

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EFFECTO DE SEIS FUNGICIDAS ORGANICOS CONTRA LA ROYA DEL CAFÉ
(*Hemileia vastatrix*).

POR:

CARLOS EMANUEL LÓPEZ PAGOADA

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

EFCETO DE SEIS FUNGICIDAS ORGANICOS CONTRA LA ROYA DEL CAFÉ
(*Hemileia vastatrix*).

POR:

CARLOS EMANUEL LÓPEZ PAGOADA

ING. OSMAR NAPOLEON MATUTE

Asesor IHCAFE

M. Sc. RAUL ISAIAS MUÑOZ

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

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Sin su presencia durante toda mi vida nada de esto hubiera sido posible, gracias señor por la fuerza, sabiduría e inteligencia para poder hacer bien las cosas durante estos años gracias por darme la salud necesaria durante este tiempo y sobre todo por mi familia que es lo importante en la vida.

A mis padres. **CARLOS HUMBERTO LOPEZ Y MARTHA ONDINA PAGOADA**, cuyo abnegado amor, sabios consejos, aliento, confianza e infatigable entrega por sus hijos fueron mi ejemplo a seguir siempre y hacer las cosas mejor.

Agradezco a mis hermanos, **Karla López Pagoada y Tomas López Pagoada** por estar siempre a mi lado, a mis abuelos **Teresa Banegas y Ramón Pagoada** por su apoyo incondicional durante mi vida a mi sobrino **Jacob Solis** y **Heidy Abigail** por ser una alegría en nuestra familia y especialmente a **Onelia Argueta** por ser parte importante en mi vida.

A mis compañeros por formar parte de mi vida estudiantil y permitirme vivir momentos buenos y malos a su lado, en especial a José Madrid, Hedman Mendoza, Nahúm López, Selvin Valentín, Elio Muñoz, Alexavier Mejía, Jorge Méndez, Alex López y todos los compañeros de la sección ‘C’ y de la ‘R’. A mi amigos, Douglas Venegas, Rene Melara, Víctor Turcios, Luis Turcios, Delia Sánchez, Evelio soler.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por darme la vida y sabiduría necesaria para poder culminar este gran logro.

A mis padres **Carlos** y **Ondina** por todo su apoyo, comprensión y amor todo el tiempo.

A mis **hermanos** y toda mi familia por su apoyo y buenos consejos.

A mi alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por haberme dado la oportunidad de culminar mis estudios universitarios.

A todos mis colegas de la clase **KAYROS 2013 UNA** por los inolvidables momentos que vivimos en esta institución.

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis M. Sc. **Raúl Isaías Muñoz**, M. Sc. **José Luis Castillo**, Ph. D. **Carlos Manuel Ulloa** y al Ing. **Osmar Napoleón Matute** por el respaldo durante todo el trabajo realizado, al incentivo, dedicación y especialmente por toda su enseñanza y motivación para hacer las cosas de la mejor manera y brindarme su valiosa amistad.

A todo el personal de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** que de una u otra manera ayudaron a pasar una mejor estancia todos estos años en la institución, al **IHCAFE** y todo el personal del centro experimental Las Lagunas en San José, La Paz, por brindarme su apoyo y amistad.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General:.....	3
2.2 Específicos:	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Generalidades del café.....	4
3.2 Origen y distribución del café	4
3.3 Importancia del café en Honduras	4
3.4 La caficultura mundial.....	5
3.5 La caficultura en Honduras	6
3.6 Clasificación taxonómica	7
3.7 Condiciones edafoclimaticas	7
3.8 Especies y variedades del café	8
3.8.1 Variedad Typica	9
3.8.2 Variedad Bourbon	9
3.8.3 Variedad Caturra.....	9
3.8.4 Variedad Pacas	10
3.8.5 Variedad Catuai	10

3.8.6 Catimores.....	10
3.8.7 Variedad Lempira (Catimor T8667).....	10
3.8.8 Variedad IHCAFE 90 (Catimor T5175).....	11
3.9 La roya del café	11
3.9.1 Importancia económica.....	11
3.9.2 Medios de diseminación	12
3.9.3 Hospedantes.....	12
3.9.4 Ciclo biológico	13
3.9.5 Síntomas y daños	13
3.9.6 Aspectos epidemiológicos	14
3.9.7 Sobrevivencia	14
3.9.8 Dispersión.....	14
3.9.9 Multiplicación.....	15
3.9.10 El ciclo biológico de la enfermedad	15
3.10 Métodos de control de la roya	16
3.10.1 Control cultural.....	16
3.10.2 Control genético	17
3.10.3 Control químico.....	17
IV. MATERIALES Y METODOS	18
4.1 Ubicación del experimento.....	18
4.2 Materiales y equipo	18
4.3 Manejo del experimento	18
4.4 Selección del lote.....	19
4.5 Calibración del equipo.....	19
4.6 Diseño experimental	20
4.7 Modelo estadístico.....	20
4.8 Tratamientos evaluados	21
4.9 Aplicación de tratamientos	21
4.10 Variables evaluadas.	22
4.11 Tamaño de la parcela.....	24
4.12 Marcación de las plantas.....	24

4.13 Toma de lecturas.....	25
4.14 Análisis Estadístico	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION	26
5.1 Incidencia de la roya de café	26
5.2 Severidad de la roya del café.....	28
5.3 Variable de esporulación en la Roya	30
5.4 Defoliación por la roya del café	31
5.5 Incidencia presente en el estrato bajo, medio y alto	33
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII.BIBLIOGRAFIA.....	37
ANEXOS	42

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Dosis y aplicación de cada tratamiento.	21
Cuadro 2. Costo de aplicación de los productos evaluados por hectárea.....	34

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Posición de la bandola para la toma de datos.....	22
Figura 2. Diagrama utilizado para estimar el porcentaje de área foliar afectada por roya..	23
Figura 3. Incidencia de roya observada en el campo en los cinco muestreos.	28
Figura 4. Comportamiento de la severidad de roya en el periodo bajo estudio.	29
Figura 5. Porcentaje de esporulación de roya en cada muestreo realizado.	31
Figura 6. Defoliación ocasionada por la roya en cada muestreo.	32
Figura 7. Incidencia presente en los cinco muestreos para cada estrato.	33

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Aleatorización de los tratamientos.....	43
Anexo 2. Hoja de toma de datos.....	44
Anexo 3. Distribución de las plantas dentro de la parcela total.	45
Anexo 4. ANAVA para incidencia a los 0 días previo a la primera aspersión.	46
Anexo 5. ANAVA para incidencia a los 30 días después de la primera aspersión.....	46
Anexo 6. ANAVA para incidencia a los 60 días después de la primera aspersión.....	47
Anexo 7. ANAVA para incidencia a los 90 días después de la primera aspersión.....	47
Anexo 8. ANAVA para incidencia a los 105 días después de la primera aspersión.....	48
Anexo 9. ANAVA para severidad a los 0 días previo a la primera aspersión.	49
Anexo 10. ANAVA para severidad a los 30 días después de la primera aspersión.....	49
Anexo 11. ANAVA para severidad a los 60 días después de la primera aspersión.....	50
Anexo 12. ANAVA para severidad a los 90 días después de la primera aspersión.....	50
Anexo 13. ANAVA para severidad a los 105 días después de la primera aspersión.....	51
Anexo 14. ANAVA para esporulación a los 0 previo a la primera aspersión.....	52
Anexo 15. ANAVA para esporulación a los 30 días después de la primera aplicación.	52
Anexo 16. ANAVA para esporulación a los 60 días después de la primera aplicación.	53
Anexo 17. ANAVA para esporulación a los 90 días después de la primera aplicación.	53
Anexo 18. ANAVA para esporulación a los 105 días después de la primera aplicación. ...	54
Anexo 19. ANAVA para defoliación a los 0, 30, 60, 90 y 105 días después de la primera aplicación.....	55
Anexo 20. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato bajo.	56
Anexo 21. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato medio.	56
Anexo 22. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato alto	57
Anexo 23. Porcentaje de incidencia en cada muestreo.	58

López, C.E. 2013. Efecto de seis fungicidas orgánicos contra la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo del café (*Coffea arabica*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras C.A. 64 Pág.

RESUMEN

Con el fin de controlar la roya (*Hemileia vastatrix*) a través ,del uso de fungicidas orgánicos se evaluó el efecto de los siguientes tratamientos con sus respectivas dosis en litros/hectárea/aplicación: T1 extracto de *Mimosa tenuiflora* al 80% = Mimoten (2.89), T2 Azufre 50%+cobre 4.4% = Vigilante (1.44), T3 Cineole + polisorbato 20 + retinol=Agri-Guard (68.75), T4 cal + azufre = Caldo Sulfocalcico (68.74), T5 aceite de árbol de té *Melaleura alternifolia* 22.3% = Timorex Gold (2.06), T6 Microorganismos de montaña, Caldo mineral, Caldo visosa y bordelés = Súper Comsa (68.74). El estudio se realizó en el centro de investigación ‘Las Lagunas’ (1,444 msnm) en San José, La Paz. El área experimental fue un lote de 1,210 M² de café variedad Pacamara con 560 plantas en el experimento.

Se utilizó bomba de mochila manual, efectuando tres aplicaciones distanciadas 30 días para los tratamientos 2 y 5 y seis aplicaciones cada 15 días para los demás tratamientos. En total se realizaron cinco muestreos en cada tratamiento distanciados 30 días. Las variables evaluadas fueron: incidencia, severidad, esporulación y defoliación de la roya del café. Se utilizó el diseño de (BCA), la parcela total estuvo formada por 4 suecos con cinco plantas c/u y las seis plantas centrales formaron la parcela útil. La información fue obtenida siguiendo la metodología de kushalappa. Los análisis de varianza no presentan diferencias estadísticas en ningún muestreo, para ninguna variable, lo que indica que ninguno de los tratamientos fue capaz de reducir la incidencia y severidad de la roya y por ello se obtuvo además una alta esporulación y defoliación. Se concluye que ninguno de los fungicidas orgánicos evaluados bajo las condiciones de estudio es bueno para el control de la enfermedad. Se recomienda continuar con la evaluación de estos productos bajo diferentes condiciones de manejo, clima, dosis y con menores porcentajes de incidencia inicial de la enfermedad a las aquí evaluadas, (rango de 72.61 a 81.44% de incidencia y 0.81 a 2.91% de severidad, 56.80 a 64.20% de esporulación, 4.69 a 22.66% de defoliación. Las condiciones de alta precipitación y altas temperaturas durante el día por estar el lote a plena exposición solar influyeron para que la enfermedad se desarrollara más aceleradamente. Debido a las aplicaciones más constantes de los productos orgánicos el costo de estos es más elevado comparado con los agroquímicos.

Palabras claves: incidencia, severidad, esporulación, defoliación, clima, muestreos, *mimosa tenuiflora*, cobre, azufre, *Melaleura alternifolia*, cineole, cal, microorganismos de montaña, caldo bio-mineral, caldo visosa, caldo bordelés, estratos, costos, aplicaciones.

I. INTRODUCCION

En Honduras la producción de café es en su gran mayoría una actividad de pequeños agricultores. Esta característica le confiere una importante función social a este cultivo dentro de la estructura productiva del sector agropecuario en su conjunto, al distribuir los ingresos entre miles de pequeños productores y trabajadores agrícolas en todo el país. Para muchas familias rurales, el cultivo del café representa la mejor alternativa económica y la diferencia entre vivir en condiciones de extrema pobreza o vivir con un modesto nivel de vida (IHCAFE 1999).

Honduras ha logrado mantenerse a pesar de la crisis económica en el comercio mundial, lo anterior se atribuye entre otros al esfuerzo que hacen los agricultores hondureños por mantener activa la economía; particularmente el sector café en el 2008 aportó un 4.38% al PIB nacional, al contribuir con una generación de divisas por el orden de los 463.95 millones de dólares, y el 36.13% al PIB agrícola (IHCAFE 2009).

