UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE TRES INTERVALOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIAR EN COMBINACIÓN CON TRES FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *OJO DE GALLO* (*Mycena citricolor)* EN EL CULTIVO DE CAFÉ, OLOPA, CHIQUIMULA, 2018

RICARDO JOSÉ GUEVARA PAZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE TRES INTERVALOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIAR EN COMBINACIÓN CON TRES FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *OJO DE GALLO* (*Mycena citricolor)* EN EL CULTIVO DE CAFÉ, OLOPA, CHIQUIMULA, 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

RICARDO JOSÉ GUEVARA PAZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

RECTOR
M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Inga. Evelin Dee Dee Sumalé Arenas
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda
Secretario:	Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto
Vocal:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso

TERNA EVALUADORA

Ing. Agr. José Angel Urzúa Duarte
Ing. Agr. Edgar Antonio García Zeceña
Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya

Guatemala, mayo de 2019

Señores:
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad Chiquimula

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE TRES INTERVALOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIAR EN COMBINACIÓN CON TRES FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *OJO DE GALLO* (*Mycena citricolor*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ, OLOPA, CHIQUIMULA, 2018** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, en el grado académico de Licenciado.

En espera que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ricardo José Guevara Paz
Carné 2007 42868

REF-PTG- JLOA-02-2019
Chiquimula, febrero de 2019

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable Ingeniero Coy:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación -PTG- de la Carrera de Agronomía, para asesorar al estudiante, Ricardo José Guevara Paz carné: 200742868, en el trabajo de investigación denominado: **"EVALUACIÓN DE TRES INTERVALOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIAR EN CONVINACIÓN CON TRES PRODUCTOS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE OJO DE GALLO *(Mycena citricolor)* EN EL CULTIVO DE CAFÉ, OLOPA, CHIQUIMULA.** Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MSc. José Leonidas Ortega Alvarado
Asesor Principal

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CHIQUIMULA AGRONOMIA

cc. Archivo

CUNORI
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

D-TG-A-055/2019

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **RICARDO JOSÉ GUEVARA PAZ** titulado **"EVALUACIÓN DE TRES INTERVALOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIAR EN COMBINACIÓN CON TRES PRODUCTOS FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE OJO DE GALLO *(Mycena citricolor)* EN EL CULTIVO DE CAFÉ, OLOPA, CHIQUIMULA, 2018"**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera Agronomía. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Ingeniero Agrónomo.**

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a dos de mayo de dos mil diecinueve.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
DIRECTOR
CUNORI – USAC

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Oriente
Chiquimula
Dirección

c.c. Archivo
EFCC/ars

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por darme la oportunidad de hacer posible este triunfo, a Ti sea la honra y gloria. Quien por su eterno amor, misericordia y bondad, me da la sabiduría y la vida para poder completar una meta más en mi vida.
A MI ESPOSA	**Rosselyn Argueta de Guevara**, gracias por tu amor y apoyo incondicional, en el proceso de mi formación profesional y motivarme para alcanzar todas mis metas.
A MIS HIJOS	**Heisy Alessandra Guevara Argueta y Ricardo André Guevara Argueta**, por su amor, paciencia y comprensión, por ser la luz de mi vida, la razón que me alienta a seguir adelante cada día. Que este triunfo sea un ejemplo a seguir y superar.
A MIS PADRES	**Oscar Humberto Guevara Auxume y Sonia Dalila Paz Quintana de Guevara**, por su amor, y por ser mis intercesores ante nuestro Dios. En honor a ustedes.
A MIS HERMANOS	**Oscar Augusto Guevara Paz y Melvin René Guevara Paz** por su apoyo incondicional y amor que siempre me han brindado en todo momento.
A MIS SUEGROS Y CUÑADOS	**Lesther Argueta, Sandra de Argueta, Lesther Mark y Nathaly Argueta** por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de ustedes.
A MIS FAMILIARES EN GENERAL	Por el apoyo moral y espiritual, en el transcurso de mi desempeño profesional. Este triunfo es también de ustedes.

A LA CARRERA DE AGRONOMÍA	Por el apoyo brindado en todo el proceso de estudios y formación a los largo de mis años de estudio, para la realización del presente trabajo de investigación.
A MIS ASESORES	**Ing. Agr. Leonidas Ortega, Ing. Agr. Hugo Elías,** por su acompañamiento en la elaboración del presente documento de investigación.
A MIS CATEDRÁTICOS	Por compartir sus conocimientos, pero sobre todo por su cariño y amistad. Por contribuir a pulir este diamante. en una de las mejores carreras del país Agronomía.
A MIS COMPAÑEROS	Por su amistad y apoyo brindado durante estos años de formación profesional, por cada vivencia compartida.
A MIS AMIGOS	Mi cariño y mi respeto, muchas gracias por todos los momentos vividos y su sincera amistad, los llevo en mi mente y mi corazón, siempre cuenten con mi persona a sus servicios.
PERSONAL EN GENERAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI	Por todos los años y vivencias compartidas dentro y fuera de dicho establecimiento. Así como por su cariño, servicio y amistad.
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	En especial al Centro Universitario de Oriente CUNORI, por ser la casa de estudios donde me forme profesionalmente. Por enseñarme la realidad y motivarme a luchar por un mejor país. Soy y seré orgullosamente un sancarlista de corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa e hijos, por llenar mi vida de alegría y felicidad. Los amo.

A mis abuelos José Ricardo Guevara Peraza (Q.E.P.D), Reyna Auxume Auxume (Q.E.P.D), Augusto Paz Roque (Q.E.P.D) y María Antonia Quintana López por su amor incondicional, y por ser mis intercesores ante nuestro Dios.

A mis padres, por su amor, apoyo y confianza en todo momento. Los Amo.

