

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE FUNGICIDAS QUIMICOS SINTETICOS SOBRE LA INCIDENCIA
Y SEVERIDAD DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) DEL CAFÉ (*Coffea
arabica*)**

POR:

ELIO DAVID MUÑOZ HERNANDEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

**EFFECTO DE FUNGICIDAS QUIMICOS SINTETICOS SOBRE LA INCIDENCIA
Y SEVERIDAD DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) DEL CAFÉ (*Coffea
arabica*)**

POR:

ELIO DAVID MUÑOZ HERNANDEZ

MARIO EDGARDO TALAVER M.Sc.

Asesor principal

**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 **Dios**, todo poderoso por haberme iluminado y guiado y darme la fortaleza hasta llegar a mi meta.

A mis padres: **Heliodoro Muñoz Teruel y Suyapa Rosario Hernández**, ya que ustedes han sido mi fuente de inspiración y apoyo incondicional en el logro de cada uno de mis triunfos.

A mis hermanos: **Melissa, Mario, Stephanie, Natalie**.

A todos mis amigos y personas que me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por estar conmigo en todo momento, por guiarme en cada una de las decisiones que he tomado en mi vida.

A mis padres: **Heliodoro Muñoz Teruel y Suyapa Rosario Hernández**, ya que gracias a su apoyo y comprensión he podido, he podido lograr cada uno de mis triunfos.

A mis hermanos: **Melissa, Mario, Stephanie, Natalie**, por estar siempre conmigo apoyándome en cada momento.

A toda mi **Familia**.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, por haberme formado e inculcado todos los conocimientos de las ciencias agrícolas.

A mis asesores: **M.Sc. Mario talavera, M.Sc. Leonel Mercadal, M.Sc. Héctor Fernández** por brindarme su tiempo y conocimiento en la elaboración del presente trabajo.

Al **IHCAFE**. Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis y por todo el apoyo por la realización del mismo.

A mis amigos del cuarto 28, a **José Madrid, Carlos López, Hedman Mendoza, Andrés Ordoñez, Fredy Martínez** por contar con su apoyo y amistad en los cuatro años.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	ivi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
LISTA DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Generalidades del café	3
3.2. Importancia del cafeto en Honduras	4
3.3. Manejo agronómico del cafeto	5
3.4. Factores agroclimáticos	5
3.5. Manejo de sombra.....	6
3.6. Fertilización	6
3.7. Podas.....	7
3.8. Roya del cafeto.....	8
3.8.1. Sintomatología y daño que presentan las planta afectadas	8
3.8.2. Factores biológicos, físicos y ambientales que facilitan la propagación de la roya del cafeto.....	9
3.8.3. Prevención y control de la roya.....	11
IV. MATERIALES Y METODO	18
4.1. Ubicación del experimento	18
4.2. Materiales y equipo	18
4.3. Manejo del experimento	18
4.3.1. Tratamientos evaluados en el ensayo y diseño experimental	19
4.3.2. Selección del lote y tamaño de la parcela	21

4.3.3. Aplicación de tratamientos	21
4.3.4. Manejo de la parcela seleccionada.....	21
4.3.5. Toma de datos.....	22
4.3.7. Análisis estadístico.....	25
4.3.8. Estimación de costos.....	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
5.1. Incidencia de roya de café	26
5.2. Severidad de roya de café	29
5.3. Defoliación	32
5.4. Número de pústulas por hojas.....	35
5.5. Costos de aplicación de cada fungicida evaluado	38
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
VIII. BIBLIOGRAFIAS	42
ANEXOS	46

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.....	19
Cuadro 2. Productos que se evaluaron.....	20
Cuadro 3. Costo de aplicación de los productos evaluados por hectárea.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estimación del porcentaje de incidencia de roya por bandola.....	23
Figura 2. Posición de las hojas en la bandola para efectuar la lectura.....	24
Figura 3. Valores estimados para determinar el área afectada por roya.....	24
Figura 4. Incidencia de cada uno de los tratamientos durante el tiempo de investigación....	27
Figura 5. Incidencia de roya acumulada en el muestreo realizado a los 75 días en cada tratamiento.....	29
Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre la severidad causada por la roya durante el tiempo de estudio.....	30
Figura 7. Severidad de roya acumulada en el muestreo realizado a los 75 días en cada tratamiento.....	32
Figura 8. Porcentaje de defoliación acumulado en cada muestreo de todos los tratamientos hasta los 75 días.....	33
Figura 9. Defoliación acumulada a los 75 días en los diferentes tratamientos evaluados...	35
Figura 10. Número de pústulas de la roya por hoja, para medir el efecto que presentaron los diferentes tratamientos en el cultivo de café.....	36
Figura 11. Incidencia, severidad, defoliación y numero de pústulas/hoja acumulada a los 75 días provocadas por <i>Hemileia vastatrix</i> , en los tratamientos evaluados.....	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades a realizar.....	47
Anexo 2. Aleatorización de los tratamientos.....	48
Anexo 3. Hoja de toma de datos.....	49
Anexo 4. Análisis de varianza para incidencia a los 30 días.....	51
Anexo 5. Análisis de la Varianza para incidencia a los 60 días.....	51
Anexo 6. Análisis de varianza para incidencia a los 75 días.....	52
Anexo 7. Análisis de varianza para severidad a los 30 días.....	52
Anexo 8. Análisis de varianza para severidad a los 60 días.....	52
Anexo 9. Análisis de varianza para severidad a los 75 días.....	53
Anexo 10. Análisis de varianza para defoliación a los 30 días.....	54
Anexo 11. Análisis de varianza para la defoliación a los 60 días.....	54
Anexo 12. Análisis de varianza para defoliación a los 75 días.....	55
Anexo 13. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 30 días.....	55
Anexo 14. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 30 días.....	56
Anexo 15. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 30 días.....	56
Anexo 16. Temperatura diaria del mes de Junio.....	57
Anexo 17. Temperatura diaria del mes de Julio.....	57
Anexo 18. Temperatura diaria del mes de Agosto.....	58
Anexo 19. Temperatura diaria del mes de Septiembre.....	58
Anexo 20. Precipitación semanal de los meses de Junio a Septiembre.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Incidencia de roya en los diferentes tratamientos evaluados.	27
Tabla 2. Severidad de la roya del café en los diferentes tratamientos evaluados.....	30
Tabla 3. Defoliación de las plantas de café de los diferentes tratamientos evaluados.....	34
Tabla 4 Promedio número de pústulas/hoja por tratamiento durante el ensayo.....	36

Muños Hernández, E. 2013. Efecto de fungicidas químicos sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en café (*Coffea arabica*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras C.A. 70 Pág.

RESUMEN

Con el fin de buscar alternativas para el control de la enfermedad de la roya del café causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, se evaluó el efecto de seis fungicidas químicos. El estudio se realizó en la finca de los Herederos Osorio en las torres, campamento, Olancho entre los meses de junio a septiembre. El área experimental fue un lote de 1,120 M² de café variedad catuai con 560 plantas en el experimento, 20 plantas por parcela en cuatro bloques completamente al azar. Se utilizaron los productos Rímac (1.42 lts/ha), Helcore (200 cc/ha), Propilac 25 EC (0.85 lts/ha), Tacre p-Cu-Nir (643 cc/ha), Funlak (3 lts/ha), Súper cobre (715 cc/ha). Las aplicaciones se realizaron con intervalo de 30 días, haciendo tres aplicaciones, los muestreos se realizaron cada 15 días. En las parcelas tratadas los niveles de incidencia y severidad inicial presentaron porcentajes bajos de roya. El tratamiento Tacre P-Cu-Nir presentó el mejor control de roya permitiendo una incidencia final de 32.02% y una severidad final de 0.85%. En segundo lugar el Propilac que presentó porcentajes bajos de incidencia y severidad de la roya. Durante la investigación la mayor incidencia y severidad lo presentaron los tratamientos a base de cobre los cuales son de contacto, con porcentajes altos al inicio y la final de la investigación, similares al tratamiento sin control. A partir de estos resultados se puede concluir que los mejores tratamientos para ser utilizados por los productores son el Tacre P-Cu-Nir y el Funlak, así como también el Propilac en dependencia de la disponibilidad de los recursos económicos.

I. INTRODUCCION

En Honduras la caficultura tiene una gran importancia económica ya que se ve favorecida en la generación de millones de dólares en divisas de las exportaciones de café que realiza al mercado internacional, además tiene las bondades que permite la participación familiar en las labores de manejo y recolección, también es fuente de empleo ya que más de cien mil familias se dedican a la producción de café generando más de un millón de empleos directos e indirectos lo que significa más del 8% de la generación de empleos del país.

Entre las limitantes que tiene el cultivo, encontramos enfermedades, entre ellas la roya del cafeto es la enfermedad más importante en nuestros cafetales. Esta es causada por el hongo *Hemileia vastatrix* el cual infecta las hojas del cafeto. La infección por este hongo ocasiona la caída prematura de las hojas y, si además, hay ataques por insectos, mala fertilización y condiciones de crecimiento deficientes, los cafetos estarán en un continuo estrés y desbalance lo que afectará negativamente la producción. Las pérdidas totales generadas por el hongo de la roya en Centroamérica en el 2012-2013 sumaron 499.4 millones de dólares, de los que 230 millones se perdieron solo en Honduras, es decir, un 46% del total de las pérdidas de la región (Oirsa 2013).

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

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Determinar la eficiencia de ingredientes fungicidas químicos sintéticos para el control de la roya del café.

2.2. Específicos

- Estimar la eficiencia de los productos fungicidas en estudio para reducir la incidencia y severidad de la roya del café.
- Documentar la prevalencia del hongo en la zona y los factores que están influyendo.
- Analizar la relación beneficio-costos parcial de los fungicidas a evaluar en el control de la roya.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Generalidades del café

El café es originario de Etiopia, específicamente de la provincia de kaffka, es una planta arbustiva, de las regiones tropicales, pertenece el género *Coffea*, son dos de estos que se utilizan en mayor proporción para la preparación de esta bebida en todo el mundo, la más antigua y más difundida es la *Coffea arábica* y la segunda en importancia se conoce como *Coffea canephora*, la bebida del café tiene un agradable sabor y el contenido de cafeína con sus efectos estimulantes hace que sea más aceptada y difundida en un gran número de países (Cavero 2005).

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. 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 (Muschler y Bonnemann, 2004).

Según Fischersworrning y Robkamp (2001), para el buen desarrollo y producción del café se requiere de un microclima fresco, con altitudes de 1,200 a 2,000 msnm, dependiendo de la latitud, con semisombra y suficiente humedad, propiciada por especies arbóreas. Se necesitan, de preferencia, suelos de buen drenaje, profundos, ricos en nutrientes (especialmente potasio y materia orgánica), con textura franca, con el fin de obtener producciones de mejor calidad, se considera como condiciones climáticas ideales para este

cultivo, zonas con temperaturas medias anuales entre 17 °C y 23 °C, precipitaciones medias anuales entre 1,600 y 2,800 mm por año, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días, aunque dichas condiciones parecen no ser limitantes para la producción en algunas zonas, donde se localizan plantaciones de café bajo condiciones más cálidas y con mayor precipitación, con resultados aceptables.

3.2. Importancia del cafeto en Honduras

Según datos proporcionados por Instituto Hondureño del Café la producción promedio anual es de 4.4 millones de sacos de 46 kilogramos con una exportación promedio anual de 3.8 millones de sacos de 46 kg oro y un consumo interno de 500 mil sacos de 46 kilogramos. Se trabajan 280,000 hectáreas de tierra que pertenecen a más de 100,000 familias que están ubicadas en 15 de los 18 departamentos del país (IHCAFE 2009).