Dentro de las principales plagas y enfermedades que atacan el café en Honduras y el mundo está la roya del cafeto, causada por el hongo (*Hemileia vastatrix*) es una de las enfermedades que más daño causa al cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) ocasionándole serias defoliaciones y minimizando la producción. El uso de fungicidas ha resultado a corto plazo, la alternativa más eficiente para combatir la enfermedad; por ello es necesaria la búsqueda de nuevos fungicidas sustitutos para seguir controlando la epifitia (Bautista 1984).

Este hongo provoca que las hojas se caigan prematuramente afectando la fotosíntesis de la planta y por ende, la toma de nutrientes; esto da como resultado frutos pequeños y escasa

floración, por lo que reduce la cosecha y provoca pérdidas que pueden alcanzar hasta un 70%, aunque típicamente va de 15 a 20% (Ferreira 2001).

Durante el año de cosecha 2011/2012 a nivel nacional se presentó una alta incidencia del hongo en los cafetales, lo que provocó una gran pérdida económica para los productores de café. Por ello con el objetivo de enfrentar la problemática antes mencionada surge la necesidad de evaluar nuevos productos como ser los productos orgánicos para reducir el daño de la enfermedad sin causar efecto negativo en la producción y el ambiente. Para ello se utilizaron productos elaborados artesanalmente en el país, de los que se tiene información que son efectivos contra algunas enfermedades y nutren adecuadamente a las plantas para resistir mejor la incidencia de estos y además de ser amigables con el medio ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1 General:

- Determinar el efecto de seis fungicidas orgánicos contra la roya del café.

2.2 Específicos:

- Evaluar el efecto de cada fungicida sobre la incidencia de la roya del café.
- Determinar el efecto de los productos orgánicos sobre la defoliación de la roya del café.
- Estimar la eficiencia de los productos orgánicos sobre la severidad de la roya en plantas de café.
- Estudiar el efecto de los seis fungicidas orgánicos sobre la esporulación de la roya del café.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Generalidades del café

El café es uno de los cultivos ideales para la producción agroforestal siendo una planta originaria de los ecosistemas forestales. Para un buen crecimiento, floración y fructificación se requiere de un microclima fresco con semi-sombra y suficiente humedad propia de especies forestales (Fischersworrying y Robkamp 2001).

3.2 Origen y distribución del café

La especie de café más antiguamente conocida y difundida a nivel mundial es la *Coffea arábica*, originaria de Etiopia, África. Se puede decir, que la producción mundial del café descansa en un 90% sobre esta especie. El origen del café arábigo se considera que fue en las tierras altas de etiopia y sudan, situadas a más de 1000 msnm. En esta región existe una amplia variedad de tipos de café que han sido trasladados a numerosos países (IICA 1983).

3.3 Importancia del café en Honduras

La actividad cafetalera ha sido uno de los principales pilares de la sostenibilidad económica, social y ambiental del país. Es una de las actividades humanas que a lo largo del siglo XX, ha transformado nuestro paisaje, la economía y la cultura de miles de familias rurales (Arguijo 2011).

Es el rubro de mayor influencia en el sector agrícola, más de 100,000 familias se benefician directamente de la explotación del cultivo; por lo tanto, vincula aproximadamente un millón de empleos directos e indirectos, en las labores de mantenimiento, cosecha, comercialización, procesamiento e industrialización del grano (Arguijo 2011).

Según datos proporcionados por IHCAFE (2009), la producción nacional de café correspondiente a la cosecha 2008/09 fue de 4,182,821.35 quintales, presentando una disminución del 6%, con respecto a la producción registrada en la cosecha 2007/08 de 4,443,720.06 quintales, dicha disminución corresponde a factores climáticos que afectaron algunas áreas de cultivo a nivel nacional y otra al aumento en el contrabando de café a países vecinos; en cambio IHCAFE (2011), considera que la cosecha de café 2010-2011, logró resultados históricos en Honduras, las exportaciones fueron de 5,172,909.92 quintales mostrando un incremento del 25.46% en comparación con los 4,122,888.32 quintales exportados durante la cosecha 2009-2010; lo anterior es fruto del empeño y trabajo de más de 110,000 familias productoras de café, y las oportunas decisiones de los cuerpos directivos de las instituciones cafetaleras que ejecutan labores de ayuda y mejora continua para el sector.

3.4 La caficultura mundial

La dinámica del sistema agroindustrial del café en todos los países productores, está influida en distintos sentidos por el comportamiento del mercado mundial, entre otras causa, porque dicho cultivo se extendió a más de 50 países de los continentes, Americano, Asiático y Africano. Por otro lado, es uno de los pocos cultivos que se destinan en su mayor parte a la exportación, además que sus precios y buena parte de la tecnología usada en su producción y procesamiento proviene de países no productores (Pacheco 2005).

La actividad cafetalera a escala mundial es determinada por numerosos factores gestados al interior y al exterior de los países que en diversos grados se encuentran relacionados con

ella, por lo que la producción nacional así como la oferta y demanda mundial del aromático son constantemente acrecentadas o mermadas por los mismos (Pacheco 2005).

Entre los principales países mayor productores de café en el mundo se encuentra Brasil que representa el 36.11%, Vietnam el 14.62% y Colombia el 6.40%, representando así el 57.13% de la producción mundial, los demás países representan el 42.87% de la producción. Cabe mencionar que históricamente Colombia ha permanecido en el tercer lugar de producción a nivel mundial, pero a partir de la cosecha 2008/2009 ha sido superado por Indonesia quien para la cosecha 2010/2001 ocupó la tercera posición con el 6.88% lo que significa 9,169 miles de sacos de 60 kilos (OIC 2011).

3.5 La caficultura en Honduras

En Honduras la producción de café tiene una importancia relevante en el valor agregado del sector agrícola, su participación es del 29%, mientras que su contribución en el producto interno bruto alcanza un 6.5%. La evolución de la producción se distingue por un crecimiento significativo y sostenido pasando de una producción de 848,300 sacos de 46 kilos en la cosecha 1970/71 a 3, 225,184 sacos de la cosecha 1997/98 (CLACDS 1999).

El café se cultiva con importancia económica en 14 de los 18 departamentos del país, involucrando 63,703 productores. Las principales áreas de producción se encuentran en los departamentos de: El Paraíso, Santa Bárbara, Olancho, Copan, Comayagua, La Paz y Lempira. Continúan en importancia, los departamentos de Cortes, Ocotepeque, Yoro, Francisco Morazán e Intibucá. Por último están Choluteca y Atlántida (CLACDS 1999).

El 95% de los productores son pequeños propietarios con volúmenes de producción menores de 200 quintales, el 4.5% son medianos productores con producciones entre 200 y 1,000 quintales; tan solo el 0.3% (170 productores) es considerado gran productor con sumas mayores de 1,000 quintales. La superficie de producción es de 313,697 manzanas y

tiene una distribución de 77% en pequeños productores, 13% en medianos y 10% en grandes productores (CLACDS 1999).

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 o se ha eliminado para sembrar café y árboles especiales de sombra.

Las tierras cafetaleras se encuentran en zonas de captación de cuencas hidrográficas y están localizadas a altitudes comprendidas entre los 400 a 1500 msnm. El 70% de las plantaciones se sitúan entre los 700 y 1300 msnm; un 26% arriba de los 1,300 msnm y el restante 4% se localiza en altitudes inferiores de 700 msnm (CLACDS 1999).

3.6 Clasificación taxonómica

El café pertenece a la familia *Rubiaceae*, genero *Coffea*, especie *arabica*, la cual cuenta con 62 especies, no obstante tres de estas se mencionan como destacadas por ser cultivadas alrededor de todo el mundo: *Coffea arabica*, *C. canephora* y *C. liberica*, todas de origen africano (Sosa 2001).

3.7 Condiciones edafoclimaticas

C. arabica es una especie de las tierras altas con un período de floración que es marcadamente susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, pero entran en plena floración dentro de unos cuantos días o semanas después de que se ha iniciado la temporada de lluvias (ABCAGRO 2002).

En cuanto a requerimientos de agua; el punto óptimo para la producción de buen café fluctúa entre los 1200 y 1800 mm/año. A pesar de que las necesidades hídricas del cafeto son considerablemente elevadas, este también requiere de un corto período seco de 2 a 3 meses, para dar inicio al desarrollo floral. La humedad relativa requerida es de 60 y 70 %, la altura a la cual se pueden obtener buenos rendimientos es muy variable, sin embargo en Honduras se cultiva dentro de los 500 hasta 1600 msnm (Sosa 2001).

Según Sosa, (2001). Dada su amplia zona de cultivo, resulta difícil definir los requerimientos ecológicos del café; en Honduras se observa un crecimiento vigoroso en la sub-región del lago de Yojoa, entre 600 y 800 msnm, o en las faldas del Parque Nacional Pico Pijol entre 500 y 600 msnm, así también en las zonas altas, entre 1000 y 1600 msnm de los departamentos cafetaleros del país.

La temperatura óptima para el cultivo del cafeto varía según la especie, siendo en general de 20 a 25° C. Si la temperatura es muy fría (menos de 15° C), el cafeto se desarrolla lentamente y si la temperatura es muy alta (mayores de 30° C), el proceso de desarrollo es precoz y la planta se agota más rápidamente (PROCAFE 2006).

El cafeto crece mejor en suelos de textura franca; sin embargo, se adapta a suelos franco arcilloso y franco Arenoso, con una capa de 20 cm de horizonte orgánico. El pH óptimo es de 5.5 a 6.5. Los suelos ideales para el cafeto son los de pendiente suave (5-12%) y los de pendiente moderada (más de 12 a 25%); sin embargo, se suele cultivar en suelos con pendientes que van de moderadas a muy pronunciadas (entre 25 y 60%), por lo que es obligatoria la realización de obras de conservación de suelos (PROCAFE 2006).

3.8 Especies y variedades del café

Las especies de café más importantes comercialmente son *Coffea arábica* y *Canephora*, llamados normalmente como Arábigos y Robusta. *C. arábica* es la especie que, aporta 65%

de la producción mundial, produce el grano de mejor calidad principalmente en América. La especie *C. canephora*. Produce alrededor del 35% del café mundial proporcionando un café de menor calidad que procede en su mayoría del África (IICA 2003).

En la región centroamericana existen diferentes variedades de *C. arábica*, se ha prestado mayor atención a aquellas de alta calidad y productividad, según *Fischersworring y Robkamp* (2001) en las últimas tres décadas se ha venido considerando como características importante la resistencia a enfermedades como la “roya amarilla del cafeto” (*Hemileia vastatrix*), dentro de las principales variedades de *C. arábica* están:

3.8.1 Variedad Typica

Comúnmente llamada criollo, o indio, se caracteriza por ser una planta de porte alto, por el tamaño de su grano relativamente grande, superior en taza, robustez a condiciones adversas de baja fertilidad y sequía, mayor resistencia y flexibilidad de sus ramas durante la cosecha (Banegas 2009).

3.8.2 Variedad Bourbon

Originaria de la isla de Borbón, es una planta de porte mediano, se caracteriza por sus ramas y entrenudos largos, comparada con la variedad Typica, es más precoz en su producción y el tamaño del grano es inferior (Banegas 2009)

3.8.3 Variedad Caturra

Originaria de Brasil mutación enana del Bourbon, se caracteriza por sus entrenudos cortos, de los cuales se deriva el porte bajo de la planta, su tronco es grueso, sus ramas laterales abundantes, con numerosas ramificaciones secundarias que dan a la planta su aspecto vigoroso y frondoso, es más precoz y productivo que el Typica y Bourbon (Banegas 2009).

3.8.4 Variedad Pacas

Originaria de El Salvador mutación enana del bourbon, es de porte bajo, entrenudos cortos, follaje abundante y compacto y fructificación precoz. Se adapta muy bien a zonas bajas, con ocurrencia ocasional de períodos prolongados de sequía, altas temperaturas, en zonas de altura presenta un crecimiento y maduración tardía, reduciendo la producción (Banegas 2009).