A personas muy especiales que ya no están entre nosotros, pero que dejaron huella en mi vida, a través de sus sabios consejos, motivación y apoyo incondicional Tío Salvador Guevara (Q.E.P.D), Tía Dalila Guevara (Q.E.P.D), Tía Nury Elías de Guevara (Q.E.P.D), Tío Edgar Pazos (Q.E.P.D). Quienes siempre estuvieron al pendiente de mí, y la de los demás. Hasta el cielo un saludo a mis abuelos y tíos.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁGINA**

1. INTRODUCCIÓN 01
2. MARCO CONCEPTUAL 02
2.1 ANTECEDENTES 02
2.1.1 Epidemiología de la enfermedad *Ojo de gallo* en café, causada por el hongo *M. citricolor* en el área centro occidental de Guatemala 02
2.1.2 Evaluación de la eficiencia de especies de *Trichoderma spp* en el control de *Ojo de gallo* en café, en la provincia de La Convención 04
2.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA 05
2.3 JUSTIFICACIÓN 06
3. MARCO TEÓRICO 08
3.1 CAFÉ VARIEDAD CATIMOR 08
3.2 *OJO DE GALLO* EN EL CULTIVO DE CAFÉ 08
3.3 TAXONOMÍA DE LA ENFERMEDAD *OJO DE GALLO* 09
3.4 CARACTERÍSTICAS Y EFECTO DE *OJO DE GALLO* EN CAFÉ 09
3.5 CICLO DE VIDA DE *OJO DE GALLO* 11
3.6 MANEJO DE LA ENFERMEDAD *OJO DE GALLO* EN CAFÉ 12
3.7 FITOPATOMETRÍA 14
3.8 DESCRIPCIÓN DEL EXTRACTO DE ORÉGANO 15
3.8.1 Descripción de la planta 15
3.8.2 Especies de *Lippia* en Guatemala 16
3.8.3 Usos como fungicida 16
3.8.4 Compuesto fenólicos presentes en el orégano 16
3.9 SILVACUR COMBI® 17
3.10 ROCKY® Activador enzimático 18
4. MARCO REFERENCIAL 19
4.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL 19
4.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA 20
4.3 SUELOS 20

5. MARCO METODOLÓGICO 21
5.1 OBJETIVOS 21
5.1.1 General 21
5.1.2 Específicos 21
5.2 HIPÓTESIS 21
5.3 MATERIAL EXPERIMENTAL 22
5.4 TRATAMIENTOS 22
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL 23
5.6 UNIDAD EXPERIMENTAL 23
5.7 CROQUIS DE CAMPO 24
5.8 VARIABLES DE RESPUESTA 24
5.8.1 Determinación de la incidencia de *Ojo de gallo* 24
5.8.2 Determinación de la severidad de *Ojo de gallo* 25
5.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO 27
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 27
6.1 INCIDENCIA DE *OJO DE GALLO* 26
6.2 SEVERIDAD DE *OJO DE GALLO* 29
6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO 32
7. CONCLUSIONES 34
8. RECOMENDACIONES 35
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro **Página**

1. Intervalos de aplicación de fertilizante foliar con diferentes tipos de fungicidas para el control de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, variedad Catimor. 22

2. Tratamientos evaluados para el control de *Ojo de gallo*, Olopa, Chiquimula, 2018. 22

3. Porcentajes de incidencia de *Ojo de gallo* en el cultivo de café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018. 27

4. Análisis de varianza sobre la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018. 28

5. Prueba de medias de LSD de Fisher sobre la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, 2018. 28

6. Porcentajes obtenidos sobre la severidad de *Ojo de gallo* en el cultivo de café con diferentes intervalos aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018. 29

7. Análisis de varianza sobre la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018. 30

8. Prueba de medias de Fisher sobre la severidad (FACTOR A) de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación, Olopa, Chiquimula, 2018. 30

9. Prueba de medias de Fisher sobre la severidad (FACTOR B) de *Ojo de gallo* en café con diferentes métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018. 30

10. Relación entre el porcentaje de severidad y pérdidas en el rendimiento en el cultivo de café, por daños a causa de la enfermedad *Ojo de gallo*, Olopa, Chiquimula 2018. 32

11. Costo de aplicación de los tratamientos para el control de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, Olopa, Chiquimula 2018. 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Escala de severidad del *Ojo de gallo* en café.	12
2.	Ubicación geográfica de la parcela experimental, Olopa, Chiquimula, 2018.	19
3.	Croquis de campo del ensayo experimental.	24
4.	Clasificación de los grados de severidad de *Ojo de gallo* en café.	25
5.	Comportamiento de la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, 2018.	27
6.	Comportamiento de la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, 2018.	29
7.	Relación entre los costos de manejo de los tratamientos y el control de la severidad de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, Olopa, 2018.	33

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades causadas por hongos limitan la productividad del cultivo de café. En el oriente de Guatemala, su control de forma preventiva y curativa es de importancia dentro del plan de manejo. Según ANACAFÉ citado por Díaz (2014) se recomiendan de tres a cuadro aplicaciones de productos fungicidas para romper el ciclo biológico de la mayoría de los hongos. En Guatemala, determinaron que, cuando la enfermedad es severa, las disminuciones en rendimiento ocurren desde el primer año de la epidemia, lo cual se puede considerar como pérdidas primarias. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que la enfermedad afecta también los frutos, provocando su caída. Por otra parte, la defoliación causada por la enfermedad induce una pérdida secundaria, en la cual los efectos se observan sobre la producción del siguiente año (ANACAFÉ, 2016).

En el departamento de Chiquimula, específicamente en el municipio de Olopa, se han establecido áreas dedicadas a la caficultura, que permiten generar empleo a las comunidades aledañas, a través de la ejecución de actividades de manejo, además de representar ingresos a los caficultores por la comercialización de la cosecha; lo que evidencia la importancia del cultivo en el territorio (SEGEPLAN, 2010).

En función de lo anterior, se ha identificado que en el municipio de Olopa, la enfermedad *Ojo de gallo* se presenta en la mayoría de fincas de café. Recientemente se ha detectado que su daño persiste durante un tiempo prolongado cubriendo cada vez mayores áreas de cultivo, por lo que se le ha llegado a considerar como una epidemia. La característica más relevante consiste en la defoliación y caída de frutos (ANACAFÉ, 2016).

Por lo anterior se hace evidente la necesidad de los caficultores para implementar alternativas de control a corto y mediano plazo, que ayuden a contrarrestar los efectos de la enfermedad *Ojo de gallo*, la cual cada vez ataca con mayor intensidad. Con base a lo descrito a través de la presente investigación se evaluaron 12 tratamientos ajustados a la situación económica de los caficultores, conjuntamente a la necesidad de controlar la incidencia y severidad de la enfermedad antes mencionada. Realizando la selección de productos utilizados con base a su disponibilidad y precio en el mercado.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Epidemiología de la enfermedad *Ojo de gallo* en café, causada por el hongo *M. citricolor* en el área centro occidental de Guatemala

La investigación se realizó en el centro occidental de Guatemala, su objetivo consistió en estudiar la epidemiología de *Ojo de gallo*. Para el efecto se establecieron diez parcelas de monitoreo de la enfermedad, distribuidas en tres estratos altitudinales comprendidos entre 500 a 1700 m, en fincas de producción de café en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Chimaltenango y Escuintla (Pacheco, 2012).

En cada localidad se delimitaron 192 plantas (8 surcos x 24 plantas) en las cuales se realizaron lecturas de intensidad de *Ojo de gallo*. También se marcaron 20 ramas en diez plantas de café donde se cuantificó el número de hojas, hojas nuevas y hojas con síntomas de la enfermedad (Pacheco, 2012).