Honduras es el segundo país productor de Centroamérica, el 98% del café es cultivado bajo sombra y el 95% de la caficultura está en manos de pequeños productores. Genera más de un millón de empleos directos e indirectos lo que significa más del 8% de la generación de empleos del país. Las exportaciones para la cosecha 2012-2013 alcanzan ya los 4.5 millones de quintales exportados lo que representa en divisas al país más de 640 millones de dólares, acercándose a los 13 mil millones de lempiras que vienen a fortalecer la economía del país (IHCAFE 2013).

El café Hondureño tiene gran aceptación en el mercado internacional y ha ido evolucionando e incursionando día a día en nuevos mercados donde se hace importante que su producción sea de buena calidad para mantener relaciones a largo plazo con compradores muy exigente (B.C.H. 2006).

3.3. Manejo agronómico del cafeto

Es de mucha importancia no solo en el nivel de producción, sino también la calidad y esto depende del manejo agronómico que consiste en diversas actividades realizadas en el campo con el fin de mantener un desarrollo ideal de la plantación. Entre las actividades que se realizan están: el control de malezas, fertilización, control de plagas, enfermedades y manejo de podas entre otras (IHCAFE 1990).

3.4. Factores agroclimáticos

Los factores climáticos, por originarse en la naturaleza, se vuelven incontrolables para el hombre; por lo que querer modificar o atenuar la acción o efecto de alguno de ellos requiere de la ejecución de prácticas que, al final, elevan los costos de producción (Sosa 2001).

Con temperaturas mayores a los 30 °C la planta de café presentará un crecimiento rápido, fructificación temprana, agotamiento prematuro, presencia de la roya del café y en algunos casos, marchitez y, consecuentemente, la muerte de la planta; mantener estos cafetales requiere de programas estrictos de fertilización y de prácticas culturales (Sosa 2001).

La lluvia es un factor muy importante, donde más que la cantidad es la distribución durante el año la que más importa para el desarrollo de la planta del café. Se estima que precipitaciones entre los 1200 y los 2000 mm anuales son las mejores, cantidades superiores a los 3000 mm o menores de los 1000 se observan problemas en el tamaño de grano, el crecimiento de la planta, mayor incidencia de plagas y enfermedades y la calidad de la taza (Sosa 2001). El viento es otro factor que afecta directamente a la planta de café, vientos con velocidad excesiva provocan la caída de hojas y los frutos, daños físicos a hojas y ramas y como consecuencia entrada de enfermedades fungosas; los vientos secos provocan marchitez

y resecamiento de las hojas y brotes jóvenes, deteriorándose el crecimiento debido al desequilibrio hídrico que causa la excesiva transpiración (Sosa 2001).

Al establecer una finca, es muy importante tomar en cuenta la altitud sobre el nivel de mar del terreno, generalmente, las fincas de café deberán establecerse entre los 600 y 1500 msnm alturas por debajo de los 600 msnm se incurre en mayores costos de producción en la incidencia de plagas y enfermedades, así como, una baja calidad de taza. Mayores de 1500 msnm hay un menor desarrollo vegetativo de la planta, maduración tardía y mayor cantidad de enfermedades fungosas (Sosa 2001).

3.5. Manejo de sombra

En los primeros años, debe realizarse una poda a los árboles, para formar un solo tronco de 2 a 4 metros y a partir de allí, la copa necesaria. Posteriormente, debe efectuarse la poda de aclareo o foqueo una vez al año para proyectar suficiente luz y dar una buena distribución de la planta en el cafetal, orientándose a descubrir el centro de la copa. Se deben escoger las ramas que estén a una altura conveniente, una a la par de la otra, alrededor del árbol, eliminando con la poda las que se encuentren sobre o debajo de ésta, o sea, evitar tener sombra sobre sombra. El estrato de ramaje del árbol para sombra debe estar de 2 a 3 metros sobre el nivel superior de los cafetos. Es necesario dejar tocones para retardar el proceso de pudrición de la planta, además servirán como puntos de apoyo que facilitarán la movilización del operador (Ordoñez Sf).

3.6. Fertilización

El principal objetivo del uso de fertilizantes es obtener los rendimientos más altos posibles con el mínimo costo (rendimiento económico máximo). Para que la fertilización sea productiva, rentable y respetuosa del ambiente debe conducirse respondiendo las siguientes

cinco preguntas: 1) ¿Dónde debe aplicarse el fertilizante? 2) ¿Debe hacerse la aplicación? 3) ¿Cuándo es conveniente? 4) ¿Qué producto debe aplicarse? y 5) ¿Cuánto producto aplicar? (Julca 2002).

3.7. Podas

Luego de un número de cosechas variable, la planta entra en un agotamiento productivo que requiere del inicio de la poda. La planta de café presenta dos tipos de crecimiento, uno hacia arriba o vertical llamado ortotrópico y otro hacia los lados denominado plagiotrópico, donde se forman las yemas florales (Heredia 2011).

La altura de la poda puede variar dependiendo del estado de agotamiento que presenta la planta. Se deben dejar todas las bandolas con capacidad productiva por debajo del corte. Existen tres sistemas de podas:

A. Poda Selectiva

Consiste en la selección de las plantas agotadas para realizar la poda en forma selectiva. La altura de poda va a depender del grado de agotamiento.

B. Poda sistemática

De cada 3, 4, 5 calles se poda una totalmente, siguiendo un orden estricto, por lo que se conoce como poda cíclica.

C. Poda total por lote

En este sistema la poda se realiza en lotes completos indistintamente de la extensión del lote o la condición de la planta.

3.8. Roya del cafeto

La roya del cafeto es causada por *Hemileia Vastatrix* Bert et Br. hongo perteneciente a la clase de los basidiomicetos, sub clase hetero basidiomiceto, orden uredinales, familia puccinaceae, la cual incluye también las royas de los cereales.

Berkeley y Brome (1989) describieron el hongo y designaron *Hemileia* al género por la naturaleza media lisa de las espores y nombraron la especie *vastatrix* por la condición devastadora de la enfermedad.

3.8.1. Sintomatología y daño que presentan las plantas afectadas

La enfermedad afecta a las plantas de café mediante la caída prematura de las hojas infectadas, lo cual puede reducir el rendimiento en un 50%. Una epidemia de roya presenta tres fases claramente identificables en procesos denominados policíclicos. Una fase lenta con infección de unas pocas hojas; posteriormente una fase rápida o explosiva y una fase terminal o máxima. Los síntomas corresponden a lesiones cloróticas, inicialmente con decoloración de áreas de la hoja, especialmente hacia los márgenes, donde tiende a acumularse más agua, y posteriormente con gran presencia de urediniosporas del hongo que se reconoce como el polvillo amarillo o naranja ubicado por el envés de la hoja afectada. Los cultivos atacados disminuyen drásticamente su producción porque se afecta la economía energética de la hoja, la cual es responsable de tres procesos vitales (fotosíntesis, respiración y transpiración); al

ser atacada reduce su funcionamiento y puede incluso desprenderse del árbol. A mayor número de hojas enfermas, mayor es el impacto negativo en la producción (Ferreira 2001).

3.8.2. Factores biológicos, físicos y ambientales que facilitan la propagación de la roya del cafeto

La enfermedad es un proceso dinámico, resultante de la interacción entre planta y patógeno, en íntima relación con el medio.

La precipitación y la humedad son factores íntimamente ligados a la temperatura, los cuales deben suceder simultáneamente para ocasionar la epidemia, caso contrario, no hay desarrollo de la enfermedad, el agua es esencial para la dispersión y germinación de las esporas del hongo y la existencia de una epidemia de roya del café requiere de lluvia. Algunas investigaciones han concluido que la dispersión de la roya por el aire es de poca o ninguna importancia y que las salpicaduras de la lluvia son el agente principal, no solamente para la dispersión, sino también para la liberación de esporas (López 2010). Bajo condiciones favorables para la enfermedad (21 a 25°C) la urediniospora germina dentro de las primeras 72 horas, produce síntomas tempranos entre los 12-15 días de infección y genera nuevas urediniosporas en las lesiones en otros 18 a 22 días.

La luminosidad en el cafetal debe ser estudiada bajo diferentes aspectos, primero en cuanto a la sombra, donde el efecto de la luz se relaciona indirectamente con la ocurrencia de la roya. Esto se presenta porque los cafetales sombreados son menos productivos que los cultivos de plena exposición al solar. Una gran producción provoca un disturbio nutricional, lo cual aumenta la predisposición de la planta a la enfermedad. Por otro lado, la luz interna ejerce un efecto directo negativo sobre la germinación inhibiendo el proceso e impidiendo el apareamiento de síntomas en las hojas.

La altitud ejerce un efecto indirecto modificando las condiciones de temperatura y humedad. Estudios realizados han demostrado que la epidemia fue más severa en alturas inferiores a los 1200 msnm, entre los 1800 a 2100 msnm, se han encontrado daños más ligeros, aunque con el cambio climático en los cultivos a alturas de 1200 msnm se han encontrado grandes daños por la enfermedad. El viento es un factor importante en la diseminación de las uredosporas a grandes distancias, así como en la modificación de las condiciones del microclima.

La carga fructífera

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

La cosecha de los frutos

La receptividad (predisposición) del cafeto pareciera incrementarse no solamente en plantas con alta carga fructífera, sino también en una misma planta a medida que se desarrolla el fruto. En México, en el período de marzo de 1988 a abril de 1989 se observó, que el inicio de la enfermedad coincidió con el inicio de la cosecha. Posterior, el crecimiento acelerado de la epidemia ocurrió cuando la cosecha estaba bien establecida. Finalmente la máxima infección se encontró al final de la cosecha. Después de cosecha, la epidemia empezó a declinar (Avelino *et al.* 1991).

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

El inóculo residual

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

3.8.3. Prevención y control de la roya

A. Control genético

La utilización de variedades resistentes es el proceso más eficaz y económico de combatir esta enfermedad. La posibilidad de utilizar variedades resistentes, depende de la disponibilidad del material, de la resistencia a la raza o razas que existen en la región y de sus características culturales, comerciales de productividad y de calidad. Entre las principales variedades de *café arábica* están:

- **Catuaí**

Esta variedad es originaria del Brasil y se trata de un cruzamiento entre las variedades Caturra amarillo y Mundo Novo, dando origen a líneas de Catuaí Rojo y Catuaí Amarillo. Fue introducida al país por el Instituto Hondureño del Café en el año de 1979, procedente de

Guatemala. Los resultados obtenidos en Campamento, Olancho a 700 msnm y Las Lagunas, Marcala, a 1420 msnm, mostraron un buen comportamiento en ambas zonas, lo que permitió su liberación en 1983. La variedad Catuaí se caracteriza principalmente por su porte bajo, menos compacto y más desarrollado que el Caturra, Pacas y Villa Sarchí; su elevado vigor vegetativo, alto potencial productivo, ramificación abundante y entrenudos cortos, precoz para entrar en producción, buena adaptabilidad a diferentes ambientes y excelente comportamiento en zonas de altura. Es susceptible a la roya (Banegas 2009).

- **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 y es susceptible a la roya (Banegas 2009).

- **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 y es susceptible a la roya (Banegas 2009)

- **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).

- **Lempira**

La variedad Lempira proviene del cruce original entre una planta de la variedad Caturra susceptible a la roya (*Hemileia vastatrix*) y el híbrido de Timor con resistencia a la enfermedad, realizado en el Centro de Investigación de la Roya del Cafeto (CIFC) en Oeiras, Portugal (1959), para transmitirle a la variedad Caturra de porte pequeño y buena productividad, los genes de resistencia a la roya, corresponde a las mismas líneas que dieron origen a la variedad IHCAFE-90 (Banegas 2009).

- **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, producción y por su resistencia a la roya (Santacreo 2001).

