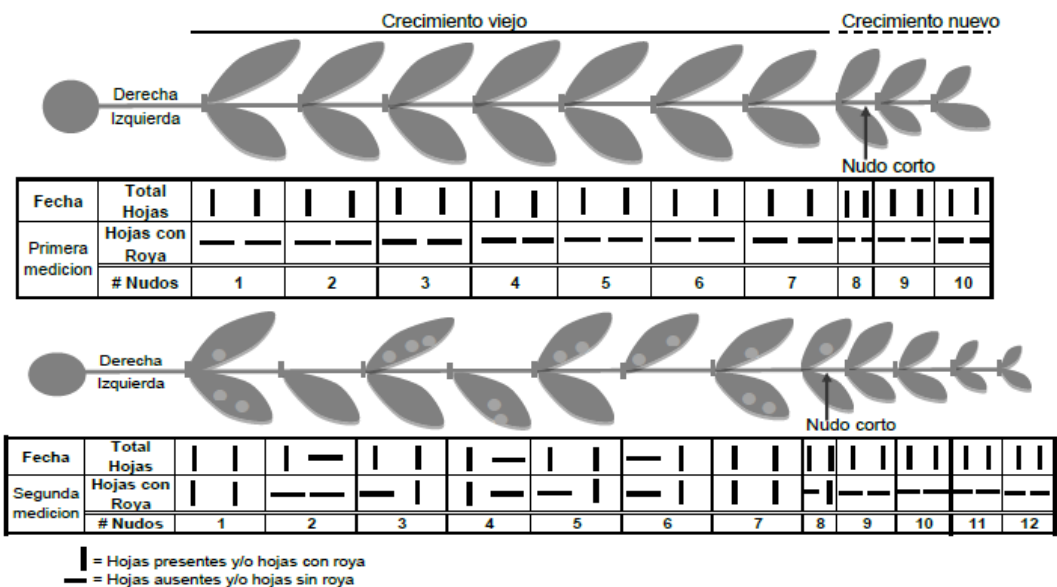
El área total de la parcela fue de 16 plantas y la parcela útil fue de 4 plantas centrales las cuales estaban en competencia completa y eran homogéneas al resto del cultivo.

4.3.3 Identificación de las plantas monitoriadas

Se seleccionaron dentro de cada parcela útil 4 plantas centrales las cuales tenían que ser homogéneas al resto de la muestra en altura, edad y follaje, seleccionando seis bandolas (sentido opuesto), dos en la parte baja, dos en la parte media y dos en la parte alta (mayor producción de frutos), a las cuales se les marco con cinta. Para esta actividad, se utilizó cinta de color mantequilla, luego se procedió a marcar la cinta con el número de planta y bandola correspondiente. A cada bandola se le evaluó la incidencia y la severidad de la enfermedad. Las mediciones se realizaron cada quince días.

4.3.4 Evaluación del crecimiento de la enfermedad y del hospedero

Para evaluar la infección instantánea y acumulativa de la roya en el tiempo se utilizó el método propuesto por Kushalappa (1981). Este método permite cuantificar entre mediciones el crecimiento de la enfermedad, del hospedero (hojas de café), las pérdidas de hojas enfermas o sanas, ya que cada hoja de las bandolas codificadas queda identificada en los formatos de las mediciones.



4.3.5 Manejo de la parcela a utilizar

Se realizó de acuerdo al plan de manejo establecido por el productor interviniendo la aplicación de los fungicidas.

Cuadro 2 Descripción de la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Productos	Descripción	Dosis lts/ha
Phyton 24 SC	Phyton	Fungicida bactericida	1 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.76 lt
	NEWGIBB	Regulador de crecimiento a base de ácido giberelico	14.3 gr
	NEWFOL ZINC	bioestimulante foliar a base de zinc y nitrógeno	500 gr
	NEWFOL MAGNESIO	bioestimulante foliar a base de magnesio y nitrógeno	571 gr
MAI 007 5 SL	MAI 007 SL	Fungicida a base de nucleosido de pirimidina	1.12 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.76 lt
	NEWGIBB	Regulador de crecimiento a base de ácido giberelico	14.3 gr
	NEWFOL ZINC	bioestimulante foliar a base de zinc y nitrógeno	500 gr
	NEWFOL MAGNESIO	bioestimulante foliar a base de magnesio y nitrógeno	571 gr
Alto 10 SL	Alto 10 SL	Fungicida sistémico	0.46 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.71 lt
	Maxiboost	Fertilizante foliar a base de extracto de algas	2.1 lt
Silvacur 30 EC	Silvacur 30 EC	Fungicida sistémico	0.65 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.71 lt
	Maxiboost	Fertilizante foliar a base de extracto de algas	2.1 lt
Amistar Xtra 28 SL	Amistar Xtra 28 SL	Fungicida sistémico	0.45 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.71 lt
	Maxiboost	Fertilizante foliar a base de extracto de algas	2.1 lt
Score 250 EC	Score 250 EC	Fungicida sistémico	0.5 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.71 lt
	Maxiboost	Fertilizante foliar a base de extracto de algas	2.1 lt
Duett 25 SC	Duett 25 SC	Fungicida sistémico	0.55 lt
	PH-PLUS	Regulador de pH y corrector de dureza del agua	0.36 lt
	XENIX	Surfactante, penetrante y dispersante	0.71 lt
	Maxiboost	Fertilizante foliar a base de extracto de algas	2.1 lt

Cuadro 3 Manejo realizado en la plantación

Finca	Fertilización		Limpia	
	Formula	Dosis	Manual	Química
Lavaire	12 - 24 - 12 + bocashi	4 onzas/Planta	Se chapeo en el mes de julio	Se aplico glifosato a una dosis de 150 cc/bomba de 18 ls
El Roble	18 - 3 - 18 + urea	3 onzas/Planta	Se chapeo a principios del mes de agosto	
Bella Vista	18 - 3 - 18 + urea	3 onzas/Planta	Se chapeo a finales del mes de agosto	
	Gallinaza	3 lbs/Planta		

4.4 Aplicación de tratamientos

Se aplicaron los distintos fungicidas utilizados con intervalos de 30 días entre aplicación. Debido a que la absorción en las plantas y la hidrólisis en el agua de estos compuestos pueden tardar entre 20 a 28 días (Delgado et al 2005, citado por Quevedo 2012). Realizando dos aplicaciones la primera en el mes de junio y la segunda en el mes de julio, previo a la aplicación se hicieron las dosificaciones por producto de acuerdo a la dosis recomendada por el fabricante, calculando producto comercial por parcela, caldo plaguicida por parcela e ingrediente activo por hectárea (anexo 8).

4.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 24 parcelas, con el fin de reducir el sesgo de otros factores que no estaban bajo estudio, como ser la pendiente, humedad del suelo y el gradiente de fertilidad.

El modelo estadístico usado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + T_i + E_{ijk}$$

Para, $i = 1, \dots, j = 1, \dots$ Dónde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media muestral observada

R_k = Efecto de repetición

T_i = Efecto de la aplicación de los fungicidas

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

k = Número de repeticiones

4.6 Descripción de los fungicidas evaluados.

Cuadro 4 Fungicidas evaluados.

Tratamiento	Descripción	Ingrediente Activo	Concentración Ingrediente activo	Dosis Ltsha ⁻¹
T1	Testigo			
T2	Duett 25 SC	Epoxiconazole + Carbendazin	25 mllt ⁻¹	0.55 lts
T3	Score 250 EC	Difenoconazol	250 mllt ⁻¹	0.5 lts
T4	Alto 10 SL	Ciproconazole	10 mllt ⁻¹	0.45 lts
T5	Amistar – Xtra 28 SL	Azoxystrobin + ciproconazole	28 mllt ⁻¹	0.45 lts
T6	Silvacur 30 EC	Tebuconazole + Triadimenol	30 mllt ⁻¹	0.65 lts
T7	MAI – 007 5 SL	Nucleosido de Pirimidina	5 mllt ⁻¹	2 lts
T8	Phyton 24 SC	Sulfato de cobre pentahidratado	24 mllt ⁻¹	1 lt

4.7 Factor bajo estudio

Fungicidas sistémicos evaluados en el control de la roya del café.

4.8 Variables evaluadas

- Incidencia de la enfermedad
- Severidad de la enfermedad

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 del área útil y dividiendo para el número total de hojas de las bandolas de la misma área y multiplicando por 100 para expresarlo en porcentaje, utilizando la fórmula que a continuación se describe.