Las lecturas se realizaron cada 30 días durante los años 2009 a 2010. En estas visitas se recolectaron hojas de café provenientes de la planta, las cuales presentaban síntomas de la enfermedad; en estas se cuantificó número de gemas y lesiones por hoja. A partir de esta información se realizó análisis temporal y espacial de la enfermedad con objetivo descriptivo. Información del manejo del cultivo y de la enfermedad se obtuvo a través de entrevistas y paso de boleta a los agricultores (Pacheco, 2012).

Como resultado se pudo cuantificar que el *Ojo de gallo*, se determinó en cafetales ubicados a más de 1000 m de altitud, y que estos son los más afectados. Por el método de plantas enfermas en esa altitud se cuantificó incidencia de 100% y mínima de 5.02%, severidad entre 1.14% a 76.56% y patrón de dispersión uniforme principalmente (Pacheco, 2012).

En el método de rama, se cuantificó máximo de 76.25% y mínimo de 0% de incidencia, para el mismo estrato. Alrededor de 1000 m la enfermedad fue menor con máximo de 59% de incidencia y 13.33% de severidad con muestreo de plantas y 14.48% como máximo de incidencia por el método de ramas (Pacheco, 2012).

En café situado en altitud inferior a 700 m se cuantificó máximo de 52% de incidencia y 10.20% de severidad en plantas, y 5.61% de incidencia en ramas de café. En altitud menor a 1000 m el patrón de la enfermedad fue aleatorio y agregado. En el ciclo patológico de *Ojo de gallo* en café en el campo, se encontraron dos tipos de reproducción del hongo. La fase teleomórfica que es un basidiocarpo amarillo, diminuto, de consistencia suave y mucilaginosa; es esporádica y no es importante en el ciclo de la enfermedad. La fase anamórfica involucra gemas responsables de ocasionar infecciones y posterior aparecimiento de lesiones. Se encontraron 254 gemas como máximo en el haz de una hoja de café y 68 gemas en el envés (Pacheco, 2012).

La importancia de esta enfermedad se centra en localidades a más de 1000 m donde se encuentran cultivadas las variedades de café: Catuaí, Caturra, Bourbón y Catimor enlistadas en orden de uso. Éstas no tienen resistencia a *M. citricolor* y Catimor es más susceptible. En altitudes menores de 1000 m se cultiva Caturra, Catuaí y Catimor con menos daños (Pacheco, 2012).

En relación al clima, en época seca el inóculo residual o primario es importante y en la lluviosa se presenta el inóculo secundario y ocurre la epidemia. En altitud superior a 1000 m, la precipitación oscila entre 2000 a 5000 mm/año, prolongados periodos de mojado foliar, humedad relativa superior a 80% y temperatura en torno de 20°C, ambiente favorable para la multiplicación del hongo e incremento de la intensidad de enfermedad (Pacheco, 2012).

En cuanto al manejo agronómico del café, con énfasis a las fincas ubicadas arriba de 1000 m de altitud, se determinó altas densidades de siembra que propician ambiente húmedo, poca ventilación, mayor número de horas de mojado foliar de los cafetales, mal manejo de tejidos enfermos que favorece la epidemia de *Ojo de gallo* (Pacheco, 2012).

2.1.2 Evaluación de la eficiencia de especies de *Trichoderma spp* en el control de *Ojo de gallo* en café, en la provincia de La Convención

El experimento se realizó en parcelas de café (*Coffea arábica*), ubicadas en el sector de Mandor Alta a 10 km de la ciudad de Quillabamba, con una altitud de 1,543 msnm. El estudio se realizó con el objetivo de determinar el efecto antagónico de especies de hongos (*Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*) en el control de *"Ojo de gallo" Mycena citricolor* (Berk. & Curtís) Sacc del café en la provincia de La Convención (Carhuavilca, 2011).

El diseño experimental usado es el de bloques completamente al azar, con tres bloques, cinco tratamientos y ocupando 28 plantas de café de la variedad Catimor por cada tratamiento. Los hongos antagónicos se inocularon con una frecuencia de 7 y 10 días y una dosis de 0.4 kg de sustrato de *Trichoderma* diluido en 20 litros de agua con una concentración de 108 conidias por gramo (Carhuavilca, 2011).

Los parámetros que se evaluaron en el experimento fueron la incidencia y severidad; los resultados obtenidos después de 4 meses de evaluación de campo fueron: en incidencia el tratamiento que mostró un menor incremento de la incidencia de *Ojo de gallo* es el *Trichoderma viride* con 5.88% en comparación a los demás tratamientos (Carhuavilca, 2011).

En cuanto a la severidad del *Ojo de gallo* el testigo con Caldo Bordalés presentó una reducción de la severidad de 57.22%, la combinación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* mostraron una reducción de 35.62%; en comparación a la severidad inicial de *M. citricolor* en la parcela demostrativa. Lo contrario a lo que sucedió con los tratamientos *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* que incrementaron la severidad en 10.76% y 11.46% respectivamente (Carhuavilca, 2011).

Los resultados obtenidos difieren estadísticamente en cuanto al porcentaje de incidencia y severidad, donde la combinación de Th & Tv demostró un efecto antagónico sobre del *Ojo de gallo* del café en el campo (Carhuavilca, 2011).

2.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Actualmente en Guatemala, la enfermedad *Ojo de gallo* se presenta en la mayoría de fincas de café, incrementándose cada vez más en tiempo y espacio, por lo que se le ha llegado a considerar como una epidemia. El daño más relevante consiste en la defoliación y caída de frutos (ANACAFÉ, 2016).

El *Ojo de gallo*, es ocasionada por el hongo *M. citricolor* y se identifica entre las principales enfermedades de importancia económica en las plantaciones de café arábica, siendo las áreas más afectadas, las que se encuentran a mayor altitud (900-1700 msnm), elevado porcentaje de humedad relativa (arriba del 80%), temperaturas relativamente bajas (20 °C promedio) y precipitaciones superiores a los 1,400 mm por año (ANACAFÉ, 2016).

Según ANACAFÉ (2016), *M. citricolor* muestra mayor severidad cuando se presentan períodos prolongados de hojas mojadas, terrenos con pendiente sin exposición directa del sol durante la mañana, limitaciones técnicas en la planificación de programas de fertilización, mal manejo del control de enfermedades y presencia de cultivares susceptibles como el Catimor, entre otros.

En el municipio de Olopa, las fincas con la variedad Catimor, han sido afectadas por la enfermedad *Ojo de gallo*. Los caficultores realizan la aplicación de fungicidas químicos, para el control de la severidad de la enfermedad en ese momento, los cuales son de costos de inversión elevados, lo que influye en la rentabilidad de la plantación.