B. Control cultural

Se recomienda mantener un buen programa nutrimental, reducir la sombra excesiva, para evitar 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, igualmente el manejo de podas en el cultivo de café, es una práctica que estimula el crecimiento de tejido productivo de la planta y elimina parte del inóculo, así como el tejido dañado o muerto por efecto de la roya. Debe ser planificado y realizado de acuerdo a la edad de la plantación, registros de producción, sanidad de tejidos, también es importante considerar la equilibrada fertilización, adaptada al requerimiento de la planta. Los nutrientes ejercen funciones específicas en el metabolismo del cafeto, apoyan el crecimiento y la producción. Manejar adecuadamente la fertilización mejora las condiciones de resistencia del cafeto a enfermedades (Rivillas 2011).

C. Control químico

Si el productor se decide por la alternativa de mantener cultivares altamente productivos, pero susceptibles a la enfermedad, entonces será necesario que haga controles periódicos con agroquímicos.

Los métodos de control de la roya más utilizados son el químico, con generalmente la aplicación de productos a base de cobre. Palma (1990), 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 % (Moreno y Alvarado 2000).

La Industria de la Ciencia de los Cultivos trabaja para incrementar la productividad, y se enfoca integralmente en todos de los componentes del rendimiento del cultivo, como el número de plantas por hectárea, el número de frutos por cada árbol, el peso del fruto y la sostenibilidad del cultivo. Desde esa perspectiva se trabaja con los productores para obtener cafetales sanos que superen las limitantes biológicas, ambientales, socioeconómicas y nutricionales. Se desarrollan fungicidas que inhiben la síntesis de ergosterol en el hongo tales como difenoconazol y hexaconazol, y más recientemente una mezcla entre una estrobilurina con un triazol. También se trabaja en la nutrición del cultivo para mantener un follaje que soporte la capacidad de carga de la planta y que presente mayor resistencia a cualquier agente que genere una condición de estrés (Cenicafé, 2012).

Según trabajos realizados por Suazo *et al.* (1997) en el centro experimental “Las Lagunas”, en el departamento de La Paz, Honduras en donde evaluaron lotes con y sin control químico,

determinaron que en el lote sin control químico, el promedio de incidencia de roya en cuatro años fue de 11.32%, mientras que en lote con control (Oxicloruro de cobre al 50%) con una dosis de 3.5 kg/ha fue de 6.43%. Debe aclararse que los niveles de manifestación de la enfermedad fueron bajos, debido principalmente a las condiciones climáticas de la zona en la que se desarrolló el estudio, considerando que en esta región la temperatura promedio anual es de 18° C, lo que no favorece el potencial de desarrollo de la enfermedad.

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

- **TACRE P-Cu-Nir 32 SC**

Es un fungicida, bactericida, inorgánico, su ingrediente activo es el sulfato de cobre pentahidratado + oxitetraciclina y tiene acción de contacto y sistémica, desnaturaliza las proteínas celulares y desactiva los sistemas enzimáticos de hongos y bacterias, sus componentes permiten que la planta refuerce su sistema inmunológico para prevenir el ataque de hongos fitopatógenos (Bellrod S.F.).

- **RIMAC**

Su ingrediente activo es el propiconazol 25 EC, es un fungicida sistémico que tiene acción protectora y curativa, actúa por medio de la inhibición de la biosíntesis del ergosterol. Este producto es absorbido vía foliar y traslocado acropetamente a través del xilema al resto de la planta (RIMAC S.F.).

- **FUNGLAK 25 SC**

Es un fungicida perfectamente balanceado desde el punto de vista físico-químico. Esta Formulado a base de dos fungicidas protectantes, oxido de cobre y mancozeb, en una suspensión concentrada a base de aceite mineral parafinico. Su amplio espectro de acción como fungicida protectante lo ejerce por contacto, fase gaseosa y fungitoxica.

Mancozeb: es un fungicida protectante (preventivo), cuya acción en varios sitios de la célula fungosa, altera o interrumpe numerosos procesos bioquímicos de naturaleza enzimática, indispensables para la respiración y transporte de energía en las células fungosas, característica que hace prácticamente imposible que los patógenos puedan desarrollar resistencia al fungicidas. Actúa interrumpiendo el ciclo de Krebs y la formación de ATP.

Cobre: es un fungicida protectante (preventivo). Los iones cobre en solución tienen efecto toxico sobre las formas de vida. Luego de que el cobre se deposita en la superficie que se desea proteger, los exudados de los hongos forman quelatos solubles con los iones de cobre, los cuales son absorbidos por el hongo, impiden su reproducción y le causan la muerte (Laquinsa 2012).

- **HELCORE 25 EC**

Es un fungicida sistémico a base de Difenconazole que es absorbido rápidamente por la planta y traslocado acropétalmente. Actúa sobre el crecimiento subcuticular de las hifas en los tejidos afectados. El desarrollo de las conidias así como su virulencia y habilidad también son claramente afectadas.

Detiene el desarrollo de los hongos interfiriendo en la biosíntesis de los esteroides de las membranas celulares del patógeno más específicamente inhibiendo la desmetilación. El modo de acción es de características curativas y erradicantes (HELM S.F).

- **SUPER COBRE PLUS 51 SC**

Fungicida líquido compuesto por sulfato de cobre pentahidratado (solución acuosa) ácido fosfórico en forma de fosfito (no fosfato). Tiene acción de contacto, desnaturaliza las proteínas celulares y desactiva los sistemas enzimáticos del hongo, sus componentes permiten que la planta refuerce su sistema inmunológico para prevenir el ataque de hongos fitopatógenos (Laquinsa 2012).

- **PROPILAQ 25 EC**

Propilaq 25 EC es un fungicida sistémico, preventivo y curativo, a base de propiconazol, que inhibe la biosíntesis del ergosterol en los hongos. El ergosterol es un compuesto importante en la estabilidad de las membranas celulares de los hongos. Ejerce su acción preventiva, curativa y erradicante, en especial sobre las fases iniciales de la enfermedad. Es absorbido rápidamente a través de la cutícula y es transportado en forma acrópeta (de abajo hacia arriba) (Bayer S.F).

IV. MATERIALES Y METODO

4.1. Ubicación del experimento

La investigación se realizó durante los meses de junio a septiembre en la finca de los Herederos Osorio, ubicado en las torres en el municipio de campamento en el departamento de Olancho, en una plantación de tres años de edad a una altura de 1300 msnm y con una precipitación media de 2100 mm, la temperatura mínima es de 18°C, Temperatura máxima 26°C y 70% de humedad relativa.

4.2. Materiales y equipo

Para el presente estudio se utilizó cinta plástica, marcadores indelebles, fungicidas, adherentes, penetrantes, plástico, tablero, libreta de campo, lotes de café con incidencia de la enfermedad, metodología de KUSHALAPPA, bomba de mochila, overol, guantes, peachimetro, grapadora, mascarillas, nilón como cortina, y otros.

4.3. Manejo del experimento

En el experimento se utilizaron siete bombas nuevas para cada producto y se utilizaron exclusivamente para la aplicación de los productos químicos, previo a las aplicaciones se hizo la calibración y después de cada aplicación las bombas fueron lavadas adecuadamente.

4.3.1. Tratamientos evaluados en el ensayo y diseño experimental

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el ensayo

Tratamiento	Primera aplicacion	Segunda aplicacion	Tercera aplicacion
T1	Rimac (Propiconazole 25 EC)	Rimac (Propiconazole 25 EC)	Rimac (Propiconazole 25 EC)
T2	Helcore (Difenoconazole 25 EC)	Helcore (Difenoconazole 25 EC)	Helcore (Difenoconazole 25 EC)
T3	Propilaq 25 EC (propiconazole)	Propilaq 25 EC (propiconazole)	Propilaq 25 EC (propiconazole)
T4	Tacre p-Cu-Nir 32 SC (sulfato de cobre pentahidrico + oxitetraciclina)	Tacre p-Cu-Nir 32 SC (sulfato de cobre pentahidrico + oxitetraciclina)	Tacre p-Cu-Nir 32 SC (sulfato de cobre pentahidrico + oxitetraciclina)
T5	Funlak 25 SC (oxido de cobre + mancozeb)	Funlak 25 SC (oxido de cobre + mancozeb)	Funlak 25 SC (oxido de cobre + mancozeb)
T6	Super cobre plus 51 SC (sulfato de cobre pentahidratado + fosfito)	Super cobre plus 51 SC (sulfato de cobre pentahidratado + fosfito)	Super cobre plus 51 SC (sulfato de cobre pentahidratado + fosfito)
T7	Testigo (aplicación de agua)	Testigo (aplicación de agua)	Testigo (aplicación de agua)

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA), con 4 repeticiones.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \epsilon_{ij} \text{ Para, } i = 1, \dots, k \quad j = 1, \dots, r$$

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 = Número de repeticiones o bloques

k = Número de tratamientos

Cuadro 2. Descripción de los productos fungicidas que se evaluaron

Nº	Productos	Ingrediente activo	Grupo Químico	Dosis/ha
1	RIMAC	Propiconazole 25 EC	triazol	1.42 lts/ha
2	HELCORE	Difenoconazole 25 EC	triazol	280cc/ha
3	PROPILAQ 25 EC	Propiconazole 25 EC	triazol	0.85lts/ha
4	TACRE P-Cu-Nir	sulfato de cobre pentahidrico + oxitetraciclina 32 SC	cuprico	643cc/ha
5	FUNGLAK	oxido de cobre + mancozeb 25 SC	triazol	3 lts/ha
6	SUPER COBRE	sulfato de cobre pentahidratado + fosfito 51 SC	cuprico	715cc/ha

4.3.2. Selección del lote y tamaño de la parcela

Se seleccionó un lote homogéneo con cultivar catuaí, en plena etapa productiva y bajo sombra regulada entre un 20 y 40% y que presente incidencia de roya.

Para el montaje de este ensayo se utilizó una parcela experimental de 20 plantas y como parcela útil las seis plantas centrales. Las seis plantas centrales fueron identificadas (1; 2; 3; 4; 5; 6) y en cada una de ellas se marcaron tres bandolas que eran la primaria (bandola inferior), secundaria (bandola central) y terciaria (bandola superior), cada bandola tenía su cinta que la identifique durante todo el estudio (1; 2, 3). Estas tres bandolas estaban ubicadas de esa manera ya que en la mayoría de las plantas que han sido atacadas anteriormente por la roya han quedado con poco follaje y por lo tanto poca producción de granos de café en la parte media y baja, encontrándose mayor follaje en la parte superior de la planta.

4.3.3. Aplicación de tratamientos

Se hicieron tres aplicaciones a intervalos de 30 días. Los productos no fueron alternados ya que solo se evaluó la eficiencia de cada producto individualmente así como lo recomienda la casa comercial del producto. Para evitar la deriva se utilizó nylon de tres metros de alto y cinco metros de largo a cada lado de la parcela.

Se tomaron los factores que están influyendo en la prevalencia del hongo como ser porcentaje de sombra, temperatura, precipitación, humedad relativa y manejo del cultivo.

4.3.4. Manejo de la parcela seleccionada

Las actividades de manejo que se realizaron en el ensayo experimental durante los meses de junio a septiembre, 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.

4.3.5. Toma de datos

Cada muestreo se realizó antes de las aplicaciones de los diferentes tratamientos y se tomaron de la siguiente manera: se tomó una lectura como referencia para determinar la incidencia y la severidad inicial de la enfermedad, este muestreo se hizo antes de la primera aplicación. Seguidamente se tomaron datos cada 15 días, después de cada aplicación a cada uno de los tratamientos, lo que significa que se hicieron dos muestreos después de cada aplicación.

Se hizo uso de la metodología propuesta por kushalappa (1981) para evaluar la incidencia, la severidad y la defoliación causada por la roya. En cada bandola se realizaron las lecturas a partir de la base, anotando de los lados donde están ubicadas las hojas (izquierda y derecha), para saber cuál lado será izquierdo o derecho, el muestreador se colocó al frente de la bandola al momento de tomar cada lectura, tal como se indica en la figura 2, anotando los datos en formato según el anexo 3.