% de Incidencia

Numero de hojas enfermas en las bandolas

% de Incidencia (I) = ----- x 100¹

Total hojas presentes (sanas + enfermas)

Figura 2 Porcentaje de Severidad

CLASE 0	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4	CLASE 5
					
PLANTA SANA	PLANTA CON DEFOLIACIÓN ENTRE 0.1 A 20 %	PLANTA CON DEFOLIACIÓN ENTRE 21 A 40 %	PLANTA CON DEFOLIACIÓN ENTRE 41 A 60 %	PLANTA CON DEFOLIACIÓN ENTRE 61 A 80 %	PLANTA CON DEFOLIACIÓN ENTRE 81 A 100 %
					
HOJA SANA 0	HOJA CON 0.35% DE DAÑO	HOJA CON 2.70% DE DAÑO	HOJA CON 10.15% DE DAÑO	HOJA CON 17.15% DE DAÑO	HOJA CON 24.74% DE DAÑO

Para determinar el porcentaje de severidad de la enfermedad, se realizaron evaluaciones periódicas cada 15 días a partir de la aplicación de los tratamientos. (Pacheco A. 2012), obteniéndose el porcentaje de daño mediante una evaluación visual objetiva del área enferma, a la cual se le asignó un valor en grados de cero a cinco dependiendo del número de pústulas por hoja, posteriormente se les asignó un porcentaje de daño de acuerdo a la escala diagramática (figura 2).

% de defoliación

$$\frac{\% \text{ hojas al inicio} - \% \text{ de hojas al final}}{\% \text{ de hojas al inicio}} * 100$$

Para calcular el porcentaje de defoliación por tratamiento se tomó en cuenta el porcentaje de área foliar al inicio de las aplicaciones y el porcentaje de área foliar al concluir el ensayo utilizando la fórmula que se describió anteriormente.

4.9 Análisis estadístico

A los datos obtenidos de las variables evaluadas se les aplicó un análisis de varianza al 5% ($p < 0.05$) de significancia para los ocho tratamientos y una prueba de medias de Duncan para aquellas variables que resultaron significativas, en cuanto a la variable severidad se hizo una transformación de datos utilizando la función raíz Cuadrada ($\sqrt{}$) debido a que el coeficiente de variación fue demasiado elevado.

4.10 Análisis económico

Se realizó un análisis económico de rentabilidad basado en presupuesto parcial al concluir el trabajo.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios obtenidos expresados en porcentajes de los ocho tratamientos a través de las diferentes localidades para las variables de incidencia de la enfermedad y severidad de la enfermedad se observan en el Cuadro 5.

La variable incidencia fue altamente significativas ($p < 0,01$) para las localidades, muestreo y los tratamientos, al igual que las interacciones mostraron alta significancia ($p < 0,05$). La variable severidad fue altamente significativa ($p < 0,05$) para las localidades y los tratamientos, entre las interacciones hubo significancia al 5%. Que la interacción haya sido altamente significativa en cuanto a la variable incidencia nos indica que los fungicidas son bastante influenciados por el ambiente, suelo y otros factores naturales, y su respuesta va ser diferente de acuerdo a la influencia de estos factores en cada localidad para estas variables de incidencia y severidad de la enfermedad.

En general los coeficientes de variación fueron bastante altos, debido a que las variables son subjetivas expresadas en porcentaje. Respecto a los coeficientes de determinación fueron también arriba de 0.80 los que nos indica que el modelo explica el 80% de la variabilidad en cada localidad para estas variable excepto para la variable severidad de la enfermedad que anda en un nivel medio.

Cuadro 5 Promedio de incidencia y severidad de la roya en el cultivo de café según la época de muestreo, la finca y el fungicida aplicado.

Descripción	Incidencia	Severidad
Muestreo		
1	27,3 a	1,00 a
2	30,1 a	1,02 b
3	36,9 b	1,08 bc
4	38,8 bc	0,89 bc
5	40,8 c	0,98 c
Finca		
Bella Vista	22,3 a	0,79 a
Lavaire	24,3 a	0,96 b
El Roble	57,7 b	1,23 c
Fungicida		
Duett	25,8 a	0,76 a
Alto	27,4 a	0,89 b
Silvacur	31,9 b	0,89 b
Amistar	35,8 bc	0,97 bc
MAI	36,8 c	1,13 d
Score	38,6 cd	1,04 cd
Testigo	39,1 cd	1,15 d
Phyton	42,5 d	1,12 d
ANAVA		
Fuente de variación	Incidencia	Severidad
Localidad	**	**
Muestreo	**	**
Loc * Muestreo	**	**
Tratamiento	**	**
Loc * Trat	**	**
Muestreo * Trat	**	ns
Loc * Muestreo * Trat	ns	ns
R ²	0,874	0,64
C.V	30,30 %	26,29 %

*= Significancia al 0.05 de probabilidad

**= Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

ns= no significativo

C.V= Coeficiente de Variación

F.V =Fuente de Variación

R²= Coeficiente de determinación

5.1 Incidencia de la roya

En la figura 3, se muestran los porcentajes de infección al momento correspondientes a cada fecha de lectura por tratamiento, muestra que hasta el 1 de julio el crecimiento de la enfermedad fue bajo. A partir de esa fecha, el porcentaje de infección se incrementó llegando la enfermedad a su punto más alto el 20 de agosto 40,7 %. Estos porcentajes de infección nos indican que al pasar el tiempo el daño de la enfermedad fue en aumento. Donde los fungicidas evaluados no mostraron una respuesta positiva en cuanto al control de la enfermedad.

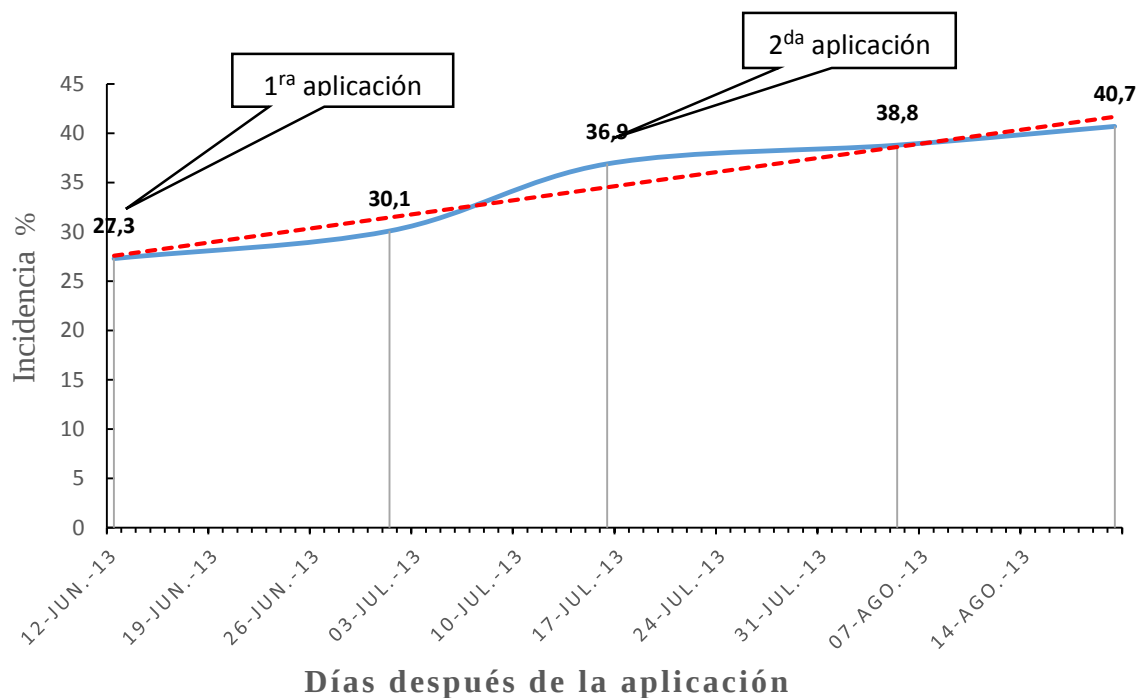


Figura 3 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la época de muestreo.

En la Figura 4 se observa la variable incidencia de la enfermedad (%), con respecto a la localidad donde la finca bella vista presento una media general de 22,2%, la finca Lavaire presento una media general de 24,3% presentando una menor infección de la enfermedad y la finca el roble con una media de 57,7 %, fue la localidad que presento mayor incidencia de la enfermedad este aumento brusco se a tribuye al manejo agronómico que se le brindo a la finca, condiciones climáticas favorables para que se desarrolle el hongo, causando un severo agotamiento de la planta por efecto de la alta defoliación y deficiencias nutricionales.