Por lo anterior, se considerando necesario evaluar el efecto de otros tratamientos fungicidas, como alternativas para el control de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, es por ello, que se evaluaron tres intervalos de aplicación de diferentes tipos de control en combinación con un fertilizante foliar con el fin de estudiar la efectividad sobre la incidencia y severidad del hongo *M. citricolor* en el cultivar Catimor del municipio de Olopa.

2.3 JUSTIFICACIÓN

El municipio de Olopa se localiza en el departamento de Chiquimula, a una altitud de 1,442 msnm reportando una temperatura promedio anual de 18 a 24 °C, además de una precipitación media anual de 1500 mm. Su extensión territorial es de 156 km^2 aproximadamente (Municipalidad de Olopa, 2005). Estas características geográficas y climáticas le son propicias para la producción extensiva del cultivo de café, estimando que actualmente el 47% de su territorio es ocupado con plantaciones de café, siendo las variedades Catuaí, Caturra, Catimor y Costa Rica la más utilizadas (SEGEPLAN, 2010).

En cuanto al manejo agronómico del cultivo, muchas de las investigaciones relacionadas con el control de enfermedades, se han orientado a abordar la problemática que ha generado la Roya (*Hemileia vastatrix*) en el país, opacando el interés al estudio de otros hongos que afectan a la planta y que también son de importancia económica para los caficultores del oriente de Guatemala. Entre estos sobresale *M. citricolor* el cual ha mostrado un rápido y amplio modo de infección en las fincas del departamento de Chiquimula.

Este organismo fitopatógeno influye significativamente en la disminución del rendimiento del cultivo, sino se trata de forma preventiva y curativa, siendo considerado uno de los problemas que más afecta la producción de café en muchas regiones del país, produciendo pérdidas económicas, las cuales se podrían reducir con la aplicación de métodos de control eficaces dentro del ámbito biológico y orgánico (ANACAFÉ, 2016).

La severidad con que el hongo *M. citricolor* ataca a la plantas de café, ha hecho que muchos caficultores utilicen una amplia selección de fungicidas, por recomendación de los promotores de ventas de diferentes casa comerciales, los cuales son de costo elevado y pueden afectar la salud de las personas que realizan las aplicaciones en campo.

Por tal motivo en la presente investigación se busca ofrecer opciones prácticas, viables y de menor costo que el control químico y que a su vez pueda minimizar el problema de la incidencia y severidad de la enfermedad *Ojo de gallo* en el cultivo de café.

Los intervalos de aplicación es una actividad que todavía se encuentra sujeta a investigación, debido a que según ANACAFÉ, recomienda aplicaciones al follaje cada 45 días, aunque reconocen que la información de las casas comerciales es variable, donde se indican hasta intervalos de 15 o 20 días. En relación al uso del fertilizante foliar, es un compuesto de sustancias orgánicas y elementos menores de acción fúngica, recomendado para el control de una amplia gama de hongos, el cual fue propuesto como una alternativa comercial.

El tratamiento biológico, describe compuestos catalogados como bio-controladores, recomendados para el control de hongos, debido a su efecto supresor en los fitopatógenos. En el caso del extracto orgánico son de nueva generación, cuyo extracto realiza una función fungicida, orientando su uso al tratamiento de enfermedades del follaje.

Se utilizó como testigo un fungicida químico cuyo ingrediente activo es el (Tebuconazole + triadimenol), su modo de acción es sistémico, siendo de los más utilizados por ANACAFÉ actualmente. El análisis de la información se hizo utilizando el diseño de parcelas divididas distribuidas en bloques completos al azar, conformando 12 tratamientos y tres repeticiones. Las variables de respuesta que se midieron en la presente investigación son la incidencia y severidad del hongo *M. citricolor* y la eficiencia de control.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CAFÉ VARIEDAD CATIMOR

El “Híbrido de Timor” es una planta probablemente originaria de un cruzamiento natural entre *Coffea Arábica* L. y *Coffea Canephora Pierre*, encontrada en la isla de Timor, ex-colonia portuguesa, con resistencia total a todas las razas de Roya (*Hemileia Vastatrix Berk 8: Br.*) (ANACAFÉ, 2016).

La principal característica de las progenies del Catimor, es su resistencia a la roya, asociada generalmente a las buenas características agronómicas. Esta variedad Catimor, está siendo cruzada con variedades comerciales, por ejemplo, Catuai, dando origen a algunas progenies promisoras, aún en fase de fijación genética, denominadas Cavimor. También está siendo cruzado con las mejores líneas de Mundo Novo, buscándose de esta manera obtener plantas de alta productividad y con buenas características agronómicas. Dentro de los Catimores ya existen progenies que pueden ser cultivadas por los caficultores, para poder ser distribuidos sin la menor duda (ANACAFÉ, 2016).

3.2 *OJO DE GALLO* EN EL CULTIVO DE CAFÉ

Esta enfermedad se ve favorecida por condiciones de sombra excesiva y alta humedad. Provoca grandes pérdidas de cosecha que se deben sobre todo a la abundante caída de las hojas, lo que a su vez ocasiona un debilitamiento de las plantas (ICAFÉ, 1988).

Su síntomatología consiste en manchas circulares visibles en el haz y el envés de las hojas, estas manchas presentan un borde bien marcado de color pardo grisáceo y son un poco hundidas. Durante la época lluviosa se pueden observar a simple vista sobre las manchas las “cabecitas” o “brotes” que son los órganos diseminadores del hongo (ICAFÉ 1988). En estado avanzado de la enfermedad, se puede desprender el tejido afectado, dejando perforaciones en las hojas, y cuando el ataque es fuerte, ocasiona la caída prematura de las hojas (Figueroa et al., 1998).

3.3 TAXONOMÍA DE LA ENFERMEDAD *OJO DE GALLO*

De acuerdo a Hawksworth, Kirk, Sutton y Pegler (2008) el hongo se clasifica así: Dominio Eukaryota, Reino Fungi, Phylum Basidiomycota, Clase Basidiomycetes, Subclase Agaricomycetidae, Orden Agaricales, Familia Mycenaceae, Género Mycena, Especie M. citricolor (ICAFÉ, 1995).

3.4 CARACTERISTICAS Y EFECTO DE *OJO DE GALLO* EN CAFÉ

El hongo muestra dos tipos de estructuras de reproducción: las gemas y los basidiocarpos. Las gemas son estructuras pequeñas y amarillas en forma de alfiler y constan de dos partes, un pedicelo (tallo alargado) y una gema (ápice ensanchado), son estructuras de la reproducción asexual y corresponden al estado anamórfico del hongo; se puede apreciar tanto por el haz como por el envés de las hojas en lesiones jóvenes y viejas (Bonilla, 1980).