4.3.6. Variables de respuesta

A. Incidencia

Para evaluar la incidencia de roya se hizo uso del método propuesto por Kushalappa (1981). La ventaja de este método es que permite cuantificar entre mediciones, el recuento de hojas (hojas sanas y enfermas), así como los nudos por bandolas. 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:

$$\text{Incidencia} = \left(\frac{\text{número de hojas con roya}}{\text{número total de hojas}} \right) 100$$



Figura 1. Incidencia de la roya de café

B. Defoliación

Se tomaron lecturas por cada bandola de las hojas presentes y ausentes, de las bandolas previamente identificadas por planta, considerando la sumatoria de las tres bandolas seleccionadas y de las seis plantas útiles de cada tratamiento.

$$\text{Defoliación} = \left(\frac{\text{número de hojas caídas}}{\text{número total de hojas iniciales}} \right) 100$$



Figura 2. Posición de las hojas en la bandola para efectuar la lectura.

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

C. Severidad

Para estimar el porcentaje de área foliar infectado o dañado se utilizó la escala propuesta por Kushalappa y Chaves (1980), la cual permite estimar el área foliar ($1 \text{ a } 100 \text{ cm}^2$) de cada una de las hojas evaluadas y el porcentaje (0 a 100 %) de su área afectada por la roya. Los datos se tomaron de las dos plantas centrales de la parcela útil.

$$\text{Severidad/hoja} = \left(\frac{\text{área de la hoja dañada por la roya}}{\text{área total de la hoja}} \right) 100$$

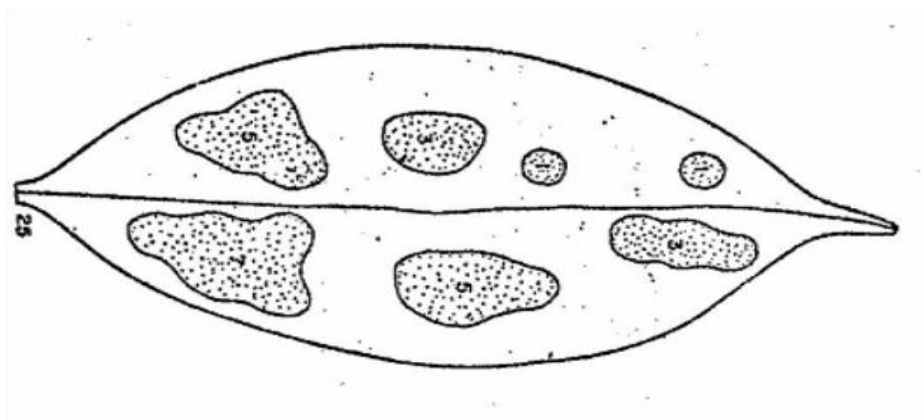


Figura 3. Valores estimados para determinar el área afectada por roya.

Para realizar la estimación del área dañada se tuvo un periodo previo de calibración para hacer el cálculo.

D. Número de pústulas por hoja

En cada muestreo se contabilizó el número de pústulas en cada hoja que presentaba la enfermedad en las tres bandolas marcadas de las seis plantas útiles.

4.3.7. Análisis estadístico

Las variables de respuesta observadas se analizaron con el programa estadístico InfoStat, mediante un análisis de varianza (0.05) y aplicando la prueba de medias de Duncan con un nivel de significancia del 0.05 para la separación de medias.

4.3.8. Estimación de costos

Se determinó el costo de aplicación y de los productos para medir el costo de aplicación de los tratamientos para obtener la relación beneficio – costo.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de junio a septiembre del 2013, en una finca de café que está plantada con la variedad catuai, la cual es una plantación con tres años de edad, se encuentra en buen estado debido al manejo agronómico que se le brinda, con un distanciamiento de siembra de 2x1 m. (5000 plantas/ha), situada a una altura de 1300 msnm con un porcentaje de sombra del 36%, con una precipitación media diaria de 5.75 mm, la temperatura mínima es de 18°C, temperatura máxima 26°C y 70% de humedad relativa.

5.1. Incidencia de roya en café

A través de la incidencia se puede estimar la eficiencia de los productos fungicidas sobre el control de la roya del cafeto. La incidencia promedio inicial en el lote seleccionado fue de 13.1%, esto debido a que hubo presencia de lluvias (Anexo 20) y este es un factor determinante en la incidencia de la roya en las plantas de café.

Según el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) (Anexo 4) no se detectó diferencia estadística significativa entre los tratamientos en el muestreo realizado a los 30 días después de la primera aplicación. El tratamiento que presentó la menor incidencia de roya fue la parcela asperjada con Funglak (T5) con un 22.67%. Esto probablemente se debió a que este fungicida tiene un mecanismo de acción de contacto y sistémica que desnaturaliza las proteínas y desactiva los sistemas enzimáticos del hongo *Hemileia vastatrix*. Este tratamiento se diferenció del testigo que presentó en ese momento un porcentaje de incidencia de 24.45% ya que a este no se le aplicó ningún fungicida (Tabla 1).

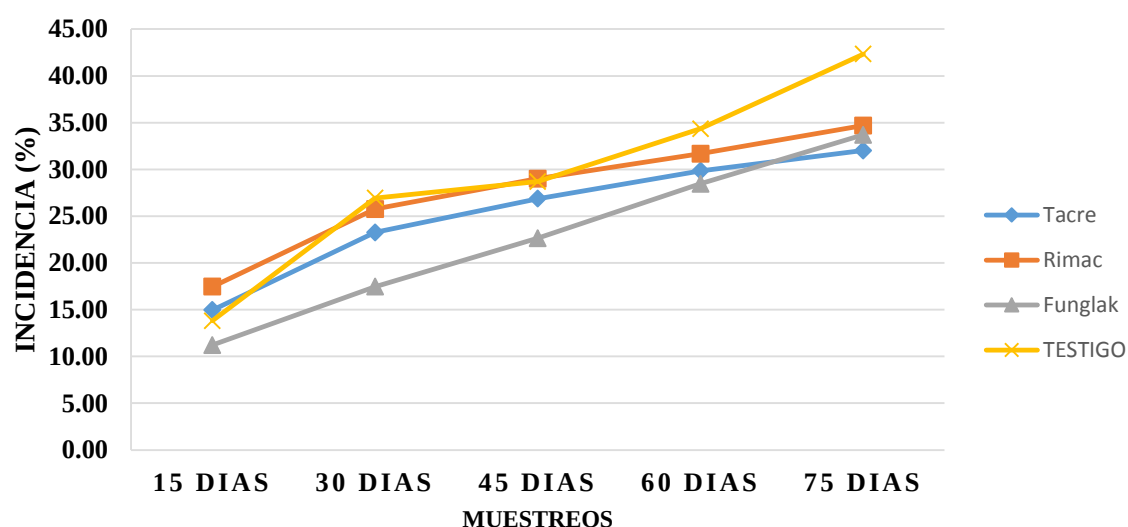


Figura 4. Incidencia por tratamiento durante el tiempo de investigación

Tabla 1. Incidencia de roya en los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamiento	Incidencia (%) 30 días	Tratamiento	Incidencia (%) 60 días	Tratamiento	Incidencia (%) 75 días
Funglak	22.67 A	Funglak	28.87 A	Tacre	32.02 A
Tacre	22.80 A	Tacre	30.17 A	Funglak	33.69 A
Propilaq	23.18 A	Rimac	30.90 A	Rimac	34.69 A
Rimac	23.88 A	Propilaq	33.86 AB	Helcore	37.41 A
Helcore	24.38 A	Helcore	35.77 AB	Propilaq	38.22 A
Testigo	24.45 A	Testigo	40.23 AB	Testigo	42.33 AB
Super Cobre	33.07 A	Super Cobre	45.33 B	Super Cobre	52.87 B

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según Duncan (0.05)

Según el ANAVA (Anexo 5) no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes tratamientos en el muestreo realizado a los 60 días. Pero de acuerdo con la prueba de medias de Duncan si hubo diferencia estadística a los 60 días, la aplicación con Funglak (T5), así como también Tacre P-Cu-Nir (T4) y Rimac fueron los más eficientes en el control de roya con porcentajes de incidencia de 28.87% , 30.17% y 30.90 respectivamente (figura 4 y Tabla 1). Estos tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí,

pero sí se diferenciaron del Testigo que presentó una incidencia de 40.23%. El que menor control realizó fue el Súper Cobre con 45.44%.

Estos resultados pueden deberse a la composición del producto a base de óxido de cobre con la combinación de mancozeb 25 SC, se puede observar en la figura 4 que ejercieron un mejor control en la incidencia de roya ya que mancozeb es un fungicida protectante (preventivo), que actúa en varios sitios de la célula fungosa, altera o interrumpe numerosos procesos bioquímicos de naturaleza enzimática, indispensables para la respiración y transporte de energía en las células fungosas, característica que hace prácticamente imposible que los patógenos puedan desarrollar resistencia al fungicidas. Actúa interrumpiendo el ciclo de Krebs y la formación de ATP.

El cobre es un fungicida protectante (preventivo). Los iones cobre en solución tienen efecto tóxico sobre las formas de vida. Luego de que el cobre se deposita en la superficie que se desea proteger, los exudados de los hongos forman quelatos solubles con los iones de cobre, los cuales son absorbidos por el hongo, impiden su reproducción y le causan la muerte.

Luego de realizar la tercera y última aplicación de cada uno de los tratamientos con el uso de fungicidas sistémicos y de contacto se encontraron diferencias significativas según el ANAVA (Anexo 6), entre los tratamientos a los 75 días, en algunos tratamientos se observaron elevados niveles de incidencia. Según la prueba de medias de Duncan ($p \leq 0.05$) a los 75 días muestra que la aplicación de Tacre P-Cu-Nir (T4) con 32.02%, fue la que ejerció un mayor control sobre la incidencia de roya, diferenciándose estadísticamente del testigo que presentó una elevada incidencia de 42.33% debido a que en este tratamiento no se aplicó ningún control y las condiciones de lluvia y temperatura favorecieron el desarrollo del hongo (Figura 4 y Tabla 1).

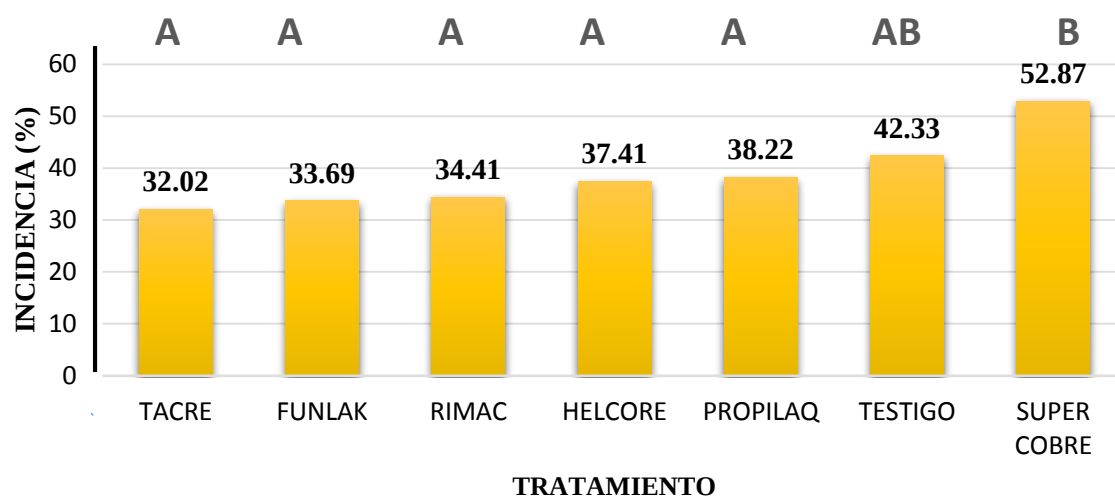


Figura 5. Incidencia de roya acumulada en el muestreo realizado a los 75 días en cada tratamiento.