3.8.5 Variedad Catuaí

Originaria de Brasil, esta variedad es el resultado del cruzamiento de las variedades caturra por mundo novo, se caracteriza por su porte bajo, y más desarrollado que el caturra y pacas, alto potencial productivo, ramificación abundante y entrenudos cortos (Banegas 2009).

3.8.6 Catimores

Las variedades que forman parte de la familia de los catimores se originan del cruzamiento de la variedad caturra rojo con el Híbrido de Timor. El Híbrido de Timor se caracteriza por tener genes de resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), dentro de estos catimores están las variedades Lempira e IHCAFE 90 (Banegas 2009).

3.8.7 Variedad Lempira (Catimor T8667).

Se caracteriza por su alta productividad, alta resistencia a la roya y tamaño grande del grano. Estudios realizados muestran que presenta una buena calidad en taza (Santacreo 2001).

3.8.8 Variedad IHCAFE 90 (Catimor T5175)

Se caracteriza por su uniformidad en el porte bajo de las plantas, hojas anchas de color verde oscuro, ramas largas con entrenudos cortos, precocidad en crecimiento y producción (Santacreo 2001).

3.9 La roya del café

La roya o herrumbre, es sin duda la enfermedad más seria del cafeto. No solo es de muchísima importancia para el caficultor sino también la más conocida y de más mala reputación de todas las enfermedades de las plantas tropicales. Este hongo no solamente ha producido y todavía produce pérdidas económicas enormes sino que sus devastaciones servían para subrayar a los agrónomos de mediados del siglo pasado, la enorme importancia del estudio de las enfermedades de las plantas (IICA 1983).

3.9.1 Importancia económica

La roya del cafeto es la enfermedad más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial, debido a que esta enfermedad provoca la caída prematura de las hojas, propiciando la reducción de la capacidad fotosintética así como el debilitamiento de árboles enfermos y en infecciones severas puede ocasionar muerte regresiva en ramas e incluso la muerte de los árboles (APS 2011).

A su vez, el cultivo de café es considerado como el producto agrícola más importante en el comercio internacional, y una mínima reducción en el rendimiento o un ligero aumento en los costos de producción de este cultivo por efecto de *H. vastatrix*, puede tener un gran impacto en los cafeticultores y en los países cuyas economías son totalmente dependientes de las exportaciones del café (APS 2011).

Uno de los casos más severos del ataque de esta enfermedad, se reportó en Ceilán (actualmente Sri Lanka), entre los años 1871 y 1878 donde la producción de café se redujo de 4.5 centenas (cwt)/acre a 2cwt/acre y el área establecida para este cultivo se redujo de 68,787 ha a 14,170 ha, y finalmente para 1890 se abandonaron las plantaciones no rentables (CABI 2013).

El CABI (2013), menciona que el impacto económico de *H. vastatrix* en el cultivo del café no solo se debe a la reducción de la cantidad y la calidad de la producción, sino también a la necesidad de implementar costosas medidas de control en los cultivares susceptibles.

3.9.2 Medios de diseminación

Los principales medios de diseminación de esta enfermedad son la lluvia, los insectos, los animales, el viento y el hombre. Estos factores son de mucha importancia y hay que tomarlos en cuenta al momento de la planificación para una plantación de café.

Mínimo se deben realizar un muestreo por cada mes ya que esta parece adecuada considerando el periodo de incubación del hongo que es de 3-5 semanas aproximadamente, se puede decir que mínimo unas 12 inspecciones anuales son suficientes para alertar cualquier anomalía que se pueda presentar en el cafetal, la inspección de las plantas deberá cubrir el cafetal como viveros y semilleros (CABI 2013).

3.9.3 Hospedantes

H. vastatrix ataca exclusivamente a diferentes especies del genero *Coffea* spp. Como: *Coffea arabica*, *Coffea canephora* y *Coffea liberica* (CABI 2013).

3.9.4 Ciclo biológico

El proceso infectivo de la roya del cafeto comienza con los síntomas de la enfermedad que aparecen en el envés de las hojas, en donde se observan manchas pálidas que con el tiempo aumentan de tamaño y se unen formando las características manchas amarillas o naranja, con presencia de polvo fino amarillo, ahí es donde producen las esporas del hongo (Rivillas *et al* 2011).

La germinación de esporas requiere de la presencia de agua libre por al menos 6 horas y también es favorecida con temperaturas entre 21-25 °C y condiciones de obscuridad. El apresorio para formarse requiere de un periodo de 5.3-8.5 hr. La germinación se inhibe por la luz y cuando se evapora el agua de la hoja, ya que afecta el crecimiento de los tubos germinativos. Sin embargo, luego de germinar, el hongo penetra en las hojas a través de las aberturas naturales (estomas) situadas en el envés de las hojas maduras (Rayner 1961).

3.9.5 Síntomas y daños

El desarrollo de la enfermedad al principio del ciclo se encuentra sometida a la influencia de la temperatura y de la precipitación donde el exceso puede reducir la propagación de la enfermedad. Los porcentajes máximos de infección en el follaje tienden a crecer con la edad de las plantaciones y son frecuentemente el 90%, en plantaciones antiguas, sin manejo y en altitudes debajo de 800 m.s.n.m. Es normal observar problemas de antracnosis en las ramas de cafetos debilitados que se acentúan con los daños causados por la roya (SENASA 2013).

Aparecen manchas pulverulentas de color amarillo a naranja en el envés de las hojas, con unas manchas cloróticas. Inicialmente, las manchas tienen un diámetro de 2-3 mm, pero se expanden alcanzando un diámetro de varios centímetros. Es probable la aparición de nuevas lesiones en forma de pequeños manchas antes de la esporulación. Hospedero

primario: *Coffea arábica*, todas las variedades derivadas de ellas y *Coffea canephora* variedad robusta (SENASA 2013).

3.9.6 Aspectos epidemiológicos

La roya necesita condiciones particulares para parasitar las hojas de la planta de café. En especial, requiere de la salpicadura de la lluvia para iniciar su proceso de dispersión entre hojas y entre plantas, así como de la presencia de una capa de agua en el envés de las hojas para germinar, todo esto acompañado de temperaturas entre 16 y 18°C y en condiciones de baja intensidad luminosa (Kushalapa y Eskes 1989).

3.9.7 Sobrevivencia

Hemileia vastatrix es un parásito obligado y sobrevive únicamente en tejido vivo del hospedante, las urediniosporas pueden sobrevivir hasta por 6 semanas bajo condiciones ambientales secas. No se han reportado hospedantes alternos y no sobrevive en restos del cultivo (APS 2011).

3.9.8 Dispersión

Se lleva a cabo mediante las urediniosporas, las cuales son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvo amarillo o naranja que se observa en el envés de las hojas. Entre los factores abióticos que favorecen la dispersión del hongo se encuentran el viento y la lluvia mediante el salpique. La dispersión local de hoja a hoja o entre plantas, sobre todo en altas densidades de plantación, es favorecida por el salpique del agua de lluvia. A grandes distancias el viento juega el rol más importante al dispersar las urediniosporas entre regiones productoras de café (Rivillas *et al* 2011; APS 2011).

Adicionalmente, se ha reportado que algunos insectos como thrips, moscas y avispas, contribuyen en su dispersión, aunque en proporciones mínimas. La intervención humana podría estar involucrada en la dispersión a grandes distancias entre continentes y países (APS 2011).

3.9.9 Multiplicación

Posterior a 30 días después de la etapa de infección y colonización del tejido de las hojas, el hongo está lo suficientemente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros, que son las encargadas de producir nuevas urediniosporas. Aproximadamente de 1.600 esporas por milímetro cuadrado (mm²) de hoja son producidas, durante un período de 4 a 5 meses, éstas serán dispersadas para iniciar el nuevo ciclo de infección (Rivillas *et al* 2011).

Los meses de lluvia coinciden con la época de desarrollo vegetativo de la planta y los picos de incremento de la enfermedad con la época de llenado de fruto y cosecha, mientras que en los meses de marzo a mayo, los cuales corresponde a meses con temperaturas elevadas y baja precipitación, son restrictivas para el desarrollo de la enfermedad (SENASICA 2013).

3.9.10 El ciclo biológico de la enfermedad

Está constituida por dos etapas durante el ciclo. La etapa de diseminación, la cual se divide en una etapa de liberación en la que uredospora se despegas del esporoforo, una fase de dispersión y otra fase de deposición de la uredospora sobre la hoja (Avelino *et al* 1999).

La etapa de infección se da a partir de la fase de germinación de las uredosporas, estas entran en las hojas a través de los estomas de la superficie del envés en menos de 12 horas (Agrios 2004).

Una vez que inicia la formación de las esporas en las lesiones o manchas de Roya, la producción de estas se mantiene activa mientras la hoja se mantenga adherida a la planta, esto puede prolongarse para varios meses (CICAFE 2013).

La fase de colonización se da en los tejidos internos de las hojas mediante los haustorios. (Agrios, 2004). La fase de esporulación se constituye de la emergencia posterior del esporoforo y la producción de nuevas esporas infecciosas. Las fases comprendidas entre las fases de germinación y la colonización (expresión de los primeros síntomas) constituyen el periodo de incubación.

La roya es parte de una cadena de plagas. Nos desafía a entender la caficultura, a las familias productoras y sus redes sociales, a la cadena de actores vinculados a la producción agropecuaria, a la compleja historia institucionalidad, a los micro territorios con manejo de fincas que generan externalidades positivas y también a ver las buenas experiencias (Mendoza *et al* 2013).

3.10 Métodos de control de la roya

3.10.1 Control cultural

Se recomienda mantener un buen programa nutrimental, reducir la sombra excesiva, para evitará rangos de temperatura favorables para el desarrollo del hongo, lo cual también reducirá la humedad relativa y adicionalmente estimulará el incremento de área foliar y la vida media de las hojas (Rivillas *et al* 2011).

Evitar densidades de plantación altas (superior a 10,000 tallos por sitio) para evitar la proliferación de múltiples chupones que induzcan autosombreamiento (Rivillas *et al* 2011)

3.10.2 Control genético

Se ha reportado que la variedad ‘Catimor’ presenta resistencia a la roya del café, la cual responde bajo alta presión de inóculo manteniendo un nivel de infección menor al 15% (Moreno y Alvarado 2000).

3.10.3 Control químico

La base racional para el manejo químico de la roya del café involucra a la fenología de la planta, para lo cual se requiere entender e identificar los períodos de mayor susceptibilidad y factores de manejo que impactarán sobre la enfermedad (Sinavef 2013).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó durante los meses de mayo a septiembre en el centro de investigación y capacitación “Las Lagunas” del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), ubicado en la comunidad de La Florida, municipio San José, en el departamento de La Paz, Honduras C. A. Las temperaturas promedio para esta zona son de 18 °C mínima y 24 °C máxima, con una humedad relativa promedio de 90 %, la precipitación promedio anual es de 2,200 mm y una altitud de 1,444 m.s.n.m.

4.2 Materiales y equipo

Para el presente estudio se utilizó cintas plásticas, marcadores indelebles, 6 fungicidas, orgánicos, adherente, croquis de campo, tablero, libreta de campo, lotes de café con incidencia de roya, bomba de mochila manual, overol, lentes, guantes, botas de hule, peachimetro, densiometro para medir el % de sombra, corrector de pH, mascarilla, engrapadora, banderines de nylon para evitar contacto con las demás parcelas al momento de la aplicación por los vientos y probetas de 10 y 2000 ml, calculadora y computadora.

4.3 Manejo del experimento

Se utilizaron dos bombas de mochila manual nuevas, exclusivamente para la aplicación de los productos orgánicos, las que fueron lavadas con agua y jabón después de cada aplicación de los productos. Se calibro el equipo antes de cada aplicación.

Las actividades de manejo que se realizaron en los ensayos experimentales durante los meses de mayo a agosto, fueron prácticas culturales necesarias recomendadas dentro de un manejo integrado como ser: regulación de sombra, manejo de tejido, control de malezas, fertilización granular y foliar. Estas prácticas se aplicaron sin ninguna restricción para todos los tratamientos en evaluación.