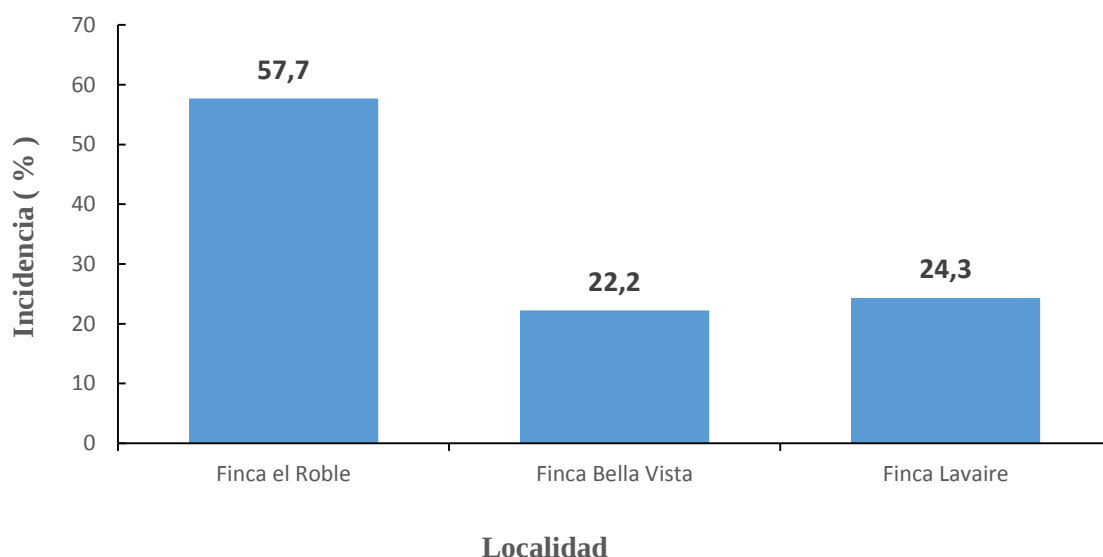


Figura 4 Incidencia de la roya en el cultivo de café según la finca donde se realizó la investigación.

En la Figura 5 se observa la variable incidencia con respecto a la localidad donde fueron aplicados, donde los fungicidas que presentaron mejor efecto de control de la enfermedad en las plantaciones tratadas fueron el duett 25.8 %, alto 27.4 % y el silvacur con un porcentaje de 31.9 %, dejando al testigo 39.1 % y el Phyton 42.5 % con los porcentajes más altos de incidencia. Estos datos son similares a los encontrados por ANACAFE en el 2012 donde los fungicidas con menores porcentajes de infección fueron: “Alto 100”, 9.79% y “Duett”, 10.6%; seguidos de “Silvacur”, 22.3%.

Los otros fungicidas presentaron niveles de infección estadísticamente más elevados: “oxicloruro de cobre”, 61.4%; “Caldo Bordelés” 68%; y el testigo sin aplicación 71.2%.

También se observó que las parcelas tratadas con Duett presentaron menor defoliación en comparación a las tratadas con los otros fungicidas, esto se le atribuye al oxígeno con un doble enlace que es el epoxi en medio de una pentosa y hexosa que es la base estructural del epoxiconazole (BASF 2013).

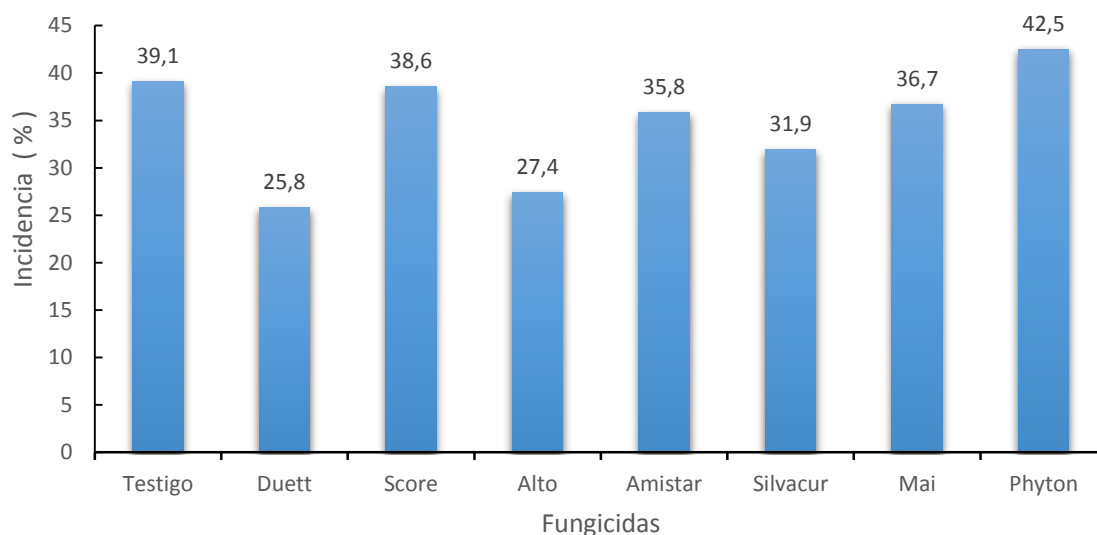


Figura 5 Incidencia de la roya en el cultivo de café con respecto al fungicida evaluado.

De acuerdo a los datos obtenidos durante los muestreos se puede observar claramente el desarrollo de la enfermedad a través del tiempo, y puede verse que el nivel de infección se mantuvo un acenso elevado hasta el 16 de julio en siete de los ocho tratamientos evaluados con excepción del Alto 10. La enfermedad continuó aumentando en los tratamientos MAI, Score, Phyton y el testigo, así como el amistar, los que al final mostraron porcentajes de incidencia más altos. (Figura 6). Esto se debe a que los niveles de precipitación fueron mayores durante el mes de agosto 400,1 mm (Anexo 7).

Mientras tanto, en los tratamientos alto 10, duett y silvacur, el nivel de infección en las plantaciones tratadas se mantuvo baja hasta el final del ensayo, mostrando un efecto mejor efecto de control con respecto al resto de los fungicidas evaluados (figura 6).

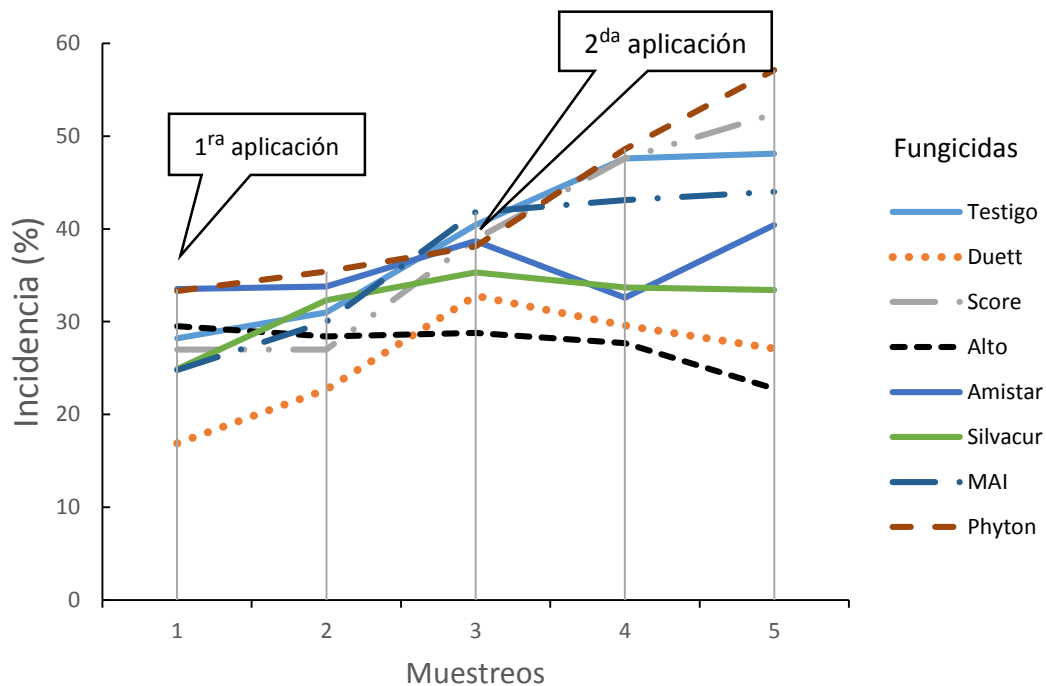


Figura 6 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la época del muestreo para cada uno de los fungicidas evaluados.

En la figura 7 se observa la interacción entre las localidades y los fungicidas, se puede observar que en la finca bella vista hubo un mayor efecto de control del duett, silvacur, alto y amistar- Xtra, con respecto al porcentaje de incidencia de la enfermedad presente en la plantación, esto se debe a que la plantación está establecida a pleno sol, donde las condiciones de temperatura y humedad no son las más indicadas para que el hongo se desarrolle.