Los basidiocarpos son los cuerpos fructíferos de la reproducción sexual y corresponden al teleomorfo; se pueden apreciar en el campo principalmente en las lesiones de hojas caídas cuando existen condiciones de alta humedad. Sin embargo si las condiciones de alta humedad y nubosidad permanecen por un tiempo prolongado, estas estructuras pueden ser vistas tanto en frutos como en hojas aún en la planta (Barquero, 2004).

Sin embargo Orozco et al. (2010), menciona que la fase teleomórfica no es importante en Guatemala y raras veces se observa en el campo. Los cuerpos fructíferos del hongo pueden ser reproducidos además en condiciones artificiales, tanto en cámara húmeda como en medios artificiales, creando de este modo posibilidades para el estudio de aspectos como agresividad, variabilidad genética y sensibilidad a moléculas químicas entre otros (Barquero 2004). El mecanismo de infección de *Ojo de gallo* no está claro totalmente, sin embargo en investigaciones realizadas sobre el proceso inicia cuando la gema libera ácido oxálico hacia la lámina foliar, el cual favorece el ingreso del patógeno a través del debilitamiento de las paredes celulares (Orozco et al., 2010).

El ácido oxálico modifica el pH del tejido afectado, induce la producción de enzimas que degradan las paredes celulares; además el ácido oxálico es un quelator de cationes bivalentes como el Ca^{+2}, lo que causa acumulación de cristales de oxalato de calcio en el tejido necrosado, debido al secuestro del calcio estructural de las paredes celulares. Ocasiona por consiguiente debilitamiento de las mismas (Barquero, 2004).

El ácido oxálico disturba la función de la célula durante la infección, induciendo la abertura estomacal a través de la acumulación de moléculas osmóticamente activas e inhibiendo el cierre de estomas inducido por el ácido abcísico y suprime directamente la explosión oxidativa asociada a la detección del patógeno por la planta (Barquero, 2004).

Una vez establecido el hongo dentro de la planta, posiblemente éste utiliza el metabolismo de la misma para alimentarse de ella, degradando la energía metabólica contenida en carbohidratos de reserva (Barquero, 2004).

Según estudios realizados en Costa Rica en café con la variedad Caturra se ha determinado que el período de incubación y colonización del patógeno es de dos días, desde la llegada de la gema a la lámina foliar hasta el desarrollo visual de la lesión (Bonilla, 1980).

Posteriormente entre ocho y once días son necesarios para la formación de nuevas gemas. Es decir, desde que inicia la infección de una gema hasta que ésta produce nuevas estructuras de diseminación el desarrollo de la enfermedad tarda de 10 a 14 días bajo condiciones de alta humedad relativa en el ambiente y bajas temperaturas (Barquero, 2004).

Las gemas se desarrollan cuando el patógeno alcanza el estado de madurez y éstas se desprenden del pedicelo con facilidad, especialmente con el impacto del golpeteo causado por las lluvias, dispersándolas horizontalmente y haciéndolas llegar al haz de las hojas. Las gemas se forman únicamente durante la época lluviosa sobre la superficie de las lesiones e incluso del grano y tallos (Quesada, 1996).

3.5 CICLO DE VIDA DE *OJO DE GALLO*

El ciclo está muy influenciado por la humedad del ambiente. La distribución de lluvias diarias, la presencia constante de nubosidad que disminuye la radiación solar y los rayos ultravioleta (UV) durante el día, la mañana y/o la tarde favorecen el desarrollo de la enfermedad. Estas condiciones propician una película de agua tanto sobre las hojas como sobre las lesiones causadas por el patógeno, induciendo la formación de gemas, responsables de mantener o aumentar la presencia de la enfermedad en los cafetales.

Estas mismas condiciones ambientales favorecen además la sobrevivencia de las estructuras de reproducción al evitar la desecación de la gema antes de iniciar un proceso de infección nuevo, propiciando el avance acelerado de la enfermedad (Barquero 2004, García 2009).

Con las primeras lluvias el inóculo inicial se estimula y luego de un tiempo inicia una etapa de producción y liberación de gemas, las cuales son responsables del desarrollo de nuevas lesiones, este incremento dependiendo de las condiciones imperantes puede ser de 100% (Barquero, 2004).

En la segunda etapa, luego de la canícula, se suma el inóculo residual inicial todas las lesiones nuevas desarrolladas entre mayo y julio, creando condiciones para un avance en la enfermedad más agresiva y evidente. En la figura 1 se muestra en la parte superior la defoliación por la enfermedad y la parte superior se observan las lesiones del hongo y el grado de severidad en las hojas de café (Orozco, 2010).