4.4 Selección del lote

Este ensayo se realizó en el centro de investigación “Las Lagunas” en la comunidad de La Florida, San José, La Paz, en donde se seleccionó un lote homogéneo con el cultivar Pacamara, sembrado a 2 por 1 metro, en plena etapa productiva y bajo sombra regulada que presento incidencia de la roya. El porcentaje de incidencia previo a la primera aspersión; Mimoten (T1) con 72.61%, Vigilante (T2) 80.10%, Agri-Guard (T3) 81.44%, Caldo Sulfocálcico (T4) 78.06%, Timorex Gold (T5) 77.12%, Súper Comsa (T6) 77.65% y el Testigo (T7) con 79.26%.

4.5 Calibración del equipo

La calibración se realizó, seleccionando un área de 10m por 10m, equivalentes a 100 metros cuadrados, en donde se contó un número de 40 plantas existentes y un volumen inicial de 10 litros de agua al finalizar la calibración se utilizaron 7 litros de agua en las 40 plantas y por regla de tres se calculó la cantidad de agua gastada por planta que fue 0.175 litros, en 20 plantas que hay por parcela experimental se gastaron 3.5 litros y en las 80 plantas existentes en las cuatro repeticiones por tratamiento se gastaron 14 litros de agua. Además de la misma manera se pudo calcular el gasto de agua por manzana de 612.5 litros y por hectárea 875 litros, considerando el distanciamiento de siembra señalado anteriormente.

4.6 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

4.7 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Para, $i = 1, \dots, k$ $j = 1, \dots, r$

Dónde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media Poblacional de todas las observaciones

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

B_j = Efecto del j-esimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental independiente aleatorio con distribución $N(0,1)$ constante.

r = Numero de repeticiones o bloques

k = Numero de tratamiento

4.8 Tratamientos evaluados

Cuadro 1. Dosis y aplicación de cada tratamiento.

Nº	Productos	Numero de aplicaciones	Periodo entre cada aplicación (Días)	Ingrediente activo	Dosis/ ha/aplicación		Total de i.a. aplicado
					Producto comercial (Lts)	Ingrediente activo (g)	
1	Agri-Guard	6	15	Cineole, Polisorbato 20, Retinol,	68.75	En evaluación	En evaluación
2	Caldo sulfocalcico	6	15	Cal 20% y azufre	34.37	.?	.?
3	Mimoten	6	15	Extracto de mimosa tenuiflora al 80%	4.12	3,300	19,800
4	Súper Comsa	6	15	Microorganismos de montaña + caldo bio-mineral	34.37+ 34.37	.?	.?
5	Timorex Gold	3	30	Aceite de árbol de té(melaleura alternifolia) 22.3%	2.06	459	1,377
6	Vigilante	3	30	Azufre 50% + cobre 4.4%	2.06	1030 de S+ 90.6 de Cu	3,361.8
7	Testigo		Sin aplicación		-	-	

4.9 Aplicación de tratamientos

Se realizaron seis aplicaciones de los tratamientos 1, 3, 4 y 6 distanciadas 15 días y tres aplicaciones distanciadas 30 días de los tratamientos 2 y 5. La primera aplicación de todos los tratamientos se realizó en el mes de mayo y se calendarizaron las siguientes aplicaciones de acuerdo a lo planificado en cada tratamiento. En el caso del Súper Comsa

(T6) se hicieron rotaciones cada 15 días en su aplicación en la primera se aplica caldo mineral + microorganismo de montaña, 15 días después de la primera aspersión caldo mineral + caldo bordelés y 30 días después de la primera aspersión caldo mineral + caldo visosa hasta repetir el ciclo.

4.10 Variables evaluadas.

Se consideró la metodología recomendada por Kushalappa (1989), que consiste en evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad. Para ello se deberá contar la presencia de hojas sanas y enfermas, así como se determinó el área foliar dañada por la roya. En cada lectura se consideró el conteo de nudos y presencia o ausencia de hojas por cada nudo, así como también el crecimiento de la enfermedad, para ello se utilizó la siguiente nomenclatura:

1-1 = presencia de las dos hojas (izquierda y derecha)

1-0 = solo hoja izquierda

0-1 = solo hoja derecha

0-0 = sin presencia de hojas

Las lecturas se iniciaron de izquierda a derecha, iniciando el conteo en la base de la bandola, tal como se muestra en el siguiente ejemplo y para saber cuál lado será izquierdo o derecho, debe colocarse al frente de la bandola al momento de tomar cada lectura.



Figura 1. Posición de la bandola para la toma de datos.

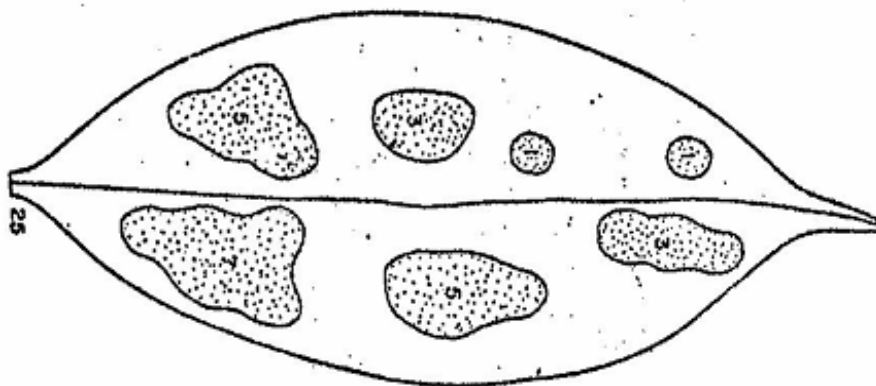


Figura 2. Diagrama utilizado para estimar el porcentaje de área foliar afectada por roya.

Para estimar el porcentaje de área foliar se utilizó la escala propuesta por Kushalappa y Chaves (1980), la cual permite estimar el área foliar (1 a 100 cm²) de cada una de las hojas evaluadas y el porcentaje (0 a 100 %) de su área afectada por la roya.

Las variables de respuesta que fueron consideradas en este estado son: % **Incidencia, severidad, esporulación y defoliación** causada por la roya en el cultivo de café, las que fueron medidas a través del método de kushalappa. La Severidad se midió contando el número de pústulas existentes en cada hoja atacada por la enfermedad y/o calculando el área foliar afectada, asignándole valores dependiendo el tamaño de la pústula.

La incidencia fue calculada por estrato altitudinal de la planta, para ello se marcaran seis bandolas en cada estrato por parcela experimental, obteniendo el porcentaje de incidencia, sumando todas las hojas sanas y hojas enfermas existentes en cada estrato (alto medio y bajo), utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ Incidencia de Roya} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de hojas con roya}}{\text{Total de hojas}} \times 100$$

La severidad está dada por el número y tamaño de lesiones por hoja, se obtuvo el porcentaje de área foliar que está afectada en la hoja, de la siguiente manera; se contó el

tamaño de las pústulas asignándole un valor ya sea de 1 en adelante dependiendo del tamaño del área foliar afectada, según diagrama recomendado por Kushalappa.

La esporulación está determinada por la presencia o ausencia del polvo anaranjado en la hoja de café no importa el tamaño o la cantidad que esporas que haya dentro de cada hoja solamente vamos a determinar si está presente en la hoja.

Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ Esporas} = \frac{N^{\circ} \text{ de hojas con espora}}{N^{\circ} \text{ de hojas totales}} \times 100$$

Además se consideró el porcentaje de defoliación en las bandolas que consiste en determinar la caída de las hojas después de realizada la primer lectura.

Para ello se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ defoliacion} = \frac{N^{\circ} \text{ de hojas actuales}}{N^{\circ} \text{ de hojas existentes en la lectura anterior}} \times 100$$

4.11 Tamaño de la parcela

La parcela total estaba integrada por 20 plantas (4 surcos con 5 plantas cada uno) y se consideró como parcela útil las 6 plantas centrales a las cuales se les tomo lecturas.

4.12 Marcación de las plantas

Cada planta de la parcela útil (seis plantas) estaba identificada (1 al 6) y en cada una de ellas se marcaron tres (3) bandolas que pueden ser primarias a secundarias, una bandola por cada estrato bajo, medio y alto, dispuestas en diferentes direcciones; cada bandola tenía su cinta y el número (1, 2, 3). Las bandolas del estrato bajo tenían los números 1, las del estrato medio los números 2 y las del estrato superior los números 3, los que no fueron

confundidos, para que se haya podido determinar cuál de los estratos tuvo mayor porcentaje de incidencia causada por la enfermedad en los cinco muestreos realizados. Se tuvo el cuidado de no cambiarles el número.

4.13 Toma de lecturas

Cada lectura se realizó antes de las aplicaciones de los diferentes tratamientos y se tomó como base la primera lectura (antes de la primera aplicación) en donde se obtuvo la incidencia, severidad, esporulación inicial de la enfermedad. Seguidamente se tomaron lecturas cada 30 días, después de cada aplicación de cada uno de los tratamientos los que se realizaron el mismo día. En total se realizaron cinco lecturas en cada tratamiento, durante todo el experimento.

Las lecturas de incidencia se determinaron por cada bandola previamente identificada por planta, considerando la sumatoria de las tres bandolas seleccionadas por planta.

4.14 Análisis Estadístico

Las variables de respuesta observadas fueron analizadas con el programa estadístico InfoStat, aplicando la prueba de medias de Duncan con un nivel de significancia del 5 % y como los datos están expresados en porcentaje previo al análisis se realizó una conversión de los mismos a raíz de porcentaje.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Incidencia de la roya de café

Dentro de las variables para poder determinar la eficiencia de los seis fungicidas está el grado de infección que alcanzan cada uno de los tratamientos evaluados durante el tiempo de estudio, antes de realizar la primera aspersión en el lote seleccionado el porcentaje de incidencia que existía en cada una de las parcelas estudiadas era muy alto, (Figura 3) esto debido a que las condiciones climáticas existentes en la zona eran muy favorables para el desarrollo del hongo, principalmente la alta incidencia de lluvias y las altas temperaturas en algunas horas del día lo que favorecía el desarrollo acelerado de la enfermedad.

Al realizar todos los ANAVAS (Anexo 4 al 8) en cada uno de los muestreos realizados no se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos lo que nos indica que ningún fungicida orgánico controla la incidencia de la enfermedad.

Los resultados obtenidos demuestran claramente que los fungicidas orgánicos no deben ser utilizados cuando el grado de incidencia de la enfermedad es muy alto como lo ocurrido en las condiciones en que se realizó el estudio, eso nos indica que lo mejor hubiese sido el empleo de fungicidas de acción curativa como lo son los de acción sistémica.

Esto nos demuestra que probablemente los productos aquí evaluados tengan un impacto positivo sobre la enfermedad siempre y cuando se utilicen con incidencia baja ósea utilizados en forma preventiva.

Aunque no se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan ($p \leq 0.05$) entre los muestreos realizados previo a la primera aplicación y a los 105 días después de la misma (ultimo muestreo) la que nos indica numéricamente que el tratamiento que aparenta ser el mejor para reducir la incidencia es Agri-Guard (T3) con un 62.37% comparado con el testigo (T7) con 71.12%. Aunque la incidencia previo a la primera aplicación salió alta en todas las parcelas estudiadas es de importante mencionar que el porcentaje de área foliar dañada era bajo por lo que se esperaba que los fungicidas aplicados evitaran el incremento de ese daño lo cual fue medido en la variable severidad según análisis que se efectuó (anexo 9 al 13).

También es cierto que en las parcelas donde se asperjo Agri-Guard es donde se encontraba la más alta incidencia de la enfermedad antes de realizar la primera aplicación, lo que aparentemente reduce la incidencia de la enfermedad (Figura 3). Este mismo tratamiento fue el que tuvo la más alta defoliación en comparación con los demás.