Por otro lado tenemos a la finca el Roble con los porcentajes de incidencia más elevados, esto se debe a las condiciones de manejo que el productor le brindo a la plantación: no hubo limpia ni fertilización de la finca durante el ensayo, estas labores se realizaron hasta finales del mes de agosto, también influyo el componente arbóreo, menor entrada de luz y mayor humedad siendo estos factores determinantes para la propagación y germinación de las esporas del hongo (Subero L).

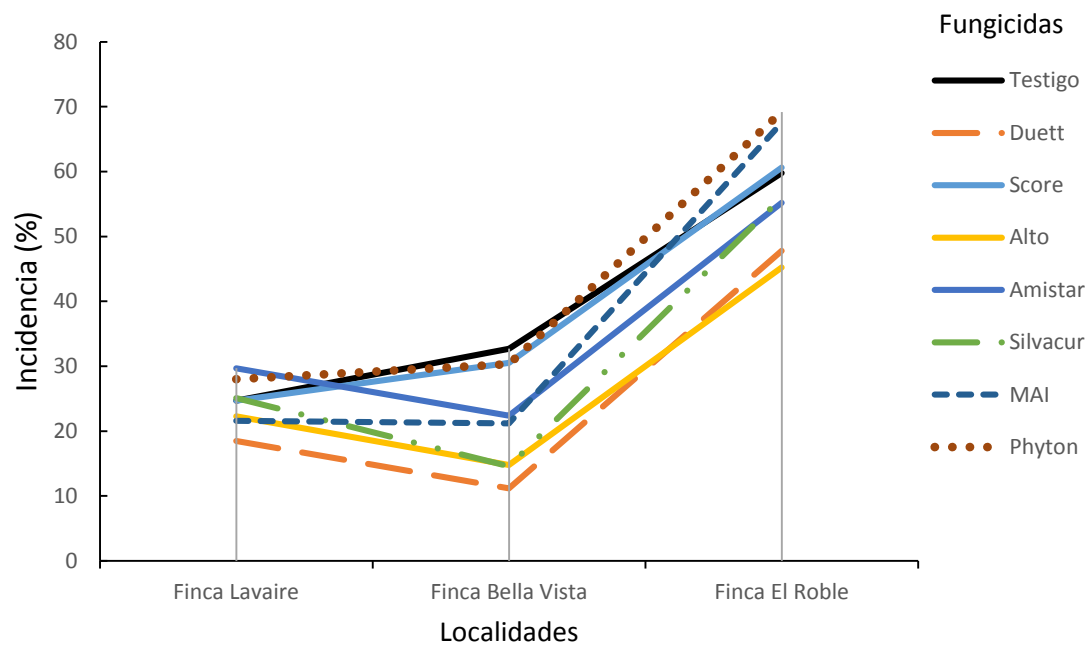


Figura 7 Comportamiento de la incidencia de la roya del café según la finca y el fungicida aplicado.

Respecto a la prueba de medias evaluada (Duncan), en cuanto al tipo de fungicida utilizado, los que difieren al resto de los tratamientos son el duett y el Phyton teniendo al duett como el mejor en cuanto al control de la enfermedad con un porcentaje de incidencia de 25,8 mientras que el phyton presento menor eficiencia en cuanto al control de la enfermedad mostrando un porcentaje de incidencia de 42,5 (anexo 3).

Estos datos son similares a los encontrados por (ANACAFE 2012), presentando al duett con un porcentaje de 9.79% y al alto 10 con un porcentaje de 10.6%; dejándolos como los mejores fungicidas en cuanto al control de la incidencia de la roya del café.

5.2 Severidad de la roya

Para observar el comportamiento de los diferentes fungicidas utilizados en el presente trabajo se hace uso de los gráficos de tendencia los cuales nos permiten ver el desarrollo de la enfermedad en el tiempo que se desarrolló el experimento. En la Figura 8, se observa que el daño de la enfermedad se mantuvo en acenso, por lo tanto los fungicidas evaluados no presentaron su mayor efecto de control. Mostrando durante el mes de julio, los mayores porcentajes de infección de la roya en las plantaciones teniendo porcentajes de infección de 1,02 y 1,08 %. Esto se puede atribuir a la elevada presencia de la enfermedad al momento de aplicar los productos, a las altas precipitaciones que se dieron durante el periodo de desarrollo de la investigación (anexo 6) y el manejo agronómico que los propietarios le bridaron a sus cafetales.

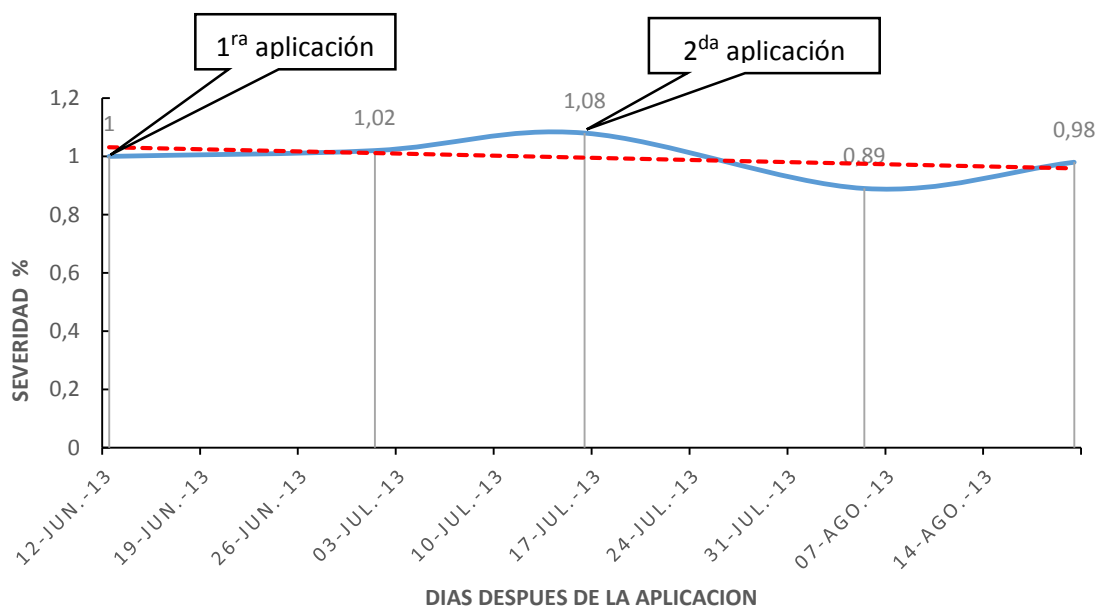


Figura 8 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la época de muestreo.

El comportamiento de la roya del café durante el transcurso del experimento, se pudo observar claramente para cada localidad, en base al porcentaje de infección en la plantación, el cual indica que en la finca Bella Vista y en la finca Lavaire, la enfermedad se mantuvo abajo del 1 % de infección, hasta final del periodo de evaluación del ensayo, mientras que en la finca el Roble el porcentaje de infección fue de 1,23 % al final del ensayo (figura 9).

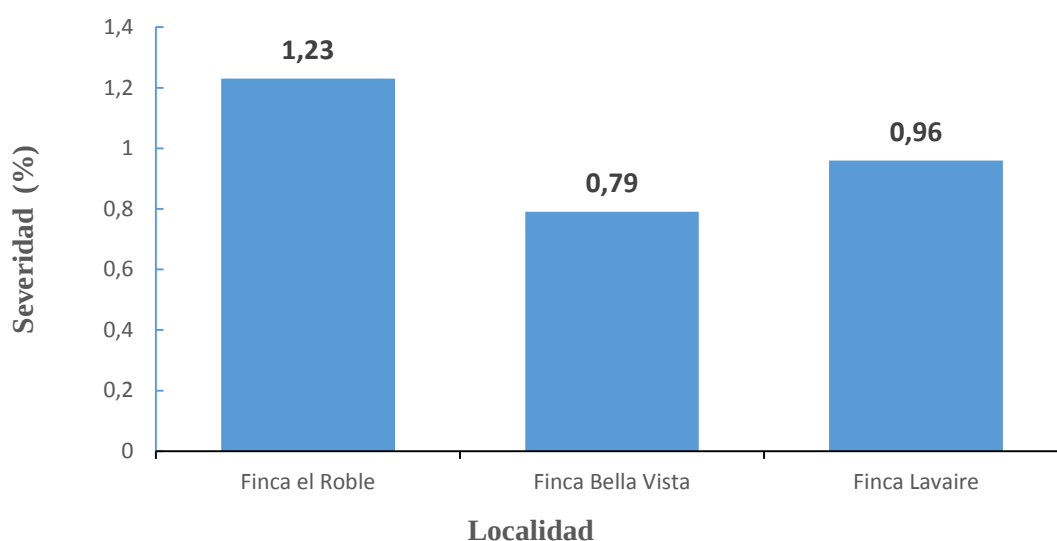


Figura 9 Severidad de la roya en el cultivo de café según la finca donde se realizó la investigación.