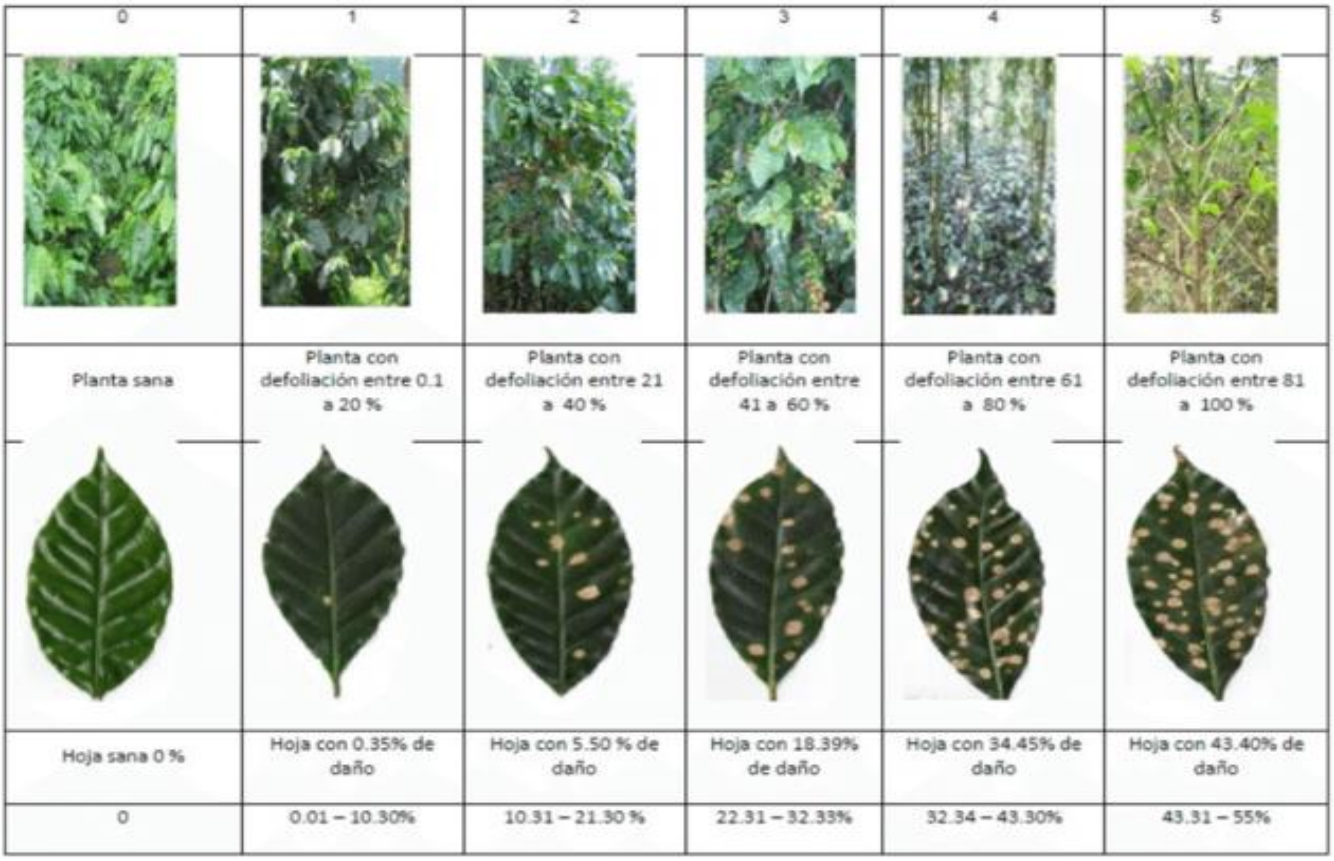

Figura 1. Escala de severidad de *Ojo de gallo* en café.

3.6 MANEJO DE LA ENFERMEDAD *OJO DE GALLO* EN CAFÉ

El control biológico representa una opción para disminuir el daño de la enfermedad. En ese sentido, el uso de *Trichoderma spp*., ha mostrado resultados sobre la inhibición en la formación de gemas y donde el hongo utiliza como sustrato las gemas ya formadas (Vargas, 1994).

El modo de acción de *Trichoderma spp* es que parasita directamente en las gemas o estado asexual de *M. citricolor*, provocando su desintegración, o porque actúa sobre el micelio interno, al establecerse en el tejido necrótico de la lesión, donde permanece por largos períodos, incluso de sequía. El uso de *Trichoderma* constituye una alternativa de biocontrol para enfermedades de plantas, y ha sido uno de los más estudiados por sus características de antagonismo principalmente en el suelo (Vargas, 1994).

Es un hongo natural del suelo y como tal ha sido estudiado en el sentido de aumentar la densidad del inóculo como utilización en prácticas agrícolas o simplemente para introducción masal del suelo (Bettiol, 1991).

Entre otras ventajas, *Trichoderma* se tornan rápidamente resistentes a fungicidas cuando son expuestos a estos. Puede ser empleado juntamente con fungicidas para el control de otras enfermedades. De modo general el hongo *Trichoderma* ha sido encontrando parasitando a una serie de hongos patogénicos, inclusive aquellos formadores de esclerocios, cuyas estructuras son difíciles de ser parasitadas. También tiene sus propios parásitos y por lo tanto es probable que, en algunos casos, su establecimiento en un ambiente sea suprimido por otros organismos ya adaptados (Bettiol, 1991).

El mecanismo de acción de *Trichoderma* es que existe producción de enzimas líticas o enzimas extracelulares que degradan paredes de células fúngicas que han sido estudiadas del punto de vista de biocontrol (Bettiol, 1991).

También existe producción de metabólitos extracelulares con actividad antimicrobiana. Un tercer mecanismo es el hiperparasitismo (interacción de hifas), el hiperparasitismo es un fenómeno del hongo de parasitar a otro hongo. Por otro lado, experiencias en el uso de biocontrol de enfermedades, han sido realizados a partir de pelets o polvo mojable de *Trichoderma spp*., el polvo es mezclado con agua y pulverizado. Algunos patógenos para los cuales ha sido usado son *Ceratocystis ulmi*, *Crinipellis perniciosa*, entre otras (Bettiol, 1991).

Las ventajas del uso de *Trichoderma* como microorganismo de biocontrol incluye: rápido crecimiento, pocos requisitos nutricionales, produce esporas y clamidosporas, produce enzimas líticas que digieren las paredes celulares de fitopatógenos, produce antibióticos volátiles y no volátiles, produce un factor que regula el crecimiento de plantas, adquiere resistencia a los fungicidas con facilidad, presenta ciclo asexual conocido en algunas especies, facilitando los estudios de genética clásica, es fácilmente mutable a través de radiaciones ionizantes y no ionizantes y mutagenes químicos, presenta abundantes conidios uninucleados, lo que facilita la obtención de mutantes estables (Bettiol, 1991).

3.7 FITOPATOMETRÍA

Consiste en las siguientes actividades: a) Estudiar una curva de progreso de la enfermedad o epidemias. b) Evaluar la resistencia de cultivares a patógenos. c) Comparar la eficiencia y el momento de la aplicación de fungicidas en el control de enfermedades de plantas. d) Estudiar el efecto de métodos culturales y prácticas de manejo en el control de enfermedades de plantas. e) Determinar pérdidas de rendimiento de granos en función de la intensidad de la enfermedad (límite de daño económico). f) Auxiliar en la prevención de enfermedades de plantas g) Determinar razas del patógeno y potencial de inóculo h) Evaluar campos de semilla obedeciendo a patrones preestablecidos. i) Evaluación de tratamientos de control biológico de patógenos (ANACAFÉ, 2016).

La cuantificación de enfermedades en plantas es designada por el término fitopatometría, la cual es una tarea importante y frecuentemente difícil de realizar (ANACAFÉ, 2016).
En la estimación de la cantidad de las enfermedades de plantas, pueden ser utilizados métodos directos (donde la estimación de la cantidad de la enfermedad es hecha directamente a través de los síntomas) o métodos indirectos (donde la cantidad de la enfermedad es estimada por la población del patógeno) (ANACAFÉ, 2016).

En general los métodos más utilizados en la cuantificación de las enfermedades son las escalas descriptivas, escalas diagramáticas, conteo del número y diámetro de lesiones, relación incidencia-severidad y sensoriamento remoto. Por lo anterior, epidemia se define como cualquier cambio en la estructura y función de una población de plantas inducida por la población de un patógeno, los cuales interactúan en una comunidad e influenciadas por el ambiente (ANACAFÉ, 2016).