Al caer las hojas enfermas que existían en las bandolas, automáticamente hay una reducción en el porcentaje de incidencia de la enfermedad existente en ellas y ello puede dar como resultado un análisis erróneo del efecto de los tratamientos.

Entonces el efecto aparente de Agri-Guard como mejor tratamiento no es debido al efecto del fungicida sobre la enfermedad si no a la alta tasa de defoliación que este tuvo (Figura 6).

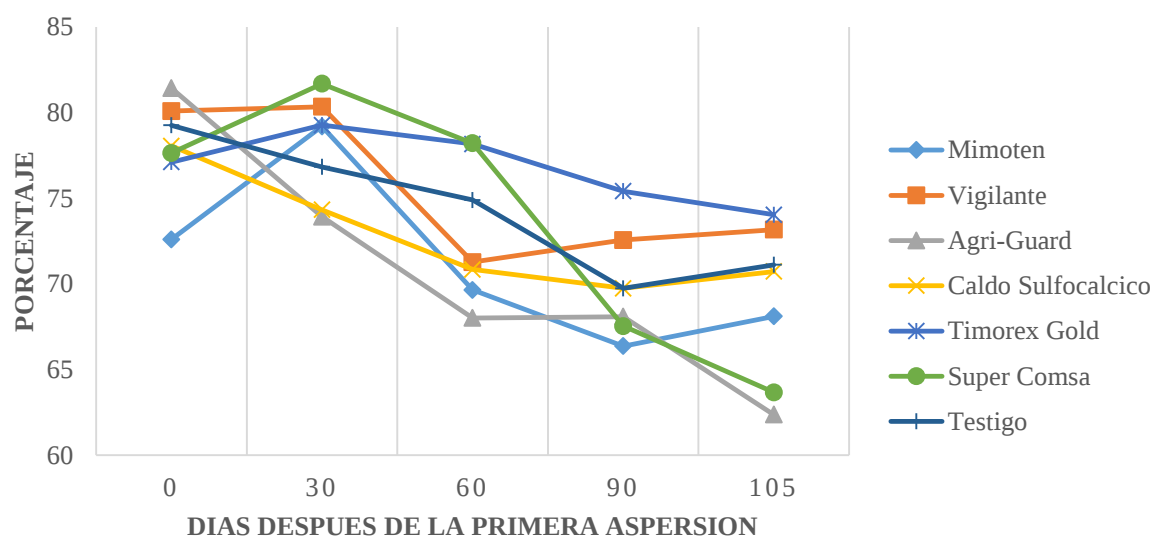


Figura 3. Incidencia de roya observada en el campo en los cinco muestreos.

Por el modo de acción de cada uno de los fungicidas evaluados y por el momento y tiempo de las aplicaciones existe una tendencia a que no se haya mostrado una diferencia claramente marcada en cada uno de los productos debido a los factores de precipitación y la temperatura que se dio en los meses del estudio en esa zona.

5.2 Severidad de la roya del café

En los cinco muestreos realizados después de efectuada la primera aspersión, según el análisis de varianza no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos (anexo 9 al 13). Lo que confirma lo expresado para la variable incidencia en donde ningún tratamiento tuvo efecto en evitar el incremento de la severidad ocasionado por la roya, lo que está íntimamente relacionado con la alta incidencia existente al inicio del estudio. Tomamos en cuenta la alta tasa de incidencia y esporulación que fueron los causantes de incrementar la severidad ayudado por las condiciones climáticas existentes.

El promedio de severidad que existía previo a la aplicación de los fungicidas era de 0.81% para el Súper Comsa (T6) y el Caldo Sulfocalcico fue el mayor con 2.91% de severidad comparada con los demás tratamientos (anexo 9) lo cual nos indica que la época de aplicación en la parcela estudiada era la adecuada porque el área foliar afectada donde había presencia de la enfermedad era baja.

De las variables evaluadas la incidencia y severidad se consideran las más importantes sin embargo en el presente estudio en ninguna de las dos se encontró diferencia estadística significativa entre tratamiento en ninguno de los cinco muestreos realizados (anexo 9 al 13). Por lo que los productores no deben utilizar los fungicidas y las dosis aquí evaluadas cuando tengan condiciones similares a las aquí estudiadas.

Al momento de hacer la primera aplicación de los fungicidas el porcentaje de severidad era baja comparado con los porcentajes de severidad aceptados por los especialistas en Fito protección de la roya del café que es de un 10% tal como lo expresado por. IHCAFE 2013.

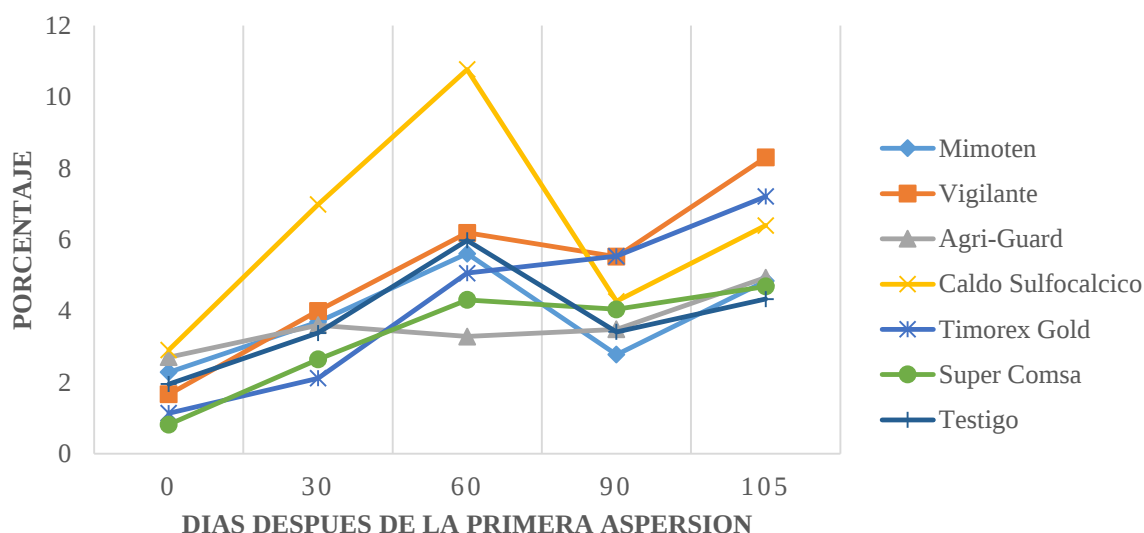


Figura 4. Comportamiento de la severidad de roya en el periodo bajo estudio.

Podemos ver que no se observa una diferencia marcada en los promedios de severidad de cada tratamiento (Figura 4), salvo el Vigilante (T2) que alcanzo 8.30% fue el que menor resistencia tuvo frente a la enfermedad, comparado con el Testigo (T7) que obtuvo un 4.33% al finalizar todos los muestreos durante los meses de estudio. Esto nos demuestra que ninguno de los fungicidas fue efectivo para controlar la severidad. Podemos atribuirlo a las condiciones climáticas en esa zona, ya que algunas ocasiones luego de las aplicaciones hubieron fuertes lluvias y el producto pudo lavarse de la planta aplicada.

Pero la reducción de severidad en los diferentes muestreos podemos atribuirla al clima o al porcentaje de defoliación que obtuvimos en cada tratamiento (Figura 6), ya que al reducirse el número de hojas enfermas también se verá afectado el porcentaje de severidad en cada uno de los muestreos y tratamientos evaluados en los meses de estudio.

5.3 Variable de esporulación en la Roya

Según el análisis de varianza (ANAVA) para la variable de esporas no se mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados durante todos los muestreos (Anexo 14 al 18). Según la prueba de medias de Duncan ($P \leq 0.05$) el tratamiento que menor porcentaje de esporulación obtuvo fue el Agri-Guard (T3) con 55.43% y el tratamiento que mayor porcentaje obtuvo fue el Vigilante (T2) con 72.65% al finalizar los cinco muestreos realizados (figura 5).

La esporulación también está relacionada a la presencia del porcentaje de incidencia y severidad en la planta y a las condiciones climáticas de la zona que son favorables para la diseminación de la espora.

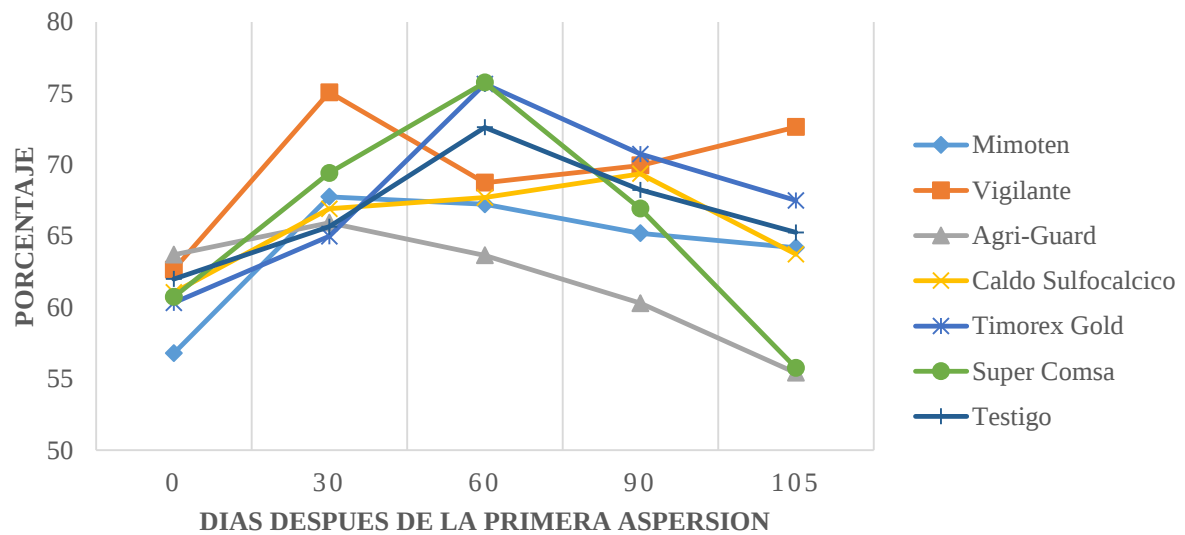


Figura 5. Porcentaje de esporulación de roya en cada muestreo realizado.

La esporulación del hongo *Hemileia vastatrix* está influenciada por varios factores entre los que están: la acumulación de humedad, variaciones de temperaturas cercanas a los 22 C, mojado foliar. Variaciones bruscas del ambiente, alta carga fructífera, edad de la planta época de la cosecha, fertilización deficiente y el inóculo primario cuya mayor fuente es el inóculo residual. La desimanación de esporas se da por salpicadura de lluvia, dispersión por personas e insectos a pequeña y media distancia, vientos y lluvias a largas distancias. En la variable de esporas el Agri-Guard (T3) tiene el menor porcentaje de espora (Anexo 18) pero no se lo podemos atribuir directamente al fungicida ya que este tratamiento fue el mayor porcentaje de defoliación obtuvo al finalizar el estudio. (Figura 6).

5.4 Defoliación por la roya del café

La variable de porcentaje de defoliación está determinada por el número de hojas caídas en cada uno de los muestreos, el factor severidad es determinante para que exista o no caída de hojas si la severidad es elevada por consiguiente llevara a la desecación de la hoja y posteriormente durante el tiempo de estudio para cada uno de los tratamientos evaluados.

En esta variable no vamos a tomar en cuenta el primer muestreo ya que la defoliación en ese momento era cero para todos los tratamientos, según el ANAVA (Anexo 19) no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos con las pruebas de medias de Duncan ($P < 0.05$) entre cada uno de los tratamientos evaluados con el porcentaje de defoliación. Sin embargo si nos vamos a cada uno de los muestreos se pudo observar alguna diferencia del aumento y la reducción del % en cada uno de los tratamientos (Figura 6).