El comportamiento de la roya en función al porcentaje de área foliar afectado demuestra que esta se mantuvo baja en las parcelas que fueron tratadas con duett 0,76 %. Alto 0,89% y silvacur 0,89 %, notándose un elevado porcentaje de infección en los tratamientos MAI 1,13% y Phytan 1,12 % siendo estos los tratamientos al final del ensayo con mayor daño. (Figura 10). Mostrando resultados similares a los obtenidos por (Bautista A. 1982), donde el propiconazole fue el fungicida que mostro mejor efecto de control.

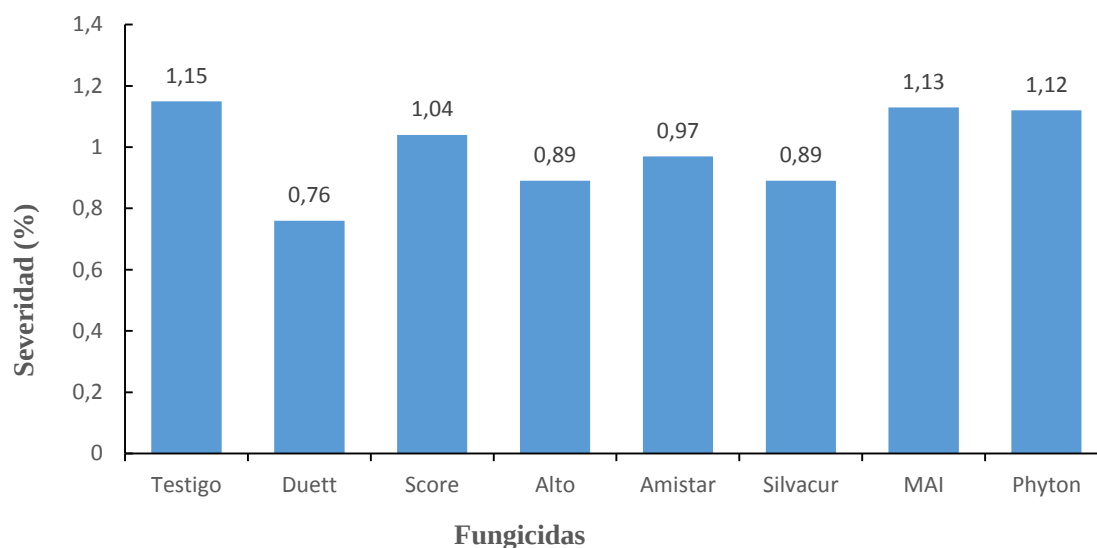


Figura 10 Severidad de la roya en el cultivo de café con respecto al fungicida evaluado.

En la figura 11 se muestran los datos del segundo muestreo (1 julio), realizado 15 días después de la primera aplicación, muestran a todos los tratamientos con una tendencia constante, incluido el testigo sin aplicación (fueron estadísticamente similares). Esto podría explicarse por el descenso natural de la infección de la Roya, como consecuencia de la caída de las hojas enfermas y viejas en este período, y el nuevo crecimiento vegetativo de la planta.

En el tercer muestreo (16 julio) los datos muestran diferencias en los porcentajes de infección; los más elevados corresponden al testigo (sin aplicación) y al MAI (nucleosido de pirimidina).

En el cuarto muestreo (5 agosto) se observan mayores porcentajes de infección en los tratamientos MAI, Phyton y el score. Los fungicidas Duett, Alto 10 y Silvacur presentan porcentajes de infección estadísticamente más bajos en cuanto al porcentaje de severidad de la enfermedad.

En los datos del quinto muestreo (20 de agosto) se observó un grupo de fungicidas con menores porcentajes de infección: Duett 0,6%, Alto (10) 1 %, Silvapur 1,2% y Amistar –Xtra 1,7%. Los otros fungicidas presentaron niveles de infección estadísticamente más elevados: score 2 %, Phyton 2,3 %, MAI 2,8 % y el testigo sin aplicación 2,9%.

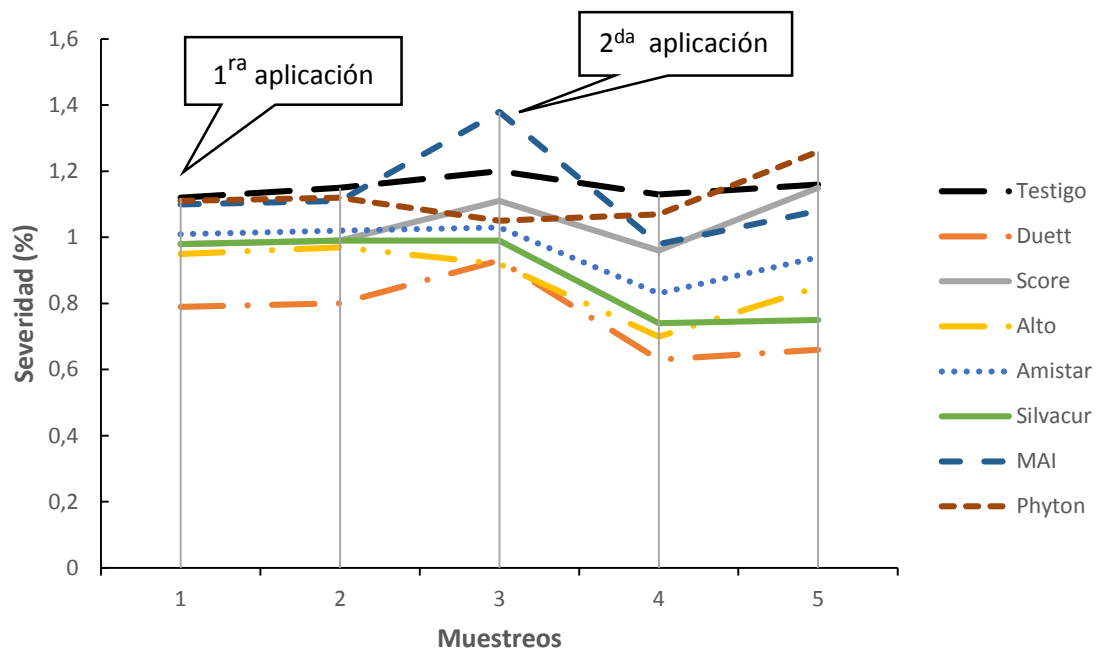


Figura 11 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la época de aplicación y el fungicida utilizado.

Según la interacción entre las localidades y el fungicida, respecto al daño de la enfermedad en la plantación se puede observar que en la finca Bella Vista y la finca Lavaire, fue donde hubo menos daño, teniendo al duett y al silvacur en la finca bella vista como los mejores fungicidas en el control de la enfermedad, en la finca Lavaire el duett y el alto fueron los fungicidas que presentaron mejor resultado (figura 12).

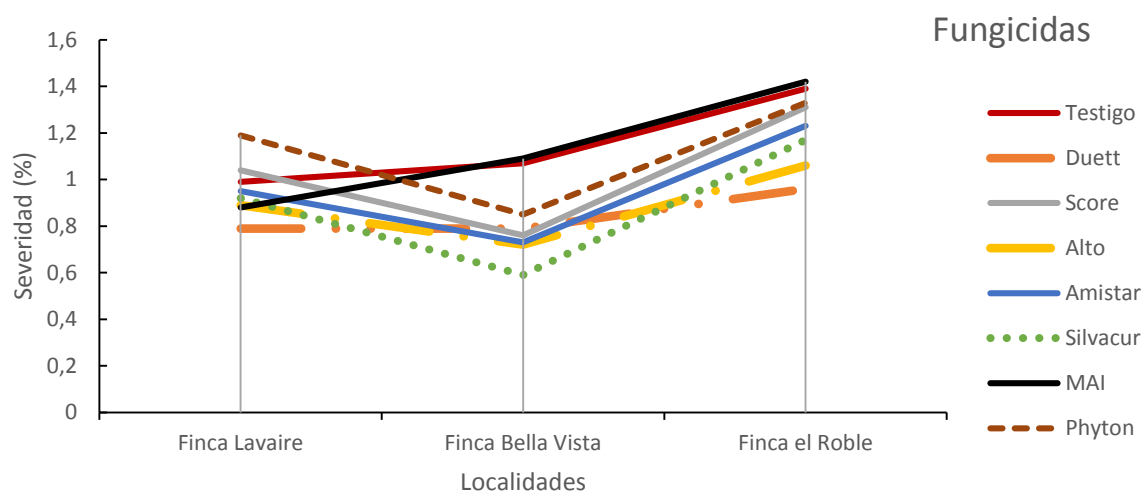


Figura 12 Comportamiento de la severidad de la roya del café según la finca y el fungicida aplicado.