Realizadas las tres aplicaciones a intervalos de 30 días con fungidas sistémicos y de contacto, en la figura 5 se puede observar el porcentaje de incidencia acumulada a los 75 días, en donde la aplicación de Tacre P-Cu-Nir y Funglak fueron las mejores, diferenciándose de los demás tratamientos evaluados.

5.2. Severidad de roya en café

La severidad se refiere en este caso a la proporción de área foliar dañada por una enfermedad. El porcentaje inicial promedio encontrado en la parcela seleccionada fue de 0.76% que se considera un porcentaje bajo.

Después de la primera aplicación el muestreo realizado a los 30 días según el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) (Anexo 7) no mostro diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos.

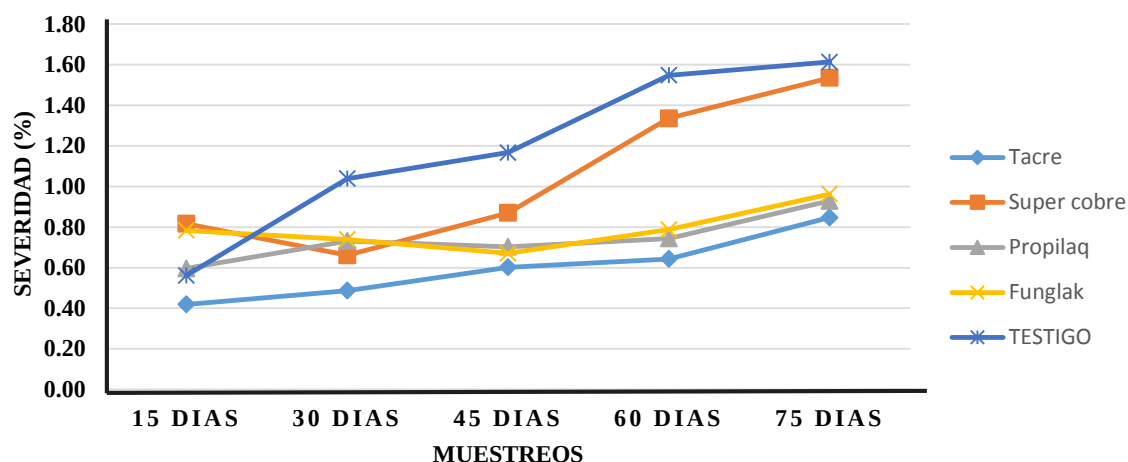


Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre la severidad causada por la roya durante el tiempo de estudio.

Tabla 2. Severidad de la roya del café en los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamiento	Severidad (%) 30 días	Tratamiento	Severidad (%) 60 días	Tratamiento	Severidad (%) 75 días
Tacre	0.49 A	Tacre	0.64 A	Tacre	0.85 A
Super cobre	0.6 A	Propilaq	0.74 A	Propilaq	0.93 A
Propilaq	0.73 A	Funglak	0.79 AB	Funglak	0.96 AB
Funglak	0.74 A	Helcore	0.88 AB	Helcore	1.06 AB
Helcore	0.78 A	Rimac	1.13 AB	Rimac	1.27 AB
Rimac	0.92 A	Super Cobre	1.34 AB	Super Cobre	1.54 AB
Testigo	0.74 A	Testigo	1.55 B	Testigo	1.61 B

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según Duncan (0.05)

Los porcentajes de severidad muestreados a los 30 días después de la primera aplicación fueron bajos en cada uno de los tratamientos evaluados como se observa en la Figura 6, esto se debe a que se inicia el periodo de lluvias (Anexo 20) y el inoculo primario es el que inicia la enfermedad, el cual se encuentra en hojas internas de las bandolas principalmente en los estratos medio y bajo de las plantas, el cual al inicio avanza lentamente con la infección de

unas pocas hojas y aumentando las posibilidades de infección en hojas nuevas. Sin embargo, fue la aplicación de Tacre P-Cu-Nir (T2) la que presentó un menor porcentaje de severidad con un 0.49% (Tabla 2), este producto fue el que mayor control ejerció, diferenciándose del resto de los tratamientos. Esto se puede deber a que este fungicida sistémico, preventivo y curativo, a base de propiconazol, que inhibe la biosíntesis del ergosterol en los hongos. El ergosterol es un compuesto importante en la estabilidad de las membranas celulares de los hongos. Ejerce su acción preventiva, curativa y erradicante, en especial sobre las fases iniciales de la enfermedad. Es absorbido rápidamente a través de la cutícula y es transportado en forma acrópeta (de abajo hacia arriba).

El testigo presentó mayor severidad con 1.4% debido a que no se le hicieron aplicaciones y el hongo pudo avanzar destruyendo el área foliar y las aplicaciones con Rímac 25 EC (T1) con un 0.92% efectuó el menor control de la roya (Tabla 2).

A los 60 días no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 8), siendo la aplicación de Tacre P-Cu-Nir (T2) el que presentó una menor severidad con un 0.64%, diferenciándose estadísticamente del testigo, que mostró un porcentaje de severidad de 1.55% (Figura 6), además las aplicaciones de Propilac (T3), Funglax (T5), fueron los otros dos tratamientos que mostraron bajos porcentajes de severidad de roya con 0.74% y 0.79% respectivamente, a diferencia del resto de los tratamientos (Tabla 2). Estos bajos porcentajes de severidad se deben a que los productos hicieron un buen control en la primera aplicación y esto ayudó a la segunda aplicación a los 30 días para mantener baja la severidad de la enfermedad en las parcelas.

En el muestreo realizado a los 75 días después de la última aplicación de los tratamientos realizada a los 60 días, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Anexo 9). De acuerdo a la prueba de medias de Duncan a los 75 días, indica que las aplicaciones de Tacre P-Cu-Nir (T2) con 0.85%, seguido de la aplicación de Propilac (T3) con 0.93% fueron los que ejercieron un mejor control de la roya, a diferencia del testigo que presentó la mayor severidad con un 1.61% (Figura 7 y Tabla 2).

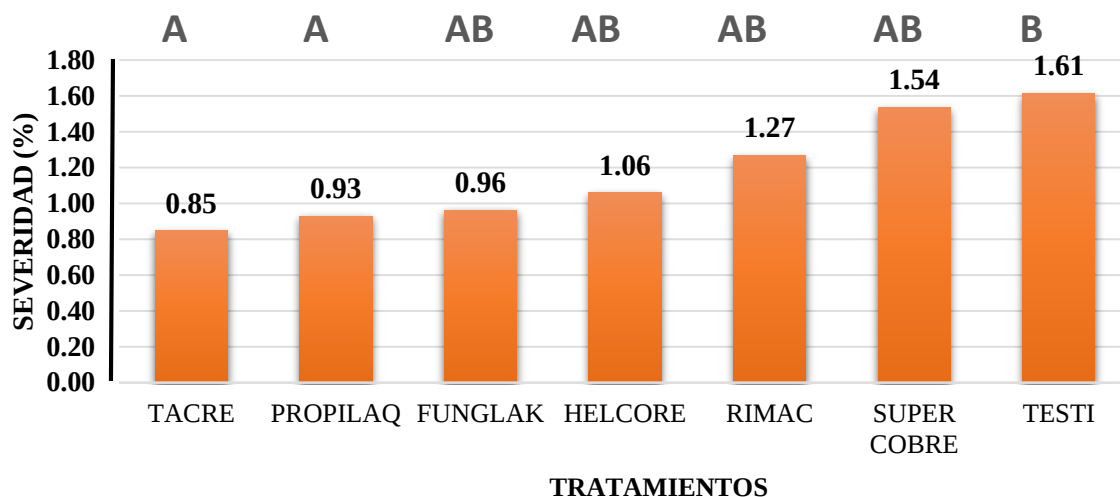


Figura 7. Severidad de roya acumulada en el muestreo realizado a los 75 días en cada tratamiento.

5.3. Defoliación

La defoliación no solo se puede deber al efecto de la roya ya que también existen otros factores como daños mecánicos, otras enfermedades y plagas y también naturalmente por el viento y otros factores. La defoliación se puede asociar con la variable de severidad ya que a una elevada severidad de roya en la hoja esta se caerá.

Según el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) no hubo diferencia estadística significativa en el efecto de los tratamientos evaluado en el muestreo realizado a los 30 días (Anexo 10). Funglak (T5) presentó la menor defoliación, lo cual se puede deber a que este tratamiento presentó bajos porcentajes de incidencia y severidad, además este producto desnaturaliza las proteínas celulares y desactiva los sistemas enzimáticos del hongo, sus componentes permiten que la planta refuerce su sistema inmunológico para prevenir el ataque de hongos. Presento diferencia estadística con respecto al Testigo el cual mostró un 2.37% debido que la incidencia y severidad inicial fueron altas, sin embargo fue la aplicación de Helcore (T2)

el que presentó el mayor porcentaje de defoliación con un 4.15%, lo cual se pudo deber a que el producto no tuvo efecto en control del hongo combinado con factores naturales o mecánicos relacionados con las actividades de manejo de la finca, ya que sus porcentajes tanto de incidencia y severidad de la roya fueron altos a los días después de la primera aplicación, lo que contribuye a que la planta pueda desprender sus hojas (Figura 8 y Tabla 3).

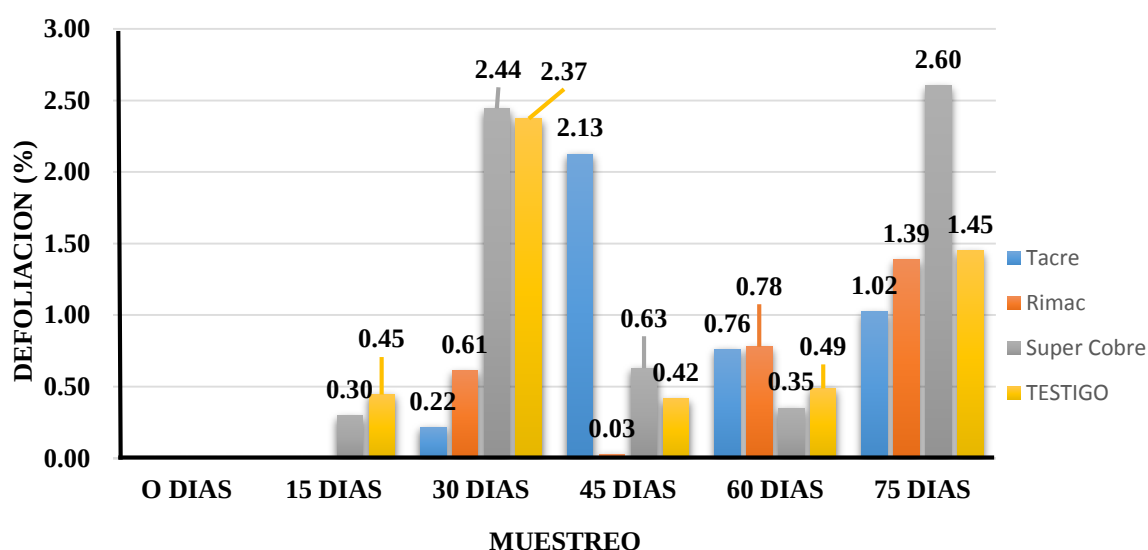


Figura 8. Porcentaje de defoliación acumulado en cada muestreo en todos los tratamientos hasta los 75 días.