La cuantificación de una enfermedad se realiza principalmente a partir de 2 parámetros que son incidencia y severidad. a) Incidencia: se define como el porcentaje o proporción de plantas u órganos enfermos en una muestra o población, independientemente del grado de severidad. En otras palabras se cuentan individuos enfermos sin considerar la intensidad de los síntomas de la enfermedad evaluada.

En la práctica la incidencia se determina por medio del conteo de las unidades enfermas con relación a las sanas en una muestra determinada. La medición basada en severidad se define como el porcentaje o proporción del tejido u órgano del hospedante con síntomas de la enfermedad (ANACAFÉ, 2016).

La severidad resulta de integrar el número y tamaño de lesiones. Se menciona como ventajas: flexibilidad para propósitos analíticos, apropiado para enfermedades no sistémicas (cenicillas u oídios, manchas foliares). Existen diversos métodos automatizados para medir la intensidad de una enfermedad como sistemas remotos o sistemas visuales. Entre los sistemas visuales más utilizados están: escalas de severidad y diagramas de severidad (ANACAFÉ, 2016).

La escala de severidad, es una serie de clases, que contienen rangos hasta un máximo de severidad posible para una determinada enfermedad. Una escala debe tener suficientes clases para una resolución adecuada de severidad (ANACAFÉ, 2016).

Los diagramas representan pictóricamente los grados de severidad, los cuales pueden ser establecidos de diferentes formas dando lugar a escalas arbitrarias. Dichos grados de severidad pueden corresponder a intervalos o clases de una escala de severidad, por lo que en la práctica la mayoría de los diagramas de severidad van acompañados de escalas, transformándose en escalas diagramáticas, ya sea arbitrarias, aritméticas o logarítmicas (ANACAFÉ, 2016).

3.8 DESCRIPCIÓN DEL EXTRACTO DE ORÉGANO

3.8.1 Descripción de la planta

Es una planta arbustiva caducifolio, muy ramificado, que generalmente llega a alcanzar hasta 2.50 m de altura y 1.20 m de diámetro de cobertura foliar, aunque la mayoría de las poblaciones silvestres miden de 0.70 a 1.20 m de altura y 0.30 a 0.80 m de diámetro de cobertura, dependiendo de las condiciones de desarrollo y edad de la planta (Ku, 2008).

3.8.2 Especies de *Lippia* en Guatemala

El género *Lippia,* pertenece a la familia Verbenaceae y en Guatemala se conocen trece especies: *Lippia alba, Lippia betuaefolia, Lippia cardiostegia, Lippia chiapasensis, Lippia controversa, Lippia dulcis, Lippia graveolens, Lippia myriocephala, Lippia nodiflora, Lippia reptans, Lippia salamensis, Lippia stoechadifolia, Lippia substrigosa* (Ku, 2008).

3.8.3 Usos como fungicida

Los aceites esenciales de orégano, pueden ser usados como sustitutos de fungicidas químicos, ya que son inocuos y biodegradables. Estudios realizados sobre su efecto en los agentes patógenos de plantas han mostrado potencial como métodos de control, así como su poder fungistático y anti fúngico. Se ha demostrado que algunos aceites poseen actividades antibacteriana, antifúngica, antiviral, insecticida, antitóxica y propiedades antioxidantes (Ku, 2008).

3.8.4 Compuesto fenólicos presentes en el orégano

Existen diversos estudios sobre la composición química del orégano, de extractos acuosos y aceites esenciales (Ku, 2008).

a. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son los metabólicos secundarios de los materiales vegetales que se obtienen por destilación. Los aceites esenciales son líquidos aceitosos que consisten en una gran cantidad de componentes químicos, que se pueden cristalizar y tienen un olor y sabor característicos de las plantas de las que se obtienen. Por lo general se encuentran en forma líquida, reciben el nombre de aceite volátil por sus propiedades de fácil evaporación. Estos componentes volátiles dan a la planta una gran cantidad de propiedades como antibacteriana, antiséptica, antioxidante, etc (Wogiatzi, 2009).

El aceite de orégano es el aceite más conocido y utilizado porque contiene fuertes propiedades antibacterianas. Los principales componentes activos del aceite de orégano son terpenoides fenólicos como el carvacrol, timol y p-cimeno. Estos componentes activos consisten en una gran cantidad de aceite de orégano (Wogiatzi, 2009).

En el caso del orégano (*Lippia berlandieri*), las hojas, los tallos y las flores se caracterizan por su efecto altamente antioxidante debido a su contenido de ácidos fenólicos y flavonoides. Estos tejidos tienen actividades altamente antisépticas y antimicrobianas debido a su contenido de carvacrol, timol, gama terpenos y paracimeno (Wogiatzi, 2009).

b. Principales componentes

La planta completa contiene aceite esencial (1.8%), glicosidos saponinicos, taninos, triterpenos, celulosa, pigmentos y elementos minerales. La corteza y la raíz contienen glicósidos saponinicos, aceite esencial y taninos. Las hojas contienen, además flavonas y lapachenol (Wogiatzi, 2009).

El aceite esencial de *Lippia graveolens* tiene una densidad de 0.890-0.922, índice de refracción 1.479-1498. Contiene: Timol (40-60%), p- Cimeno (7.7-9.2%), 1.8 Cineol (4.5-4.8%), Carvacrol (3.1–3.9%), metil timol (2.4–3.8%), Mirceno (0.9-1.5%), Cariofileno (0.8–1.2%), Linalool (0.7-1.3%), Terpineol (3.1-3.9%) y al menos 34 elementos en menores cantidades (Wogiatzi, 2009).

3.9 SILVACUR COMBI®

Es un fungicida químico del grupo de los triazoles, su ingrediente activo es: Tebuconazole + Triadimenol, es una emulsión concentrada (EC) con 225 gramos de Tebuconazole y 75 gramos de Triadimenol por litro de producto comercial. Controla diferentes patógenos fungosos entre los que se encuentra *Mycena citricolor*. Su modo de acción es sistémico hacia la lámina media y borde de la hoja, inhibe la biosíntesis del ergosterol. La destrucción del tubo germinativo y crecimiento del micelio son inhibidos in vitro.

Su frecuencia de aplicación varía de los 15 a 45 días, según las condiciones climáticas de la zona y recomendaciones de la casa comercial (aplicaciones alternadas con otros fungicidas de diferente mecanismo de acción hasta completar un máximo de 8 aplicaciones por temporada).

3.10 ROCKY® Activador enzimático

Tiene una función biológica fungistática y bactericida. Estimula la formación de sustancias naturales de autodefensa de la planta como fenoles y fitoalexinas, produciendo una protección biológica inducida. La presencia de los principales macro y microelementos, proveen la activación de los procesos metabólicos de autodefensa.