En la figura 13 se muestra el porcentaje de defoliación por tratamiento evaluado, observándose que el testigo sin aplicación mostro una menor defoliación 15,9 % seguido del Duett 25 SC el cual presento una defoliación del 20,5 %, debido a que el Duett reduce la producción de etileno, activa la producción de citoquininas e inhibe giberelinas demorando la senescencia de la planta tratada, el Amistar – Xtra 28 SL mostro los porcentajes de defoliación más elevados 31,27 % seguido por el Phyton 24 SC 24,87 %, Score 250 EC 22,44 %, esto se debe que la mayoría de los triazoles aceleran el proceso de senescencia de la hoja dañada, por lo tanto hay un mayor porcentaje de defoliación en las plantaciones tratadas con triazoles como ser Amistar – Xtra 28 SL, Score 250 EC, Alto 10 SL, entre otros.

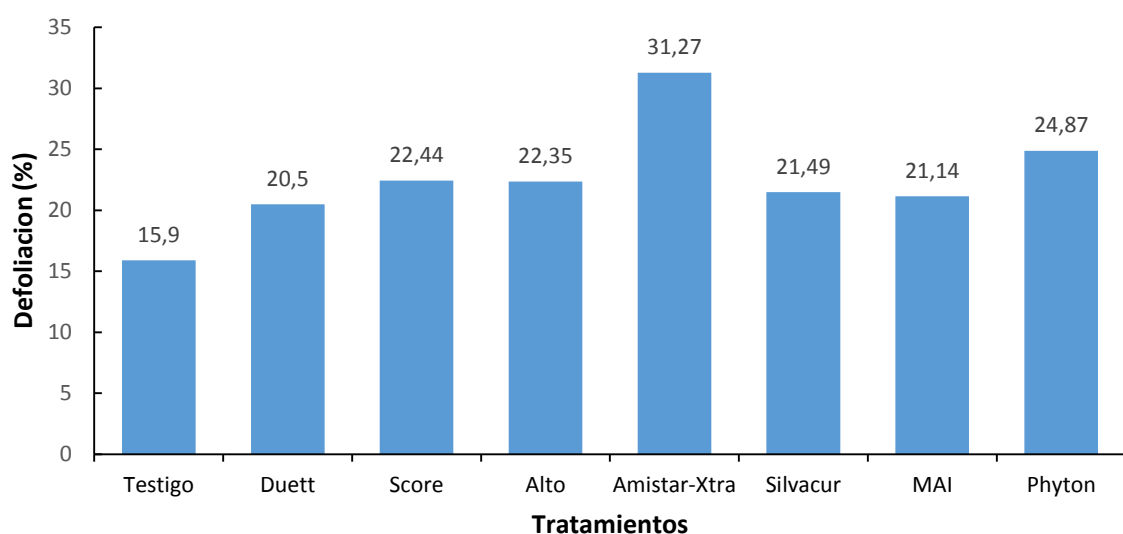


Figura 13 Porcentaje de defoliación de las plantaciones tratadas con respecto al fungicida utilizado.

5.3 Costo de aplicación de los fungicidas evaluados.

Cuadro 6. Análisis de presupuesto parcial para la aplicación de los fungicidas

Nº	Tratamientos	Costos fijos lps / ha-1	Costos variables lps / ha-1	Aplicaciones / año	Total lps / ha-1 / año
1	Testigo	0	0	0	0
2	Duett 25 SC	1151,7	550	2	2251,7
3	Score 250 EC	1151,7	900	2	2951,7
4	Alto 10 SL	1151,7	782	2	2715,7
5	Amistar Xtra 28 SL	1151,7	765	2	2681,7
6	Silvacur 30 EC	1151,7	845	2	2841,7
7	MAI - 007 5 SL	1664,8	1100	2	3864,8
8	Phytion 24 SC	1664,8	1344	2	4352,8

Costos fijos/ha: Mano de obra, Depreciación de equipo, adherente, regulador de pH y fertilizante foliar.

Costos variables/ha: Costo del producto químico utilizado/

El análisis económico se realizó en función del presupuesto parcial por hectárea, el cual registra los costos variables y costos fijos de aplicación de los fungicidas evaluados, resultando el duett 25 SC con el mejor comportamiento de rentabilidad, siendo uno de los fungicidas más indicados para el control y manejo de la roya del café en la zona de Las, Lajas; Comayagua, debido a que mostro un mejor control de la enfermedad y un costo por debajo de los demás fungicidas utilizados. (Figura 13).

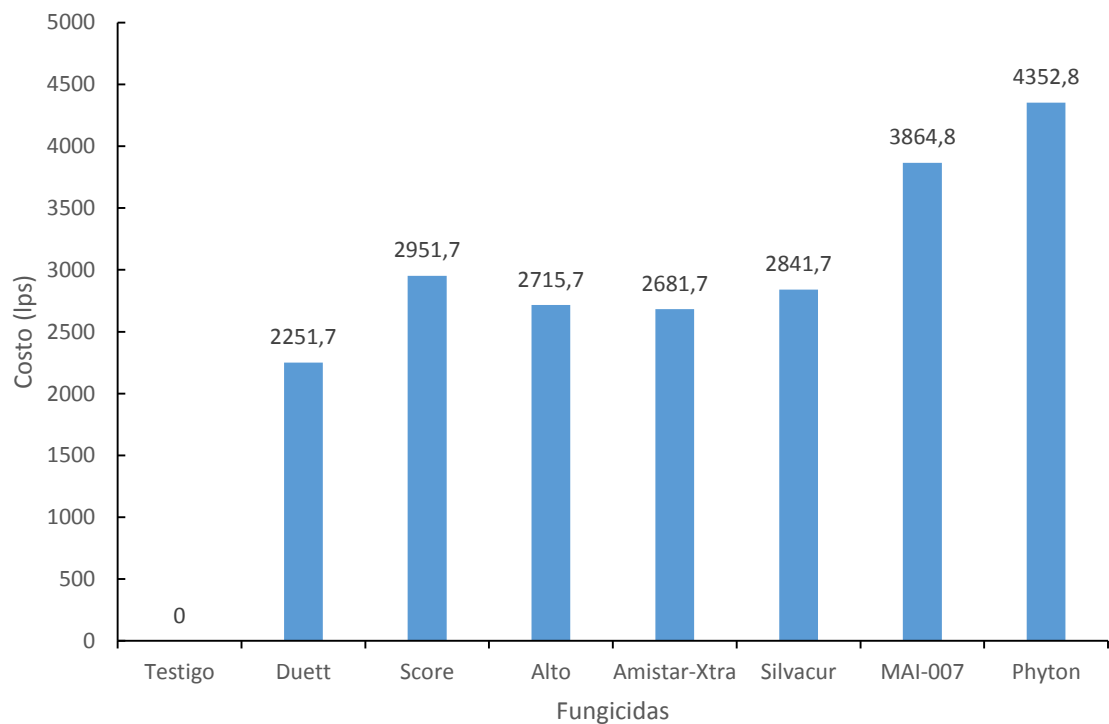


Figura 14 Costo de aplicación de los fungicidas por año

VI. CONCLUSIONES

El daño agronómico causado por la roya en las tres fincas evaluadas en el municipio de Las Lajas, Comayagua se ha manifestado con severas defoliaciones caída prematura del fruto, pérdida de calidad del café y como consiguiente un agotamiento en las plantaciones, provocando un incremento en las necesidades de poda de las plantaciones y regulación de la sombra, produciendo una severa reducción en la cosecha para los próximos años.

De todos los fungicidas evaluados, el duett (epoxiconazole + carbendazin) en la dosis de 0.55 Ltsha^{-1} mostro el más alto efecto de control en las plantaciones tratadas mostrando un porcentaje de incidencia de 25,8 %.

Al final del ensayo se obtuvieron porcentajes de incidencia de 40,7 % y porcentajes de severidad de 2,1 %, estos resultados se debe en parte, a las condiciones de manejo que el productor brindaba a la plantación, el componente arbóreo, precipitaciones elevadas en comparación a los años anteriores y mayor agresividad de la enfermedad.

VII. RECOMENDACIONES

Dada la importancia que reviste el café en la zona de Las Lajas, Comayagua y siendo la roya del café una gran limitante para su producción, se hace necesario realizar investigaciones continuas para encontrar otros productos y técnicas adecuadas para el control de la roya del café, en forma tal que resulte eficiente y económico para los productores de la zona.