Una vez efectuada la segunda aplicación con los diferentes tratamientos en estudio, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 11) a los 60 días. La prueba de medias de Duncan muestra que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados en cuanto a la defoliación, esto se puede deber al aumento de la severidad ya que cuando se pierde el 50% del área foliar por la roya esta se caerá, y también pueden influir factores nutricionales para la pérdida de la hoja. En el tratamiento que menor defoliación hubo fue el Súper Cobre con un 0.35% (Figura 8 y Tabla 3).

Tabla 3. Defoliación de las plantas de café de los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamiento	Defoliación (%) 30 días	Tratamiento	Defoliación (%) 60 días	Tratamiento	Defoliación (%) 75 días
Funglak	0.00 A	Super Cobre	0.35 A	Tacre	1.02 A
Tacre	0.22 AB	Testigo	0.49 A	Rimac	1.39 A
Rimac	0.61 AB	Helcore	0.64 A	Testigo	1.45 A
Propilaq	0.87 AB	Tacre	0.76 A	propilaq	2.38 A
Testigo	2.37 AB	Rimac	0.78 A	Super Cobre	2.60 A
Super Cobre	2.44 AB	Funglak	0.98 A	Funglak	2.92 AB
Helcore	4.15 B	propilq	1.39 B	Helcore	3.99 B

Letras distintas indican diferencia significativa según Duncan (0.05).

A los 75 días después de la tercera aplicación se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 12). La prueba de medias de Duncan indica que a los 75 días los tratamientos presentaron diferencia estadística significativa. El que ejerció un mejor efecto sobre la retención de la hoja por parte de la planta fue el Tacre P-Cu-Nir con un 1.02%, el Helcore alcanzó un porcentaje de defoliación de 3.99%, lo cual se asocia con altos porcentajes de incidencia y severidad que mostró (Tabla 3).

En este caso se puede decir que la defoliación no siempre es un buen indicador del efecto de los fungicidas pues las hojas pueden desprenderse debido a factores ajenos al daño por la roya.

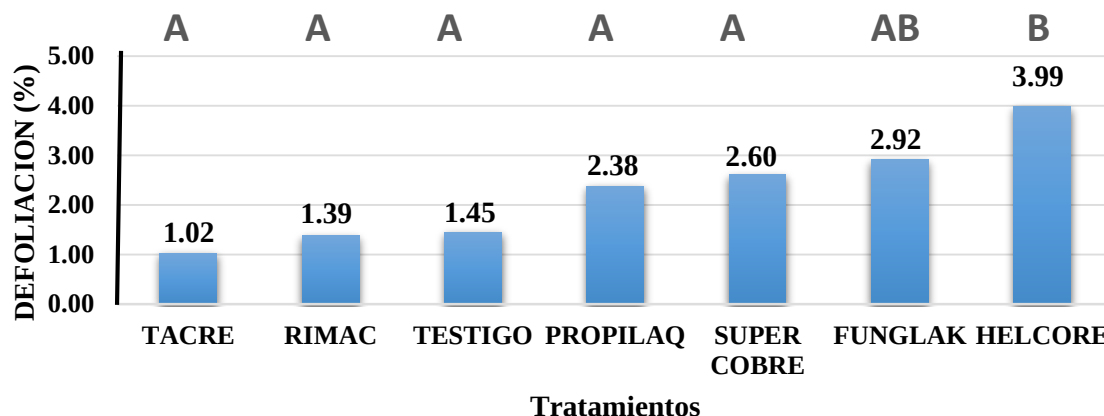


Figura 9. Defoliación acumulada a los 75 días en los diferentes tratamientos evaluados.

5.4. Número de pústulas por hojas

Para medir la efectividad de los productos utilizados se tomó en cuenta esta variable en cada tratamiento, este se realizó contando el número total de pústulas entre el número de hojas infectadas. A los 30 días después de realizada la primera aplicación, de acuerdo con el ANAVA (Anexo 13) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Sin embargo, la aplicación con Tacre P-Cu-Nir (T4) ejerció el mayor efecto, presentando un promedio de pústulas por hoja de 1.65 (Tabla 4), esto posiblemente se debe a que sus componentes permiten que la planta refuerce su sistema inmunológico, e inhibe la germinación de esporas en las hojas y así reduce la aparición de pústulas nuevas. En segundo lugar se ubicó la aplicación con Funglak (T5), presentando un promedio de pústulas por hoja de 2.07. La aplicación con Propilaq (T3) presentó los promedios más altos con 2.96, el testigo mostró el mayor promedio de pústulas por hoja con 3.22 (Tabla 4).

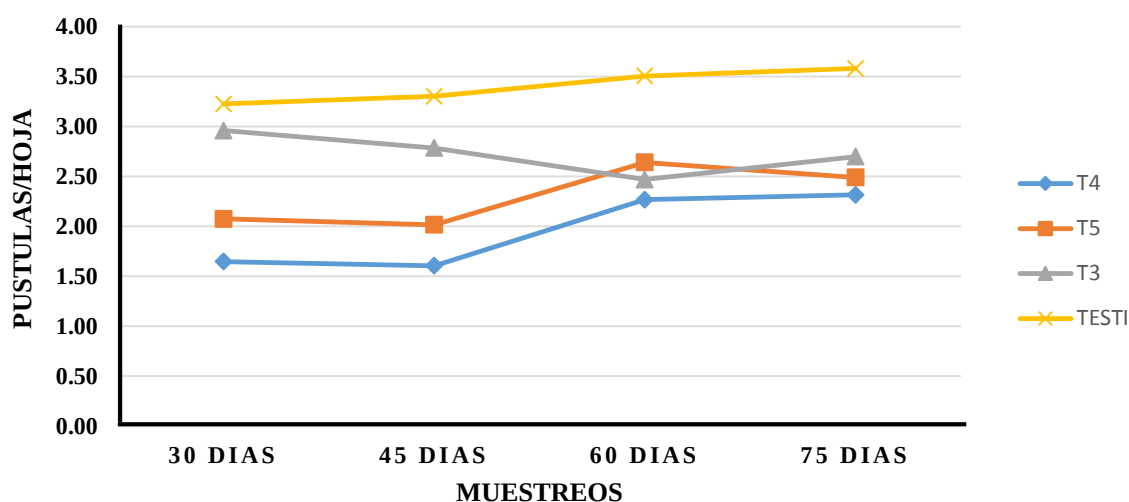


Figura 10. Número de pústulas de la roya por hoja, para medir el efecto que presentaron los diferentes tratamientos en el cultivo de café.

A los 60 días, según el análisis de varianza (Anexo 14) no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, y de acuerdo con la prueba de medias de Duncan la aplicación Tacre P-Cu-Nir (T4) al igual que a los 30 días también ejerció el mayor control, presentando un promedio de 2.27. Esto se debe a que este fungicida mostró menor porcentaje de incidencia y una baja severidad, lo cual se traduce en un menor número de pústulas por hoja. El testigo presentó un promedio de pústulas por hoja de 3.51. Y el tratamiento que menor control efectuó a los 60 días fue el Súper Cobre (T6) con un promedio de 3.25 pústulas/hoja (Tabla 4).

Tabla 4. Promedio de número de pústulas/hoja por tratamiento durante el ensayo

Tratamiento	Pústulas (prom.) 30 días	Tratamiento	Pústulas (prom.) 60 días	Tratamiento	pústulas (prom.) 75 días
Tacre	1.65 A	Tacre	2.27 A	Tacre	2.31 A
Funlak	2.07 A	Propilak	2.47 AB	Funlak	2.49 A
Super Cobre	2.43 AB	Funlak	2.64 AB	Propilak	2.70 A
Rimac	2.86 AB	Rimac	2.67 AB	Rimac	2.83 A
Helcore	2.88 AB	Helcore	2.77 AB	Helcore	2.84 A
Propilak	2.96 AB	Super Cobre	3.25 B	Super Cobre	3.58 A
Testigo	3.22B	Testigo	3.51 B	Testigo	3.85 A

Letras distintas indican diferencia significativa según Duncan (0.05).

A los 75 días fue realizado el último muestreo y la aplicación con Tacre P-Cu-Nir (T4) ejerció el mejor control en el manejo, presentando un promedio de pústulas por hoja de 2.31. Probablemente estos efectos se deben al mecanismo de acción que ejerció el producto ya que este tiene acción de contacto y sistémica y desactiva los procesos enzimáticos del hongo, seguido por la aplicación con Funglak (T5) que ejerció un efecto similar, mostrando un promedio de pústulas por hojas de 2.49, esto se debe a que ejerce una acción preventiva curativa y erradicante, en especial sobre las fases iniciales de la enfermedad. El testigo presentó un promedio de pústulas por hoja de 3.58 lo que se debió a que no se le aplicó fungicida y a las condiciones de temperatura bajas y de lluvias que se presentaron al final del ensayo que favorecieron al hongo.

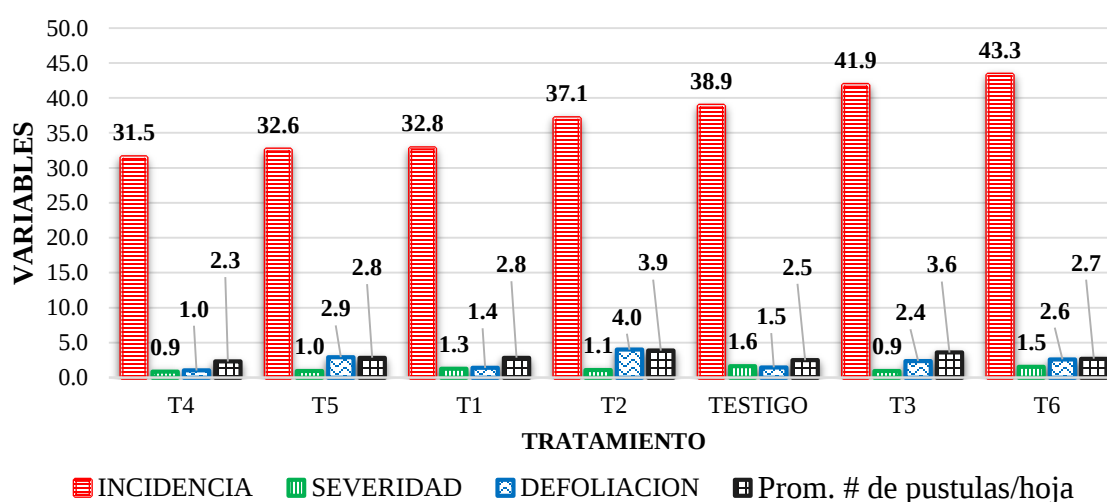


Figura 11. Incidencia, severidad, defoliación y número de pústulas/hoja acumulada a los 75 días provocadas por *Hemileia vastatrix*.

En la figura 11 se puede apreciar la acumulación de las variables evaluadas en el último muestreo, donde el tratamiento que mostró mayor control sobre la incidencia, severidad y defoliación provocada por la roya (*Hemileia vastatrix*) fue el Tacre P-Cu-Nir (T4), a diferencia del testigo donde no hubieron aspersiones, y por consiguiente presentando elevados porcentajes de incidencia, severidad y defoliación. Se aprecia la importancia de aplicaciones de productos químicos que ayuden a controlar o manejar la enfermedad en las

plantas de café acompañadas de buenas prácticas, como de manejo de tejidos, programas de fertilización realizando análisis de suelos, manejo de sombra, control de malezas y por lo menos tres aplicaciones de fungicidas al año en los meses de junio a septiembre con el fin de crear condiciones adversas para el hongo y que el productor pueda lograr la máxima producción en la finca.