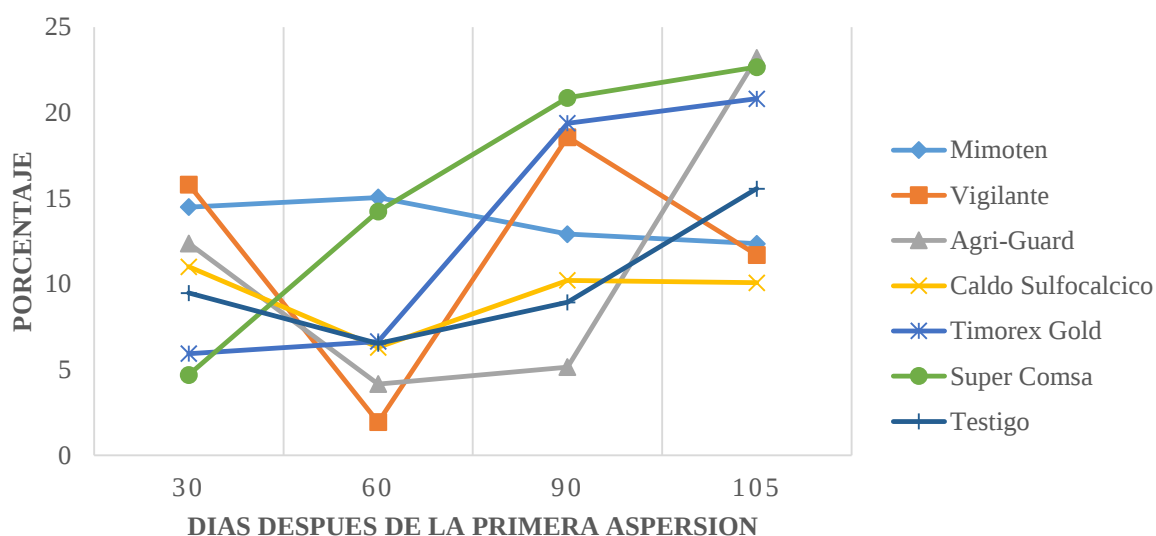


Figura 6. Defoliación ocasionada por la roya en cada muestreo.

Como se puede observar en la (Figura 6) el Agri-Guard (T3) obtuvo valores más altos de defoliación en el último muestreo con 23.19% siendo el tratamiento que menor resistencia obtuvo a la pérdida de hojas por la enfermedad aunque haya sido uno de los tratamientos menos afectados por la severidad, esto podemos atribuirlo al efecto del producto orgánico comparado con el Testigo (T7) que obtuvo un 15.56% al final de todos los muestreos.

El tratamiento que tenga menor defoliación se considera que tiene un buen efecto en el control de esta enfermedad. En este caso el Caldo Sulfocalcico (T4) fue el que menos

porcentaje de defoliación obtuvo con 10.07% a pesar de que fue previo a la primera aspersión de los tratamientos el que tenía el mayor porcentaje de severidad lo que indica una tendencia de haber proporcionado evitar el avance de la enfermedad y por ende el daño que provoca la enfermedad.

5.5 Incidencia presente en el estrato bajo, medio y alto

Para poder determinar el porcentaje de incidencia que hubo en cada uno de los estratos tomamos las lecturas de las bandolas marcadas con el número 1, 2 y 3. Con los datos obtenidos en los cinco muestreos y según el análisis de la varianza (ANAVA) con una ($p \leq 0.05$) no hubo diferencia estadística significativa en el porcentaje de incidencia para el estrato bajo y alto, pero en el estrato medio si existió diferencia estadística significativa en el porcentaje de incidencia en los siete tratamientos (ANEXO 20 al 22).

Como podemos observar en la figura 7 siempre vamos a tener mayor porcentaje de incidencia en el estrato bajo de las plantas de café, esto debido a que está muy cerca del suelo y hay una mayor humedad relativa factor que favorece y acelera el desarrollo de la enfermedad. El grado de incidencia en los siete tratamientos fue mayor en el estrato bajo continuándole el estrato medio y el estrato alto fue el que presento el menor porcentaje de hojas dañadas por la roya.

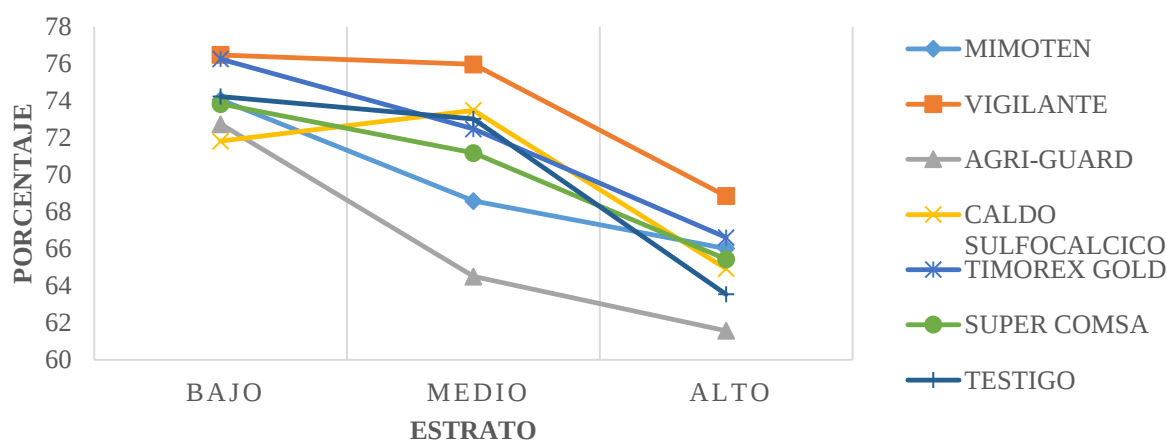


Figura 7. Incidencia presente en los cinco muestreos para cada estrato.

Cuadro 2. Costo de aplicación de los productos evaluados por hectárea.

No	Tratamientos	Distribuidor	Numero de aplicaciones	Costos fijos/ha (A)	Costos fijos por tratamiento (B)	Costos variables por ha (C)	Costo total Lps (D)
1	Mimoten	Atlántica agrícola	6	800	4,800	1,734 *	6,534 *
2	Vigilante	Stoller	3	800	2,400	864 *	3,264 *
3	Agri-Guard	SENASA	6	800	4,800	6,875 *	11,675 *
4	Caldo Sulfocalcico	Artesanal	6	800	4,800	409	5,209
5	Timorex Gold	Disagro	3	800	2,400	1,296	3,696
6	Súper Comsa	Comsa	6	800	4,800	1,251	6,051

*Costos aproximados se le dio un valor aproximado de 600 lempiras/litro Mimoten y Vigilante

*Costo aproximado para el Agri-Guard 200 lempiras en 2 litros.

A = Incluye: Mano de obra, depreciación del equipo y adherente (Lempiras)

B = Se obtienen multiplicando costos fijos/ha por el número de aplicaciones (Lempiras)

C = Precio de aplicación del producto (Lempiras)

D = Sumando los costos fijos más los costos variables (Lempiras)

VI. CONCLUSIONES

- Ninguno de los seis fungicidas orgánicos evaluados tuvo diferencia estadística significativa en cada uno de los muestreos realizados para la variable incidencia por la enfermedad de la roya.
- Ninguno de los seis fungicidas orgánicos evaluados tuvo diferencia estadística significativa en cada uno de los muestreos realizados para la variable severidad por la enfermedad de la roya.
- Ninguno de los seis fungicidas orgánicos evaluados tuvo diferencia estadística significativa en cada uno de los muestreos realizados para la variable esporulación por la enfermedad de la roya.
- Ninguno de los seis fungicidas orgánicos evaluados tuvo diferencia estadística significativa en cada uno de los muestreos realizados para la variable severidad por la enfermedad de la roya.
- Debido a las aplicaciones más frecuentes de estos productos orgánicos se puede hacer más costosa su aplicación con algunos de los productos evaluados comparados con el costo de aplicación de agroquímicos.
- Debido a que el estrato bajo está más cerca del suelo esto favorece el desarrollo acelerado del hongo por efecto de la humedad presente, seguido por el estrato medio y alto.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar con la evaluación de estos productos orgánicos bajo diferentes condiciones de manejo, clima, dosis y con menores porcentajes de incidencia de la enfermedad.
- Es recomendable evaluar estos productos con aplicaciones más seguidas ya que la mayoría de los productos orgánicos trabajan de manera más lenta en comparación con los químicos.
- Como observación sería útil comenzar un estudio con estos productos en el tiempo adecuado para aplicar los productos antes del inicio de los periodos más lluviosos que favorecen el desarrollo de la enfermedad.
- Al momento de la aplicación de los productos el aplicador debe hacer una buena aspersión en el estrato bajo ya que es afectado mayormente por la enfermedad por causa de la humedad en el suelo, necesitamos que el producto caiga también en el envés de las hojas y pueda ser absorbido rápidamente por la planta.

VIII. BIBLIOGRAFIA

APS (The American Phytopathological Society) 2011. Coffee rust (*Hemileia vastatrix*). Consultado en línea el 25 de mayo de 2013: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>

Avelino *et al.* 1999. Desafíos de la caficultura en centro América. La roya anaranjada del cafeto: mito o realidad. San José, Costa Rica. Agroamerica. Pág. 195-198.

Arguijo G. 2011. Exportación de café en Honduras. (En línea). Consultado el 29 de abril del 2013. Disponible en: <http://exportaciondecafeenhonduras.blogspot.com/2011/08/importancia-nacional.html>

ABCAGRO. 2002. Cultivo de café en Chile. (En línea). Consultado el 10 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.abcagro.com/herbaceos/industriales/cafe3.asp>

AGRIOS, George N, 2004. Fitopatología, Editorial Limusa, segunda edición. Pág. 809-820

Banegas R. K. (2009) Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (*Coffea arabica*) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras. / Tesis. Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza/ Escuela de Posgrado (CATIE), Turrialba, CR. 5, 19-21p.

Bautista, P.F. 1984. Evaluación de fungicidas y dosis en laboratorio para el combate de la roya del cafeto. In: Primera Reunión Regional del PROMECAFE sobre el control de la roya del cafeto. San Salvador, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, IICA-PROMECAFE p. 138-148.

CABI. (CAB International) 2013 Crop Protection Compendium, Wallingford, UK, 2009. Disponible: <http://www.cabi.org/compendia/cpc/> (Consultada: 10 de junio de 2013).

CICAFE. (Centro de investigación de café), 2013. Recomendaciones para el combate de la roya. Tercera edición ICAFE 2013. San José, Costa Rica. Pág. 16.

CLACDS. (Centro latinoamericano para la competitividad y el desarrollo sostenible) 1999. La caficultura en Honduras. Tegucigalpa. M.D.C. Honduras. 1-2 p.

Chávez, J. 2002. Producción de plántulas de hortalizas a nivel de invernadero utilizando lombricompost y dos sustratos de cultivo. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. UNA. P7-9.

Escoto, K0. 2009. Efecto de sustratos y mezclas en la producción de plántulas de café (*coffea arabica*) a nivel de semilleros. Consultado el 23 mar. 2013. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras. UNA. 62p.

Fischersworing, B; Robkamp R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Lima Peru. 153 p.

Ferreira, A. 2001. Departamento de fitopatología, CTAHR. (En línea). Consultado el 23 de abril del 2013. Disponible en: http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/h_vasta.htm.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) 1999. Condiciones socioeconómicas productores de café Honduras (En línea). Consultado el 18 de abril del 2013. Disponible en:[http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=5&Itemid=147/Condiciones Socioeconomicas.pdf](http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=5&Itemid=147/Condiciones%20Socioeconomicas.pdf)

_____, 2011. Informe anual 2010-2011 HND (En línea). Consultado el 22 de mar. 2013. Disponible en:
[http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6&Itemid=148/Informe Anual 2010-2011.pdf](http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6&Itemid=148/Informe%20Anual%202010-2011.pdf)

_____. 2009. Informe anual cosecha 2008-2009 HND (En línea). Consultado el 22 de mar. 2013. Disponible en:
[http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=144/Informe Cierre 2008_2009.pdf](http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=144/Informe%20Cierre%202008_2009.pdf).