Es importante además evaluar combinaciones de los productos estudiados, en mezcla con productos cúpricos, para mayor eficacia en el combate de la roya del café o del uso de menores dosis de los productos y por ende reducir los costos de producción.

El manejo agronómico con las practicas eficientes de cultivo mediante la poda de los cafetales, deshijes eficientes y en el momento adecuado, fertilización balanceada de acuerdo a los requerimientos de la planta, control eficiente de malezas y la regulación adecuada de la sombra en las plantaciones; es de suma importancia para fortalecer las plantas de café contra la enfermedad y disminuir ambiente favorable para el hongo.

Con la frecuencia de las lluvias en la zona se debe aplicar un programa preventivo y curativo de control con fungicidas protectores y curativos utilizados en las dosis adecuadas. Para realizar estas labores se deben hacer muestreos en las fincas para monitorear constantemente el comportamiento de la enfermedad; si el nivel de la Roya es igual o mayor al 5 % en las plantas muestreadas, se debe realizar una primera aplicación con fungicidas preventivos y de ser necesario con fungicida curativo como ser Duett 25 SC o Alto 10 SL, para reducir el impacto económico que la enfermedad pueda ocasionar.

Establecer un plan de manejo de la enfermedad donde se implemente la aplicación de fungicidas de manera rotativa para evitar una posible resistencia de la enfermedad y así reducir posibles problemas en los próximos años de producción.

Promover campañas de capacitación y concientización de los productores de la zona, hasta tener seguridad de que todos los productores estén informados sobre las tecnologías de manejo de las plantaciones más adecuadas para hacerle frente a la enfermedad y reducir el impacto económico.

Tomando en cuenta que las plantas tratadas con Duett 25 SC (Epoxiconazol + Carbendazina), mostraron menor daño de la enfermedad y los costos de aplicación fueron más bajos al momento de realizar la aplicación, esta sería una de las alternativas para el manejo de la roya del café en la zona de Las Lajas, Comayagua.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Agrorevista. 2012. Experiencia exitosa en el control de roa del café en el salvador. 1- 2 p.
- ANACAFE. 2013. Situación actual de la roya del café. 8 – 12 p.
- Avelino. J; Muller. R; Eskes. A; Santacreo. R; Holguin, F. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. Desafíos de la caficultura de Centroamérica. San José. p 99.
- Barrientos. E. 1990. Ecología del cafeto. El cultivo del cafeto en México. Instituto Mexicano del Café.
- Bautista. A. 1982. Evaluación de cuatro fungicidas en el combate de la roya del cafeto. Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos Guatemala. 61 p.
- BASF. (Empresa química líder mundial) 2013 Control y manejo de la roya en el cultivo de café. 12 – 14 p.
- Bayer. 2009. Indicaciones para su uso. 1 p.
- BCH (Banco Central de Honduras) 2006. Honduras en Cifras. Honduras CA. Disponible en: <http://www.bch.com>
- C.L.C.D. (Centro Latinoamericano para la competitividad y el desarrollo) 2000. La Caficultura en Honduras. INCAE, Honduras C.A
- Carvajal. J. 1985. Cafeto - cultivo y fertilización. 2da. Edición. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. p 254.
- CATIE. 1987. Epidemiología y control de la roya del cafeto en Centroamérica. Ficha técnica 110. 17 – 24 p.
- CENICAFE. 2011. La roya del café en Colombia. Sandra Milena Marin. Chinchina, Galdes, Colombia. 52 p.
- Eskes A. 1982. La hoja de uso de disco de la inoculación en la evaluación de la resistencia de café a (*Hemileia vastatrix*). Neth. J. Pl. Pathol. 88 (4): p 127 - 141.

- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2010. Informe anual cosecha. Honduras, index.
- IHCAFE. 2013. Caficultura Hondureña. El heraldo. hn. Tegucigalpa, Honduras. 18 febrero. 1 p
- Kushalappa. A. 1989. Biología y Epidemiología. En Coffe Rust: Epidemiología, Resistencia y Gestión. Ed. Por A.C. Kushalappa y A.B. Eske, Florida, CRC Press. p 16 - 80.
- López. D. 2010. Efecto de la carga fructifera sobre la roya (*Hemileia Vastatrix*) del café- bajo condiciones microclimaticas de sol y de sombra. Magister Scientiae en Agroforesteria Tropical. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 61 p.
- Maublanc. A. Roger L. 1934 Nueva roya del café en Camerún. Bull Soc. Mycol. Francia Vol 1 y 2 Pag. 193-202.
- Mayne. W. 1930. Periodicidad estacional de la enfermedad de la hoja del café
- McCain. J; Hennen, F. 1984. Desarrollo de talo uredinial y sorus en el hongo de la roya naranja, café *Hemileia vastatrix*. Fitopatología 74: p 714 a 721
- Nutman. F; Roberts. F; Bock. K. 1960. Metodos de dispersión uredosporas de la roya de la hoja hongo café, *Hemileia vastatrix*. Trans. Brit. Mycol. p 509 a 515.
- Ribeiro. I; Monaco. L; Tisseli – Filho. O; Sugimori. M. 1978. Efecto de alta temperatura en desenvolvimento de *Hemileia vastatrix* em cafeeiro suscetivel. Bragantia. p 37, 11 - 6.
- SINAVEF. 2011. Ficha técnica roya del café. 18 – 28 p.
- Sosa M. 2001. Biología de la planta y clima para el cultivo de café. Manual de caficultura, Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Tegucigalpa MDC. Honduras
- Subero. L. La roya del café. Control de la roya del cafeto. 12-16 p.
- Syngenta. 2011. Recomendaciones para su uso. Grandeza de los altos rendimientos. 1-2 p.
- Syngenta. 2013. Recomendaciones para su uso. Grandeza de los altos rendimientos. 1-2 p.
- Viexco. 2013. Programa de manejo de café. Manejo nutricional y control de roya. 1-3 p

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para el porcentaje de incidencia

Fuente de variación	S.C	G.L	M.C	F	Significancia
Localidad	94987,0	2	47493,5	430,3	**
Repetición	4607,4	2	2303,7	20,9	**
Muestreo	9616,9	4	2404,2	21,8	**
Loc * Muestreo	8829,8	8	1103,7	10,0	**
Tratamiento	10774,8	7	1539,3	13,9	**
Loc * Trat	5292,7	14	378,1	3,4	**
Muestreo * Trat	7359,5	28	262,8	2,4	**
Loc * Muestreo * Trat	6373,0	56	113,8	1,031	ns
Error	23181,0	210	110,4		
Total	619221,6	360			

R² = 0,874**C.V = 30,3 %****Anexo 2. Análisis de Varianza para el porcentaje de Severidad**

Fuente de variación	S.C	G.L	M.C	F	Significancia
Localidad	11,90	2	5,95	3,53	**
Repetición	0,90	2	0,45	6,27	**
Muestreo	1,38	4	0,34	4,79	**
Loc * Muestreo	3,22	8	0,40	5,60	**
Tratamiento	6,23	7	0,89	12,36	**
Loc * Trat	2,42	14	0,17	2,40	**
Muestreo * Trat	1,63	28	0,06	0,81	ns
Loc * Muestreo * Trat	3,03	56	0,05	0,75	ns
Error	17,13	238	0,07		
Total	47,84	359			

R² = 0,64**C.V = 26,29 %**

Anexo 3. Pruebas de media Duncan, aplicada al factor fungicida para determinar si difiere en cada variable.

Fungicida	Incidencia	Severidad
Duett	25, 8 a	0,76 a
Alto	27, 4 a	0,89 b
Silvacur	31,9 b	0.89 b
Amistar	35, 8 bc	0,97 bc
MAI	36,8 c	1,13 d
Score	38,6 cd	1,04 cd
Testigo	39,1 cd	1,15 d
Phyton	42,5 d	1,12 d

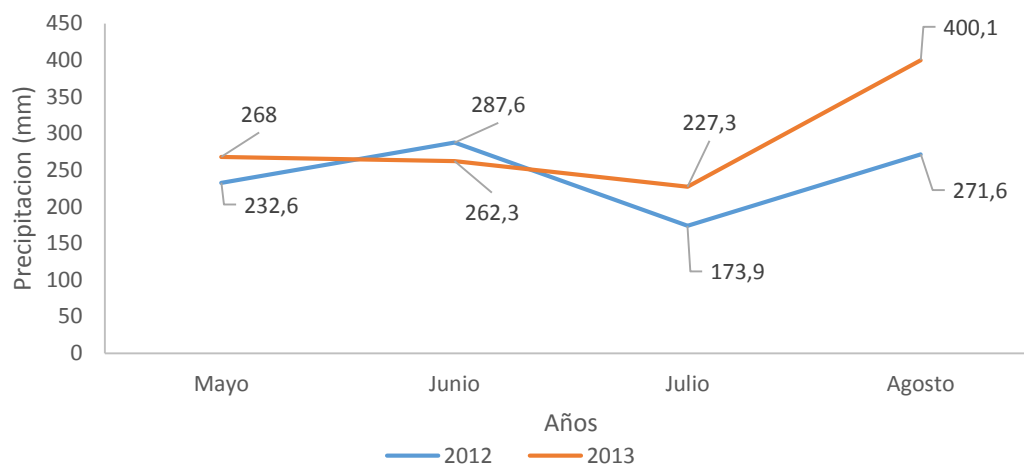
Anexo 4. Pruebas de media Duncan, aplicada al factor localidad para determinar si difiere en cada variable.