5.5. Costos de aplicación de cada fungicida evaluado

Para la realización del análisis de costos se consideró el precio del producto/litro (Lps.) con el propósito de que los pequeños caficultores puedan elegir que producto le conviene utilizar en su finca y que le provea buenos resultados. El valor de los fungicidas en las casas comerciales es el siguiente: Helcore Lps.875 el litro, Rímac 25 EC Lps.900 el litro, Súper Cobre Lps.950 el litro, Funglak Lps.1150 el litro, propilaq Lps.900 el litro, Tacre P-Cu-Nir Lps.1200 el litro, y también se considera la mano de obra Lps.150/jornal y la depreciación del equipo el 5% de los costos fijos.

Cuadro 3. Costo de aplicación de los productos evaluados por hectárea.

No	Tratamientos	Costos fijos/ha	Costos variables/ha	Costo total (Lps.)
1	Helcore	300.00	875.00	1175.00
2	Rímac	300.00	900.00	1200.00
3	Súper Cobre	300.00	950.00	1250.00
4	Propilaq	300.00	900.00	1200.00
5	Funglak	300.00	1150.00	1450.00
6	Tacre P-Cu-Nir	300.00	1200.00	1500.00
7	Testigo	0.00	0.00	0.00

Costos fijos/ha = Mano de obra, depreciación del equipo

Costos variables/ha = Costo de los productos químicos utilizados/ha

Se puede observar que uno de los tratamientos más económicos para el productor son las aplicaciones con Propilac (T5) y Helcore (T2), sin embargo su efectividad en cuanto al control de severidad de la roya no es tan bueno ya que se alcanzan porcentajes de 0.93% y 1.06% de severidad respectivamente, por lo tanto es necesario realizar prácticas culturales y agronómicas de manejo en la finca, buenos programas de fertilizaciones granulares y foliares, basadas en un análisis de suelo, también regulación de sombra y manejo de tejidos, los cuales si se hacen de forma adecuada oportuna y complementadas con tres aplicaciones de cualquiera de estos productos, contribuirán a mantener o disminuir los porcentajes de incidencia y severidad de la roya.

En cambio las aplicaciones de mayor costo son el Tacre P-Cu-Nir (T4) y Funglak (T5), estos productos tienen una mayor eficiencia en cuanto al control de la roya en los cultivos de café pero por su alto costo en el mercado se vuelven poco accesibles para los pequeños productores. Si la condición económica permite adquirirlos y aplicarlos siempre tienen que ir acompañados de las buenas prácticas de fertilización y manejo de tejidos, control de malezas y las aplicaciones en el tiempo debido, para obtener un buen control de la roya y poder obtener la mayor cosecha posible que al final es el objetivo del productor.

VI. CONCLUSIONES

Los fungicidas Tacre P-Cu-Nir, Propilaq y Funglak presentaron la mayor eficiencia en el control de la roya del café logrando reducir significativamente la incidencia y severidad de la enfermedad.

Los fungicidas a base de cobre no presentaron un control eficiente en la reducción del daño que provoca la roya del café (*Hemileia vastatrix*) debido a que estos son de acción preventiva y en este caso la enfermedad estaba bien establecida.

Tacre P-Cu-Nir, Funglak y Propilaq fueron los fungicidas más eficientes y sus costos de aplicación son similares. Dependerá de la situación económica del productor el seleccionar cualquiera de los tres productos.

VII. RECOMENDACIONES

En cuanto al control de la roya del café no solo debe hacerse la aplicación de fungicidas químicos, también se debe realizar un manejo integrado que incluya programas de fertilización basados en un análisis químico de suelo, regulación de sombra, podas, distanciamientos de siembra adecuados.

Se deben realizar al menos tres aplicaciones de fungicidas químicos en un manejo integrado de roya, en los meses de junio a septiembre, empezando las aplicaciones al iniciar las lluvias.

La labor de aplicación de los fungicidas debe hacerla personal capacitado sobre la aplicación de fungicidas en los cafetales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Arguijo. 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>

Avelino. 1991. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra. (En línea) consultado el 10 de junio de 2013. Disponible en: Disponible en: http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/h_vasta.htm.

_____, J; Toledo, J.C; Medina, B. 1993. Développement de la rouille orangée (*Hemileia vastatrix*) dans une plantation du Sud-Ouest du Guatemala et évaluation des dégâts qu'elle provoque. In 15 Colloque Scientifique International sur le café, Montpellier, France, 6-11 juin 1993. France, ASIC. p 293 - 302.

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.

Barva. 2011. Guía técnica para el cultivo de café. (En línea). Consultado el 30 de mayo del 2013. Disponible en: www.cidicco.hn/archivospdf/Boletin9.pdf

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

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.

Fischersworring, B; Rosskamp R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Lima Perú. 153 p.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) 2001. Condiciones socioeconómicas productores 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

_____. 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

_____. 2005. Cultivo de café. (En línea) consultado el 30 de mayo del 2013. Disponible en: api.ning.com/files/...8.../ManejoFitosanitarioenelcultivodeCafok.pdf

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. 2012. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/julca_1161158907484.pdf

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

López. 2010. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café. (En línea). Consultado el 9 de junio de 2013. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/julca_1161158907484.pdf.

Oirsa. 2013. Roya estrategia nacional. (En línea). Consultado el 5 de mayo del 2013. Disponibles en:

http://www.croplifela.org/index.php?option=com_content&view=article&id=308%3Aroya-del-cafeto-hemileia-vastratrix&catid=28%3Acontenidos-abc-&lang=es.pdf

Ordoñez. SF. Manejo de sombra en los cafetales. (En línea). Consultado el 10 de junio del 2013. Disponible en: www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload...28.Pdf.

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café). 2006. Condiciones agroecológicas del cafeto. ELSAV (En línea). Consultado el 23 mar. 2012. Disponible en: <http://www.procafe.com.sv/menu/Generalidades/CondicionesAgroecologicas.htm>.

Rivillas. 2012. Defoliación severa ocasionada por la roya del cafeto (en línea) consultado el 10 mayo del 2013. Disponible en: www.cidicco.hn/archivospdf/Boletin9.pdf

_____. 2012. Urediniospora de *Hemileia vastatrix*. (En línea). Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view/CondicionesSocioeconomicas.pdf

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

Sosa. 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.

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

Subero. La roya del cafeto (En línea) consultado el 30 de mayo del 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+Cierre+2008_2009.pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades a realizadas

ACTIVIDADES	SEMANA	MES															
		JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBR			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección de parcela																	
Manejo de tejido																	
Regulación de sombra																	
Marcación de ensayo																	
Aplicación de tratamientos																	
Toma de lecturas																	
Monitoreo de T° y PP																	
Entrega de datos tabulados																	
Análisis de resultados																	

Anexo 2. Croquis de campo del ensayo.

bloque							
1	101 T2	102 T6	103 TESTIGO	104 T4	105 T1	106 T3	107 T5
2	207 TESTIGO	206 T3	205 T6	204 T2	203 T4	202 T1	201 T5
3	301 T4	302 T5	303 T2	304 T6	305 T3	306 TESTIGO	307 T1
4	407 T3	406 T1	405 T5	404 T2	403 TESTIGO	402 T4	401 T6

Simbología de los tratamientos

T1	RIMAC
T2	HELCORE
T3	PROPILAQ
T4	TACRE P-Cu-Nir
T5	FUNGLAK
T6	SUPER COBRE
Tt	TESTIGO

Anexo 3. Hoja de toma de datos

Tratamiento N° _____ Repetición N° _____ Fecha _____

Muestreador _____

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	D
		Severidad																
		Incidencia Defoliación																
	2	Severidad																
		Incidencia Defoliación																
	3	Severidad																
		Incidencia Defoliación																
	2	1	Severidad															
			Incidencia Defoliación															
2		Severidad																
		Incidencia Defoliación																
3		Severidad																
		Incidencia Defoliación																
3	1	Severidad																
		Incidencia Defoliación																
	2	Severidad																
		Incidencia Defoliación																
	3	Severidad																
		Incidencia Defoliación																

Planta	Bandola	Nudos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
4	1	Hoja	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	2	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	3	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
5	1	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	2	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	3	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
6	1	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	2	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	
	3	Defoliación																	
		Severidad																	
		Incidencia																	

Anexo 4. Análisis de la varianza para la incidencia a los 30 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% incidencia	28	0.34	0.01	28.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	474.92	9	52.77	1.03	0.4532
bloque	152.17	3	50.72	0.99	0.4191
tratamiento	322.75	6	53.79	1.05	0.4261
Error	920.82	18	51.16		
Total	1395.74	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 51.1569 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	22.67	4	3.58 A
T4	22.80	4	3.58 A
T3	23.18	4	3.58 A
T1	23.88	4	3.58 A
T2	24.38	4	3.58 A
TESTI	24.45	4	3.58 A
T6	33.07	4	3.58 A

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

Anexo 5. Análisis de la varianza para incidencia a los 60 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% incidencia	28	0.54	0.31	21.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1243.65	9	138.18	2.35	0.0585
bloque	388.93	3	129.64	2.21	0.1224
tratamiento	854.72	6	142.45	2.43	0.0678
Error	1057.28	18	58.74		
Total	2300.93	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 58.7378 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	28.87	4	3.83 A
T4	30.17	4	3.83 A
T2	30.90	4	3.83 A
T3	33.86	4	3.83 A B
T1	35.77	4	3.83 A B
TESTI	40.23	4	3.83 A B
T6	45.33	4	3.83 B

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

Anexo 6. Análisis de la varianza para incidencia a los 75 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% incidencia	28	0.56	0.34	22.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1679.52	9	186.61	2.56	0.0430
bloque	461.53	3	153.84	2.11	0.1348
tratamiento	1217.99	6	203.00	2.78	0.0429
Error	1313.22	18	72.96		
Total	2992.74	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 72.9565 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	32.02	4	4.27	A
T5	33.69	4	4.27	A
T1	34.35	4	4.27	A
T2	37.41	4	4.27	A
T3	38.22	4	4.27	A
TESTI	42.33	4	4.27	A B
T6	52.87	4	4.27	B

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

Anexo 7. Análisis de la varianza para severidad a los 30 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ % SEVERIDAD	28	0.39	0.09	22.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.47	9	0.05	1.30	0.3025
bloque	0.05	3	0.02	0.43	0.7363
tratamiento	0.42	6	0.07	1.74	0.1696
Error	0.72	18	0.04		
Total	1.19	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0399 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0.74	4	0.10	A
T3	0.76	4	0.10	A
T5	0.81	4	0.10	A
T2	0.85	4	0.10	A
T6	0.94	4	0.10	A
T1	1.03	4	0.10	A
TESTI	1.08	4	0.10	A

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

Anexo 8. Análisis de la varianza para severidad a los 60 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ % SEVERIDAD	28	0.46	0.19	21.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.75	9	0.08	1.72	0.1574
bloque	0.24	3	0.08	1.67	0.2092
tratamiento	0.51	6	0.08	1.74	0.1689
Error	0.87	18	0.05		
Total	1.62	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0484 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0.85	4	0.11	A
T3	0.93	4	0.11	A B
T5	0.96	4	0.11	A B
T2	0.97	4	0.11	A B
T1	1.11	4	0.11	A B
T6	1.11	4	0.11	A B
TESTI	1.28	4	0.11	B

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

Anexo 9. Análisis de la varianza para severidad a los 75 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ % SEVERIDAD	28	0.42	0.13	17.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.48	9	0.05	1.46	0.2352
bloque	0.08	3	0.03	0.73	0.5479
tratamiento	0.40	6	0.07	1.83	0.1499
Error	0.65	18	0.04		
Total	1.13	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0362 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0.97	4	0.10	A
T3	0.98	4	0.10	A
T5	1.04	4	0.10	A B
T2	1.05	4	0.10	A B
T1	1.17	4	0.10	A B
T6	1.19	4	0.10	A B
TESTI	1.32	4	0.10	B