IICA. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), 1983. Fundamentos botánicos, ecológicos y fisiológicos del cultivo de café y su relación en la productividad de una finca. San Salvador, El Salvador, C.A. P 5.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura 2003. Cadena de comercialización del café), San José, Costa Rica. 169p.

Julca, A; Solano, W; Crespo, R. 2002. Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. (En Línea). Consultado el 22 mar. 2013. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/julca_1161158907484.pdf

Kushalapa, A. C. and Eskes, A. R. 1989. Advances in coffee rust research. Annual Review of Phytopathology. 27:503-531.

SENASICA. (Servicio Nacional De Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria), 2013. Roya del cafeto. *Hemileia vastratix*, Berkeley & Broome. Primera edición julio del 2013. Coyoacán, México. Pág. 11.

Mendoza *et al*, 2013. La roya en el café un desafío para repensar la producción agropecuaria. Managua, Nicaragua. (En línea). 2 de diciembre del 2013. Disponible en: <http://www.nitlapan.org.ni/site/es/noticias-nitlapan/128-la-roya-en-el-cafe-un-desafio-para-repensar-la-produccion-agropecuaria.html>.

Moreno, R. G. y Alvarado, A. G. 2000. La Variedad Colombia 20 años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. Cenicafé. Boletín técnico (22): 1-32.

OIC. (Organización Internacional del Café), 2011. Informe anual. Cosecha 2010/2011. Mercado mundial del café/IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. 44p.

Pacheco H. R. 2005. Diagnóstico de los factores que interfieren en la calidad del café en San Luís de Planes, Santa Bárbara. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, HN. 72 p

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café). 2006. Condiciones agroecológicas del cafeto. ES. (En línea). Consultado el 23 mar. 2013. Disponible en: <http://www.procafe.com.sv/menu/Generalidades/CondicionesAgroecologicas.htm>.

Rayner RW, 1961. Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.). Annals of Applied Biology 49, 497-505.

Rivillas, O. C., Serna, G. C., Cristancho, A. M. y Gaitán, B. A. 2011. La Roya del Cafeto en Colombia (Impacto, manejos y costos del control, resultados de investigación). Centro Nacional de Investigación del Café (Cenicafé). Chinchiná, Caldas, Colombia. 53 pp.

Santacreo, PR. 2001. Variedades y mejoramiento genético. In: Manual de caficultura, IHCAFE. Tegucigalpa MDC, HN. p. 19-32.

SENASA. (Servicio nacional de sanidad agraria), 2013. La lima, Perú (En línea). 20 de julio del 2013. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx?PFL=2&JER=914.

SINAVEF, 2013. Sistema nacional de vigilancia Epidemiológica fitosanitaria. Ficha técnica Roya del cafeto *Hemileia vastatrix*. Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. México, DF. 25 p.

Sosa, M. 2001. Biología de la planta y clima para el cultivo de cafe. Manual de caficultura. Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Tegucigalpa M.D.C. Honduras. P 5-7 y 14.

ANEXOS

Anexo 1. Aleatorización de los tratamientos.

Bloques

IV	407 T3	406 T1	405 T5	404 T7	403 T6	402 T4	401 T2
III	301 T2	302 T4	303 T1	304 T3	305 T5	306 T6	307 T7
II	207 T6	206 T5	205 T7	204 T3	203 T1	202 T2	201 T4
I	101 T7	102 T3	103 T4	104 T1	105 T2	106 T5	107 T6

Los números que se observan en la parte superior de cada uno de los bloques, corresponden a los números de las parcelas y los que se observan en la parte inferior son los tratamientos.

Simbología:

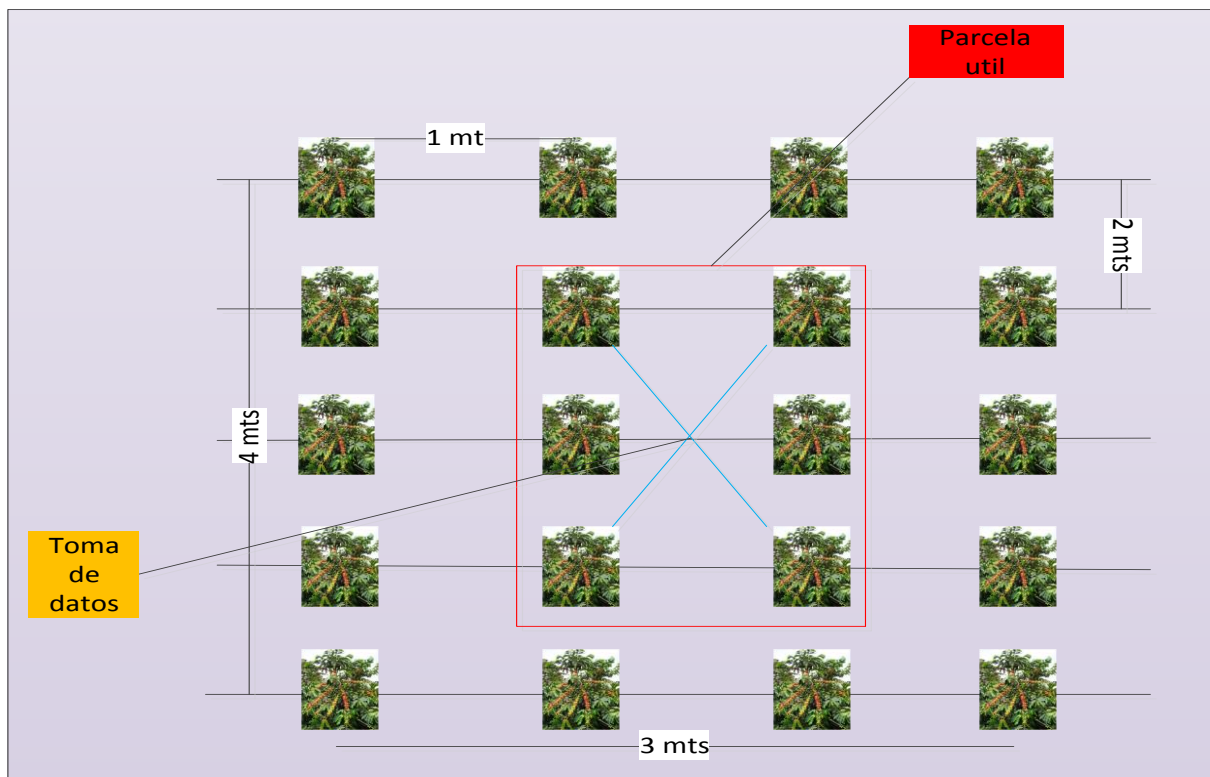
T1= Mimoten, T2= Vigilante, T3= Agri-Guard, T4= Caldo Sulfocalcico, T5= Timorex Gold, T6= Súper Comsa.

Anexo 2. Hoja de toma de datos.

Numero		Variable	Nudos presentes en las bandolas														
Planta	Bandola	Nudos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	Hoja	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	2	severidad															
		defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	3	severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
2	1	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	2	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	3	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
3	1	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	2	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
	3	Severidad															
		Defoliación															
		Incidencia															
		esporas															
		severidad															

Simbología: I = Izquierda, D = Derecha

Anexo 3. Distribución de las plantas dentro de la parcela total.



Anexo 4. ANAVA para incidencia a los 0 días previo a la primera aspersión.

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1.00	% incidencia	28	0.43	0.15	7.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	531.18	9	59.02	1.52	0.2136
Bloque	340.00	3	113.33	2.92	0.0620
Tratamiento	191.18	6	31.86	0.82	0.5673
Error	697.54	18	38.75		
Total	1228.72	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 38.7520 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

1.00	74.52	7	2.35	A
3.00	74.74	7	2.35	A
4.00	80.37	7	2.35	A B
2.00	82.50	7	2.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 38.7520 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

T1	72.61	4	3.11	A
T5	77.12	4	3.11	A
T6	77.66	4	3.11	A
T4	78.06	4	3.11	A
T7	79.27	4	3.11	A
T2	80.10	4	3.11	A
T3	81.44	4	3.11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2.00	% incidencia	28	0.36	0.03	8.03

Anexo 5. ANAVA para incidencia a los 30 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	391.08	9	43.45	1.11	0.4051
Bloque	177.13	3	59.04	1.51	0.2470
Tratamiento	213.95	6	35.66	0.91	0.5103
Error	705.88	18	39.22		
Total	1096.96	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 39.2157 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

2.00	74.25	7	2.37	A
4.00	77.92	7	2.37	A
3.00	78.29	7	2.37	A
1.00	81.34	7	2.37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 39.2157 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	73.94	4	3.13	A
T4	74.34	4	3.13	A
T7	76.84	4	3.13	A
T1	79.20	4	3.13	A
T5	79.28	4	3.13	A
T2	80.36	4	3.13	A
T6	81.69	4	3.13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 6. ANAVA para incidencia a los 60 días después de la primera aspersión.

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3.00	% incidencia	28	0.49	0.24	9.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	761.89	9	84.65	1.93	0.1130
Bloque	356.92	3	118.97	2.71	0.0758
Tratamiento	404.97	6	67.49	1.54	0.2229
Error	790.91	18	43.94		
Total	1552.80	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 43.9395 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
2.00	67.64	7	2.51	A
1.00	72.75	7	2.51	A B
3.00	74.09	7	2.51	A B
4.00	77.58	7	2.51	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 43.9395 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	68.02	4	3.31	A
T1	69.65	4	3.31	A
T4	70.85	4	3.31	A
T2	71.28	4	3.31	A
T7	74.90	4	3.31	A
T5	78.17	4	3.31	A
T6	78.22	4	3.31	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4.00	% incidencia	28	0.29	0.00	8.21

Anexo 7. ANAVA para incidencia a los 90 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	247.13	9	27.46	0.83	0.5950
Bloque	11.77	3	3.92	0.12	0.9477
Tratamiento	235.36	6	39.23	1.19	0.3547
Error	592.68	18	32.93		
Total	839.81	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 32.9269 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
3.00	68.98	7	2.17	A
1.00	69.75	7	2.17	A
4.00	70.25	7	2.17	A
2.00	70.73	7	2.17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 32.9269 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	66.38	4	2.87	A
T6	67.55	4	2.87	A
T3	68.09	4	2.87	A
T4	69.74	4	2.87	A
T7	69.75	4	2.87	A
T2	72.57	4	2.87	A
T5	75.42	4	2.87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5.00	% incidencia	28	0.45	0.18	10.48

Anexo 8. ANAVA para incidencia a los 105 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	775.86	9	86.21	1.65	0.1753
Bloque	282.08	3	94.03	1.80	0.1837
Tratamiento	493.77	6	82.30	1.57	0.2119
Error	941.55	18	52.31		
Total	1717.40	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 52.3081 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
3.00	66.20	7	2.73	A
4.00	66.84	7	2.73	A
1.00	68.82	7	2.73	A
2.00	74.27	7	2.73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 52.3081 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	62.38	4	3.62	A
T6	63.67	4	3.62	A
T1	68.11	4	3.62	A
T4	70.73	4	3.62	A
T7	71.12	4	3.62	A
T2	73.18	4	3.62	A
T5	74.05	4	3.62	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1.00	RAIZ_RAIZ % severidad	28	0.49	0.24	14.00

Anexo 9. ANAVA para severidad a los 0 días previo a la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.44	9	0.05	1.92	0.1134
Bloque	0.10	3	0.03	1.29	0.3094
Tratamiento	0.34	6	0.06	2.24	0.0860
Error	0.45	18	0.03		
Total	0.89	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0253 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

2.00	1.04	7	0.06	A
3.00	1.13	7	0.06	A
4.00	1.18	7	0.06	A
1.00	1.19	7	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0253 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

T6	0.94	4	0.08	A
T5	1.02	4	0.08	A
T2	1.13	4	0.08	A B
T7	1.16	4	0.08	A B
T3	1.19	4	0.08	A B
T1	1.20	4	0.08	A B
T4	1.30	4	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2.00	RAIZ_RAIZ % severidad	28	0.41	0.11	16.26