Localidad	Incidencia	Severidad
Finca Bella Vista	22,3 a	0,79 a
Finca Lavaire	24,3 a	0,96 b
Finca el Roble	57,7 b	1,23 c

Anexo 5. Pruebas de media Duncan, aplicada al factor muestreo para determinar si difiere en cada variable.

Muestreo	Incidencia	Severidad
1	27,3 a	1,00 a
2	30,1 a	1,02 b
3	36, 9 b	1,08 bc
4	38,8 bc	0,89 bc
5	40,8 c	0,98 c

Anexo 6. Precipitación en mm, municipio de las lajas Comayagua año 2012 - 2013



Anexo 7. Cronograma de Actividades

Fecha	Actividad
10– mayo- 2013	Selección y delimitación del área del experimento
11 – mayo- 2013	Delimitación del área del experimento.
12-junio-2013	Toma de la 1ra lectura
13 – junio - 2013	Primera aplicación de los fungicidas
1 – julio - 2013	Toma de 2da lectura
Segunda aplicación de fungicidas en los tratamientos	
15 – julio - 2013	segunda aplicación de los fungicidas
16 – julio -2013	Toma de 3ra lectura a los tratamientos
5 – agosto -2013	Toma de 4ta lectura a los tratamientos
20 – agosto - 2013	Toma de 5ta lectura
1 – 301Agosto - 2013	Tabulación de los datos obtenidos

Anexo 8. Cálculos de dosificación en base a producto comercial e ingrediente activo (I. A).

1) Cálculos dosificación alto 10 SL a utilizar

$$0.45 \dots\dots\dots 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \dots\dots\dots 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 1.296 \text{ ml/ parcela de P.C.}$$

$$1.296 \text{ ml/ parcela de P.C.} * 9 \text{ parcelas} = 23.33 \text{ ml}$$

$$11.66 \text{ ml} * 2 \text{ aplicaciones} = \mathbf{23.33 \text{ ml de P.C.}}$$

a) Caldo plaguicida

$$450 \text{ lts agua} \dots\dots\dots 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \dots\dots\dots 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 1.296 \text{ lts / parcela}$$

$$= 1.296 \text{ lts / parcela} * 9 \text{ parcelas} = \mathbf{11.66 \text{ lts}}$$

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

$$450 \text{ ml} \dots\dots\dots 100\%$$

$$X \dots\dots\dots 10\%$$

$$X = \mathbf{45 \text{ ml i. a/ ha}^{-1}}$$

2) Cálculos dosificación de amistar xtra 28 SL

$$0.45 \dots\dots\dots 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \dots\dots\dots 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 1.30 \text{ ml/ parcela de P.C.}$$

1.30 ml/ parcela de P.C. * 9 parcelas = 11.7 ml

11.7 ml * 2 aplicaciones = **23.4 ml de P.C.**

a) Caldo plaguicida

400 lts agua..... 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.152 lts / parcela

= 1.152 lts / parcela d * 9 parcelas = **10.37 lts**

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

100 ml..... 28 ml I.A

450 ml..... X

X = **126 ml i. a/ ha⁻¹**

3) Cálculos dosificación de Silvacur 30 E.C.

0.65 lts..... 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.872 ml/ parcela de P.C.

1.872 ml/ parcela de P.C. * 9 parcelas = 16.85 ml

16.85 ml * 2 aplicaciones = **33.69 ml de P.C.**

a) Caldo plaguicida

500 lts agua..... 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.44 lts / parcela

= 1.44 lts / parcela de * 9 parcelas = **12.96 lts de agua**

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

100 ml..... 30 ml I.A

650..... X

X = **195 ml I.A/ ha⁻¹**

4) Cálculos dosificación de Stimu- plus 48 SL.

0.4 lts 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.152 ml/ parcela de P.C.

1.152 ml/ parcela de P.C. * 9 parcelas = 10.36 ml

10.36 ml * 2 aplicaciones = **20.8 ml de P.C.**

a) Caldo plaguicida

350 lts agua..... 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.008 lts / parcela de

= 1.008 lts / parcela de * 9 parcelas = **9.072 lts de agua**

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

100 ml..... 48 ml I.A

400 ml.....X

$$X = 192 \text{ ml i. a/ ha}^{-1}$$

5) Cálculos dosificación MAI 007 5 SL

1.12 lts _____ 10,000 m²

X _____ 28.8 m²

$$X = 3.2256 \text{ ml / parcela de 16 plantas}$$

3.2256 ml * 9 parcelas

29.03 ml * 2 aplicaciones

58.06 ml

Caldo plaguicida

300 lts _____ 10,000 m²

X _____ 1.8 m²

$$X = 0.054 \text{ lts}$$

0.054lts * 16 plantas

0.864 lts * 9 parcelas

7. 776 lts de agua

Ingrediente activo por hectárea

100 ml _____ 5 ml I. A

1,120 ml _____ x

X = 56 ml de I.A / ha⁻¹

6) Cálculos dosificación Phyton 24 SC

1 lts _____ 10,000 m²

X _____ 28.8 m²

X = 2.88 ml/ parcela de 16 plantas

2.88 ml * 9 parcelas

25.92 ml * 2 aplicaciones

52 ml

Caldo plaguicida

1350 lts _____ 10,000 m²

X _____ 28.8 m²

X = 3.8 lts

3.8 lts / parcela * 9 parcelas

34.9 lts de agua

Ingrediente activo por hectárea

100 ml _____ 24 ml I. A

1,000 ml _____ x

$$X = 240 \text{ ml de I.A / ha}^{-1}$$

7) Cálculos dosificación Duet 25 SC

$$0.55 \text{ Lts} \text{ ----- } 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----- } 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 0.0016$$

$$1.6 \text{ ml/Parcela}$$

$$1.6 \text{ ml/ parcela de P.C.} * 9 \text{ parcelas} = 14.4 \text{ ml}$$

$$16.85 \text{ ml} * 2 \text{ aplicaciones} = \mathbf{28.8 \text{ ml de P.C.}}$$

a) Caldo plaguicida

$$400 \text{ lts agua} \text{ } 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ } 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 1.15 \text{ lts / parcela}$$

$$= 1.44 \text{ lts / parcela de} * 9 \text{ parcelas} = \mathbf{12.96 \text{ lts de agua}}$$

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

$$100 \text{ ml} \text{ } 25 \text{ ml I.A}$$

$$550 \text{ } X$$

$$X = \mathbf{137.5 \text{ ml I.A/ ha}^{-1}}$$

8) Cálculos dosificación Score

$$0.5 \text{ Lts} \text{ ----- } 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----- } 28.8 \text{ m}^2$$

$$X = 0.0014$$

$$1.4 \text{ ml/Parcela}$$

$$1.4 \text{ ml/ parcela de P.C.} * 9 \text{ parcelas} = 12.6 \text{ ml}$$

$$12.6 \text{ ml} * 2 \text{ aplicaciones} = \mathbf{25.2 \text{ ml de P.C.}}$$

a) Caldo plaguicida

350 lts agua..... 10,000 m²

X.....28.8 m²

X = 1.008 lts / parcela

= 1.008 lts / parcela de * 9 parcelas = **9.072 lts de agua**

b) Ingrediente activo / ha⁻¹

100 ml..... 25 ml I.A

500..... X

X = **125 ml I.A/ ha⁻¹**

Anexo 9. Rotulado de las parcelas.



Anexo 10. Rotulado de las plantas a muestrear.



Anexo 11. Rotulado de las bandolas a muestrear por planta.



Anexo 12. Equipo de aplicación utilizado en el ensayo.



Anexo 13. Dosificación de los productos.



Anexo 14. Aplicación de los productos en las distintas parcelas



Anexo 15. Croquis de campo, diseño de bloques completos al azar.