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

Anexo 10. Análisis de la varianza para defoliación a los 30 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ % defoliacion	28	0.48	0.23	17.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.77	9	0.09	1.88	0.1221
bloque	0.40	3	0.13	2.89	0.0638
tratamiento	0.38	6	0.06	1.37	0.2796
Error	0.82	18	0.05		
Total	1.60	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0458 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	1.03	4	0.11 A
T4	1.21	4	0.11 A B
T1	1.21	4	0.11 A B
T3	1.23	4	0.11 A B
TESTI	1.26	4	0.11 A B
T6	1.28	4	0.11 A B
T2	1.45	4	0.11 B

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

Anexo 11. Análisis de la varianza para defoliación a los 60 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% defoliacion	28	0.55	0.32	33.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.22	9	0.69	2.44	0.0510
bloque	0.45	3	0.15	0.53	0.6684
tratamiento	5.77	6	0.96	3.40	0.0202
Error	5.09	18	0.28		
Total	11.31	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2828 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	1.20	4	0.27 A
TESTI	1.35	4	0.27 A
T2	1.35	4	0.27 A
T4	1.38	4	0.27 A
T1	1.40	4	0.27 A
T5	1.65	4	0.27 A
T3	2.64	4	0.27 B

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

Anexo 12. Análisis de la varianza para defoliación a los 75 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% defoliacion	28	0.61	0.42	22.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.95	9	0.55	3.19	0.0174
bloque	0.95	3	0.32	1.82	0.1788
tratamiento	4.01	6	0.67	3.87	0.0118
Error	3.11	18	0.17		
Total	8.06	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1727 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	1.52	4	0.21	A
T1	1.61	4	0.21	A
TESTI	1.65	4	0.21	A
T3	1.69	4	0.21	A
T6	1.82	4	0.21	A
T5	2.13	4	0.21	A B
T2	2.68	4	0.21	B

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

Anexo 13. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 30 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ pustulas	28	0.44	0.16	21.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.63	9	0.18	1.57	0.1980
bloque	0.16	3	0.05	0.47	0.7090
tratamiento	1.47	6	0.25	2.12	0.1008
Error	2.08	18	0.12		
Total	3.72	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1156 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	1.45	4	0.17	A
T5	2.05	4	0.17	A
T6	2.18	4	0.17	A B
T1	2.43	4	0.17	A B
T2	2.39	4	0.17	A B
T3	2.46	4	0.17	A B
TESTI	3.01	4	0.17	B

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

Anexo 14. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 60 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ_pustulas	28	0.45	0.17	20.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.65	9	0.18	1.63	0.1812
bloque	0.66	3	0.22	1.96	0.1568
tratamiento	0.99	6	0.17	1.46	0.2463
Error	2.03	18	0.11		
Total	3.68	27			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1128 gl: 18

tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	2.26	4	0.17 A
T3	2.47	4	0.17 A B
T5	2.61	4	0.17 A B
T1	2.63	4	0.17 A B
T2	2.68	4	0.17 A B
T6	2.85	4	0.17 B
TESTI	2.86	4	0.17 B

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

Anexo 15. Análisis de la varianza para promedio de número de pústulas/hoja 75 días.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ_pustulas	28	0.39	0.08	19.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.28	9	0.14	1.27	0.3160
bloque	0.65	3	0.22	1.94	0.1589
tratamiento	0.63	6	0.11	0.94	0.4928
Error	2.02	18	0.11		
Total	3.30	27			

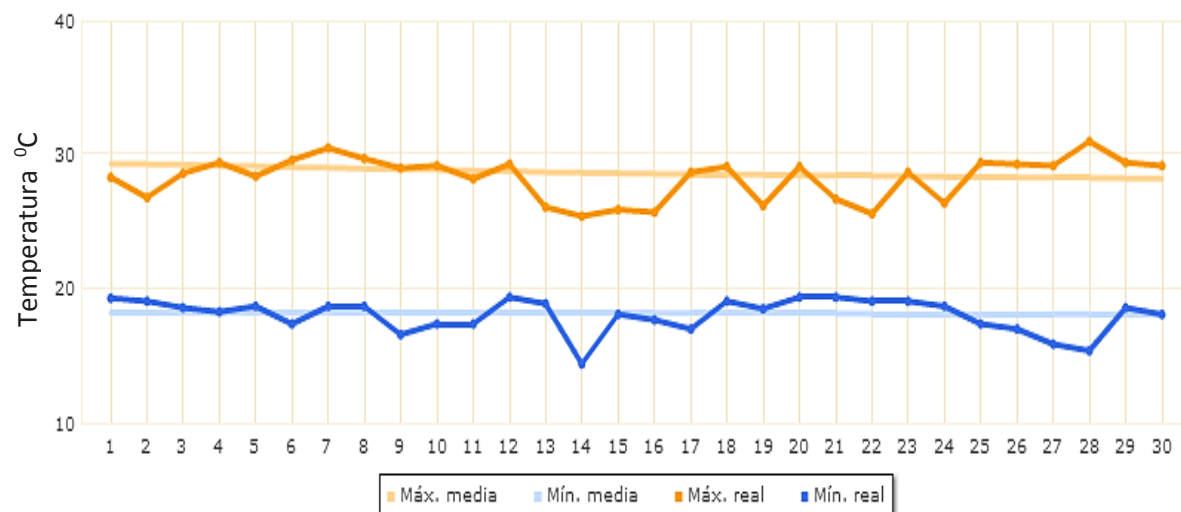
Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.2849 gl: 18

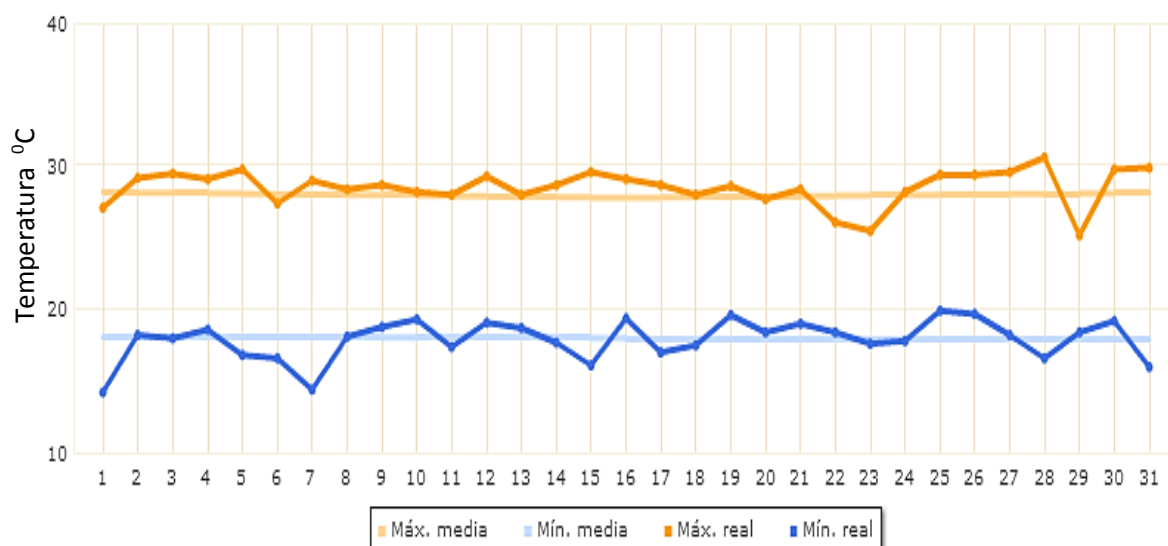
tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	2.27	4	0.57 A
T5	2.43	4	0.57 A
T3	2.66	4	0.57 A
T1	2.81	4	0.57 A
T2	2.80	4	0.57 A
T6	3.55	4	0.57 A
TESTI	3.77	4	0.57 A

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

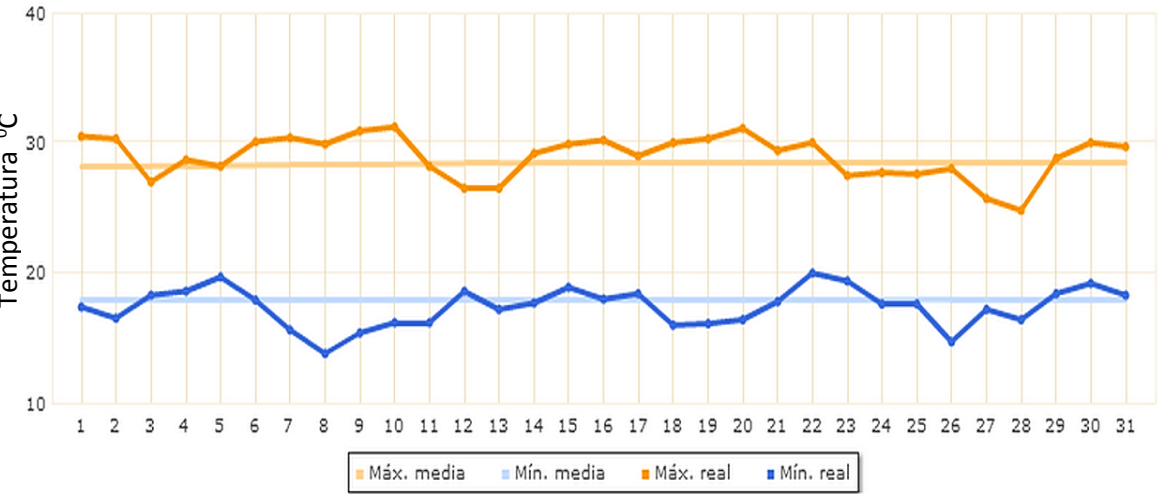
Anexo 16. Temperatura diaria del mes de Junio.



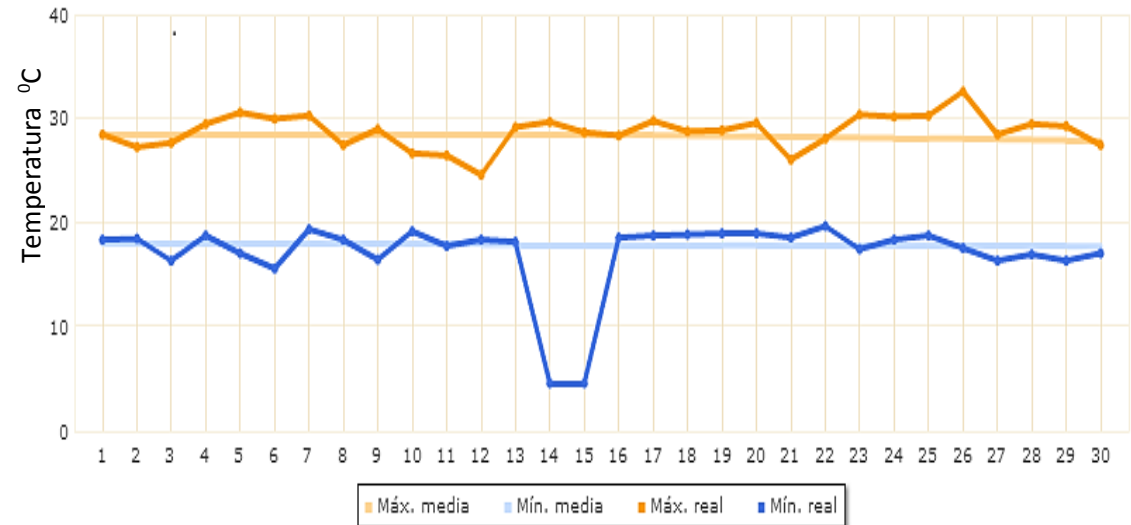
Anexo 17. Temperatura diaria del mes de Julio.



Anexo 18. Temperatura diaria del mes de Agosto.



Anexo 19. Temperatura diaria del mes de Septiembre.



Anexo 20. Precipitación semanal de los meses de Junio a Septiembre.