Anexo 10. ANAVA para severidad a los 30 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.58	9	0.06	1.36	0.2751
Bloque	0.21	3	0.07	1.51	0.2454
Tratamiento	0.36	6	0.06	1.29	0.3124
Error	0.85	18	0.05		
Total	1.43	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0472 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

2.00	1.21	7	0.08	A
1.00	1.30	7	0.08	A
4.00	1.39	7	0.08	A
3.00	1.44	7	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0472 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	1.19	4	0.11	A
T6	1.27	4	0.11	A B
T7	1.30	4	0.11	A B
T1	1.32	4	0.11	A B
T3	1.33	4	0.11	A B
T2	1.35	4	0.11	A B
T4	1.59	4	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3.00	RAIZ RAIZ % severidad	28	0.47	0.21	15.53

Anexo 11. ANAVA para severidad a los 60 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.87	9	0.10	1.79	0.1399
Bloque	0.36	3	0.12	2.25	0.1174
Tratamiento	0.51	6	0.08	1.56	0.2153
Error	0.97	18	0.05		
Total	1.84	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0540 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
2.00	1.31	7	0.09	A
1.00	1.51	7	0.09	A B
4.00	1.54	7	0.09	A B
3.00	1.62	7	0.09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0540 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	1.32	4	0.12	A
T6	1.43	4	0.12	A B
T5	1.44	4	0.12	A B
T7	1.47	4	0.12	A B
T2	1.49	4	0.12	A B
T1	1.53	4	0.12	A B
T4	1.79	4	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4.00	RAIZ RAIZ % severidad	28	0.38	0.08	15.31

Anexo 12. ANAVA para severidad a los 90 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.50	9	0.06	1.25	0.3274
Bloque	0.40	3	0.13	3.02	0.0569
Tratamiento	0.10	6	0.02	0.37	0.8915
Error	0.80	18	0.04		
Total	1.29	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0442 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	1.25	7	0.08 A
3.00	1.26	7	0.08 A
4.00	1.45	7	0.08 A B
1.00	1.53	7	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0442 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	1.28	4	0.11 A
T7	1.34	4	0.11 A
T3	1.34	4	0.11 A
T6	1.38	4	0.11 A
T4	1.39	4	0.11 A
T5	1.41	4	0.11 A
T2	1.48	4	0.11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5.00	RAIZ RAIZ % severidad	28	0.32	0.00	15.70

Anexo 13. ANAVA para severidad a los 105 días después de la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.47	9	0.05	0.95	0.5101
Bloque	0.26	3	0.09	1.54	0.2376
Tratamiento	0.22	6	0.04	0.65	0.6896
Error	1.00	18	0.06		
Total	1.47	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0555 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	1.42	7	0.09 A
3.00	1.43	7	0.09 A
1.00	1.48	7	0.09 A
4.00	1.66	7	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0555 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T7	1.42	4	0.12 A
T1	1.44	4	0.12 A
T3	1.45	4	0.12 A
T6	1.45	4	0.12 A
T4	1.49	4	0.12 A
T5	1.58	4	0.12 A
T2	1.68	4	0.12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1.00	% esporas	28	0.98	0.97	9.87

Anexo 14. ANAVA para esporulación a los 0 previo a la primera aspersión.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17069.06	9	1896.56	90.78	<0.0001
Bloque	16897.69	3	5632.56	269.60	<0.0001
Tratamiento	171.37	6	28.56	1.37	0.2803
Error	376.07	18	20.89		
Total	17445.12	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 20.8926 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

1.00	4.00	7	1.73	A
2.00	58.30	7	1.73	B
4.00	58.47	7	1.73	B
3.00	64.54	7	1.73	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 20.8926 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

T1	40.88	4	2.29	A
T5	45.62	4	2.29	A B
T4	46.11	4	2.29	A B
T2	47.10	4	2.29	A B
T6	47.46	4	2.29	A B
T7	47.91	4	2.29	A B
T3	49.21	4	2.29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2.00	% esporas	28	0.19	0.00	18.56

Anexo 15. ANAVA para esporulación a los 30 días después de la primera aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	656.72	9	72.97	0.46	0.8837
Bloque	368.35	3	122.78	0.77	0.5251
Tratamiento	288.37	6	48.06	0.30	0.9278
Error	2865.68	18	159.20		
Total	3522.40	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 159.2046 gl: 18

Bloque Medias n E.E.

3.00	64.24	7	4.77	A
2.00	64.93	7	4.77	A
4.00	69.55	7	4.77	A
1.00	73.16	7	4.77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 159.2046 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	65.00	4	6.31	A
T7	65.67	4	6.31	A
T3	65.94	4	6.31	A
T4	66.92	4	6.31	A
T1	67.77	4	6.31	A
T6	69.43	4	6.31	A
T2	75.08	4	6.31	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3.00	% esporas	28	0.46	0.19	11.05

Anexo 16. ANAVA para esporulación a los 60 días después de la primera aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	927.15	9	103.02	1.71	0.1583
Bloque	420.13	3	140.04	2.33	0.1088
Tratamiento	507.02	6	84.50	1.41	0.2663
Error	1082.56	18	60.14		
Total	2009.71	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 60.1421 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
2.00	63.77	7	2.93	A
3.00	71.14	7	2.93	A B
1.00	71.80	7	2.93	A B
4.00	74.10	7	2.93	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 60.1421 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	63.65	4	3.88	A
T1	67.24	4	3.88	A
T4	67.71	4	3.88	A
T2	68.75	4	3.88	A
T7	72.63	4	3.88	A
T5	75.67	4	3.88	A
T6	75.77	4	3.88	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4.00	% esporas	28	0.21	0.00	12.78

Anexo 17. ANAVA para esporulación a los 90 días después de la primera aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	355.68	9	39.52	0.53	0.8307
Bloque	45.26	3	15.09	0.20	0.8922
Tratamiento	310.42	6	51.74	0.70	0.6533
Error	1330.56	18	73.92		
Total	1686.24	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 73.9200 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
3.00	65.65	7	3.25	A
4.00	66.38	7	3.25	A
2.00	68.30	7	3.25	A
1.00	68.68	7	3.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 73.9200 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	60.31	4	4.30	A
T1	65.20	4	4.30	A
T6	66.93	4	4.30	A
T7	68.25	4	4.30	A
T4	69.37	4	4.30	A
T2	69.96	4	4.30	A
T5	70.76	4	4.30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Muestreo	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5.00	% esporas	28	0.40	0.10	16.13

Anexo 18. ANAVA para esporulación a los 105 días después de la primera aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1252.74	9	139.19	1.33	0.2907
Bloque	339.41	3	113.14	1.08	0.3834
Tratamiento	913.33	6	152.22	1.45	0.2504
Error	1889.16	18	104.95		
Total	3141.90	27			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 104.9532 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.	
1.00	60.80	7	3.87	A
4.00	61.60	7	3.87	A
3.00	62.15	7	3.87	A
2.00	69.48	7	3.87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 104.9532 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	55.43	4	5.12	A
T6	55.77	4	5.12	A B
T4	63.73	4	5.12	A B
T1	64.20	4	5.12	A B
T7	65.27	4	5.12	A B
T5	67.51	4	5.12	A B
T2	72.66	4	5.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% defoliación	140	0.36	0.29	89.19

Anexo 19. ANAVA para defoliación a los 0, 30, 60, 90 y 105 días después de la primera aplicación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5389.07	13	414.54	5.42	<0.0001
Bloque	645.79	3	215.26	2.82	0.0419
Tratamiento	359.42	6	59.90	0.78	0.5843
Muestreo	4383.85	4	1095.96	14.34	<0.0001
Error	9632.09	126	76.45		
Total	15021.15	139			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 76.4451 gl: 126

Bloque Medias n E.E.

2.00	6.18	35	1.48	A
3.00	10.51	35	1.48	B
4.00	10.72	35	1.48	B
1.00	11.80	35	1.48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 76.4451 gl: 126

Tratamiento Medias n E.E.

T4	7.58	20	1.96	A
T7	8.16	20	1.96	A
T3	9.03	20	1.96	A
T2	9.66	20	1.96	A
T5	10.62	20	1.96	A
T1	11.02	20	1.96	A
T6	12.55	20	1.96	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 76.4451 gl: 126

Muestreo Medias n E.E.

1.00	0.30	28	1.65	A
3.00	7.83	28	1.65	B
2.00	10.54	28	1.65	B C
4.00	13.72	28	1.65	C D
5.00	16.62	28	1.65	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 20. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato bajo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Estrato bajo	35	0.62	0.46	6.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	993.01	10	99.30	3.95	0.0028
Tratamiento	87.02	6	14.50	0.58	0.7447
Muestreo	905.99	4	226.50	9.01	0.0001
Error	603.04	24	25.13		
Total	1596.05	34			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 25.1268 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	71.81	5	2.24 A
T3	72.73	5	2.24 A
T6	73.82	5	2.24 A
T1	74.00	5	2.24 A
T7	74.22	5	2.24 A
T5	76.25	5	2.24 A
T2	76.47	5	2.24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 25.1268 gl: 24

Muestreo	Medias	n	E.E.
1.00	68.38	7	1.89 A
4.00	70.68	7	1.89 A B
5.00	72.52	7	1.89 A B
3.00	76.48	7	1.89 B
2.00	82.87	7	1.89 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 21. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato medio.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Estrato medio	35	0.77	0.68	7.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2052.19	10	205.22	8.16	<0.0001
Tratamiento	422.01	6	70.34	2.80	0.0331
Muestreo	1630.18	4	407.55	16.20	<0.0001
Error	603.94	24	25.16		
Total	2656.14	34			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 25.1643 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	64.50	5	2.24	A
T1	68.58	5	2.24	A B
T6	71.17	5	2.24	A B C
T5	72.47	5	2.24	B C
T7	73.01	5	2.24	B C
T4	73.48	5	2.24	B C
T2	75.96	5	2.24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 25.1643 gl: 24

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1.00	59.84	7	1.90	A
4.00	70.93	7	1.90	B
5.00	70.95	7	1.90	B
3.00	73.78	7	1.90	B
2.00	81.05	7	1.90	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 22. ANAVA para el porcentaje de incidencia en el estrato alto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Estrato alto	35	0.86	0.81	6.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3049.74	10	304.97	15.04	<0.0001
Tratamiento	160.00	6	26.67	1.31	0.2887
Muestreo	2889.75	4	722.44	35.62	<0.0001
Error	486.72	24	20.28		
Total	3536.46	34			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 20.2799 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	61.57	5	2.01	A
T7	63.54	5	2.01	A B
T4	64.92	5	2.01	A B
T6	65.43	5	2.01	A B
T1	66.02	5	2.01	A B
T5	66.62	5	2.01	A B
T2	68.85	5	2.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 20.2799 gl: 24

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1.00	47.37	7	1.70	A
5.00	67.34	7	1.70	B
4.00	69.56	7	1.70	B
3.00	69.92	7	1.70	B
2.00	72.20	7	1.70	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 23. Porcentaje de incidencia en cada muestreo.

Tratamiento	Inc. 0 días	Tratamiento	Inc. 30 días	Tratamiento	Inc. 60 días	Tratamiento	Inc. 90 días	Tratamiento	Inc. 105 días
T1	72.61	T3	73.93	T3	68.02	T1	66.37	T3	62.37
T5	77.12	T4	74.34	T1	69.65	T6	67.54	T6	63.67
T6	77.65	T7	76.84	T4	70.85	T3	68.10	T1	68.11
T4	78.06	T1	79.20	T2	71.28	T4	69.74	T4	70.73
T7	79.26	T5	79.27	T7	74.90	T7	69.75	T7	71.12
T2	80.10	T2	80.35	T5	78.17	T2	72.57	T2	73.18
T3	81.44	T6	81.69	T6	78.22	T5	75.42	T5	74.05