Su composición hace que aumente la permeabilidad de la membrana de la hoja, además cumple la función de fuente de energía. Aumenta la resistencia a determinados patógenos de plantas y enfermedades de las hojas infectadas y de las adyacentes.

Posee un agente antimicrobiano natural, que puede interactuar con lípidos, proteínas y carbohidratos provocando una reducción de la actividad microbiana, aumentando rápidamente las defensas de las proteínas y la producción de fenoles y fitoalexinas, dando como respuesta un mayor crecimiento foliar y un aumento del sistema inmunológico contra enfermedades.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La cabecera municipal de Olopa está ubicado al sureste de la cabecera del departamento de Chiquimula a una distancia de 47 km. Las colindancias municipales son: al Norte con el Municipio de Jocotán, al Sur con los Municipios de Esquipulas y Quezaltepeque, al Este con el Municipio de Esquipulas, al Oeste con el Municipio de San Juan Ermita. Se localiza a una latitud norte de 14° 41´30" y longitud oeste de 89° 20´ 54", su altitud es 1442 m.s.n.m.

La cabecera municipal se cuenta con una vía de acceso: partiendo de la ciudad capital se toma la carretera (CA-9) hasta el municipio de Río Hondo del departamento de Zacapa, luego tomar la CA-10 y a la altura del municipio de Quezaltepeque en el km 196, continuar por la carretera CA-12 en donde a la altura del km 217, se encuentra la cabecera del municipio, todo el trayecto es asfaltado (SEGEPLAN, 2010).

El ensayo se realizó en la finca "El Dorado" ubicada en la comunidad de El Chucte dentro del municipio de Olopa, sus coordenadas geográficas son las siguientes: latitud norte 14º 42´ 20" y longitud oeste 89º 19´ 59", se encuentra a 1551 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. Ubicación geográfica de la parcela experimental, Olopa, Chiquimula, 2018.

4.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA

El área se considera dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bs-T); las características climáticas de la zona indican una precipitación media anual de 900 a 2,000 mm, distribuida en los meses de mayo a octubre, período en el cual precipita el 94% de las lluvias y el 6% ocurre de noviembre – abril. Esta zona de vida indica generalmente, un uso apropiado para aquellos terrenos que son ondulado estableciéndose cultivos permanentes y/o anuales; y en áreas escarpadas los bosques protectores. Las especies presentes e indicadoras de esta zona de vida son el Liquidámbar (*Liquidámbar styriciflua*), roble (*Quercus guatemalensis*), encino (*Quercus sp*.), ciprés común (*Cupresus lusitánica*), Pino de ocote (*Pinus oocarpa*) entre otras (De la Cruz, 1982).

4.3 SUELOS

Las series de suelos que se presentan en el municipio de Olopa, de acuerdo a la clasificación de Simmons, son las siguientes:

Ansay: son suelos poco profundos, mal drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica o toba cementada y de color claro, a elevaciones medianas. Ocupan pendientes suaves en regiones de húmedas-secas a relativamente secas. El suelo superficial a una profundidad alrededor de 10 ó 15 cm, es franco arcilloso arenoso o franco arcilloso arenoso fino, de color gris claro o gris cafesaceo (Simmons et al., 1959).

Jalapa: son suelos poco profundos, excesivamente drenado, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro o toba en un clima seco a húmedo-seco y cálido. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas. El suelo superficial se encuentra a una profundidad alrededor de 10 cm, es franco arenoso fino de color gris a gris oscuro (Simmons et al., 1959).

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 OBJETIVOS

5.1.1 General

Evaluar intervalos de aplicación de fertilizante foliar combinado con tres productos fungicidas para el control del hongo *M. citricolor* en café, variedad Catimor; con la finalidad de generar información que permita recomendar su uso en el municipio de Olopa, del departamento de Chiquimula.

5.1.2 Específicos

Establecer si los intervalos de aplicación de los tratamietnos inciden sobre el porcentaje de incidencia y severidad de *Ojo de gallo* en el cultivo de café variedad Catimor.

Determinar la efectividad de los productos de control combinado con el fertilizante foliar sobre la incidencia y severidad del *Ojo de gallo* en la planta de café, como alternativa al uso de fungicidas sintéticos.

Analizar económicamente los tratamientos evaluados considerando la efectividad de control del *Ojo de gallo* en el cultivo de café, variedad Catimor y su relación con los costos de aplicación.

5.2 HIPÓTESIS

Al menos uno de los intervalos de aplicación mostrará diferencias significativas sobre la incidencia y severidad del hongo *M. citricolor* en el cultivo de café.

Al menos uno de los productos de control combinado con el fertilizante foliar mostrará diferencias significativas sobre la incidencia y severidad del hongo *M. citricolor* en el cultivo de café.

5.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad Catimor, presenta bajos índices de grano vano, alta uniformidad de planta, más del 70% de grano grande y promedios mayores al 80% de granos normales. Se caracteriza por su porte bajo, menos compacto y su elevado vigor vegetativo, alto potencial de producción, ramificación abundante y entrenudos cortos, precoz para entrar en producción, buena adaptabilidad a diferentes ambientes (ANACAFÉ 2014).

5.4 TRATAMIENTOS

Cuadro 1. Intervalos de aplicación de fertilizante foliar con diferentes tipos de fungicidas para el control de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, variedad Catimor, Olopa, 2018.

Tratamientos		**Intervalos de aplicación**		
		Cada 15 días	**Cada 30 días**	**Cada 45 días**
Biológico	Biocontrolador (*Trichoderma spp.*) + Fertilizante foliar (Rocky)	**T1**	**T5**	**T9**
Orgánico	Extracto de Orégano (*Lippia gravaloens Kuhn*) + Fertilizante foliar (Rocky)	**T2**	**T6**	**T10**
Químico	(Tebuconazole + triadimenol) + Fertilizante foliar (Rocky)	**T3**	**T7**	**T11**
Foliar	Únicamente fertilizante foliar (Rocky)	**T4**	**T8**	**T12**

Cuadro 2. Tratamientos para el control de *Ojo de gallo*, Olopa, Chiquimula 2018.

Factor (A) Intervalos	Factor (B) tipos de control	Tratamientos	Número de aplicaciones	Dosis / ha
Cada 15 días	Biológico + FF	T1	6	1 kg + 1 L
	Orgánico + FF	T2	6	1 L + 1 L
	Químico + FF	T3	6	0,5 L + 1 L
	Fertilizante foliar (FF)	T4	6	1 L
Cada 30 días	Biológico + FF	T5	3	1 kg + 1 L
	Orgánico + FF	T6	3	1 L + 1 L
	Químico + FF	T7	3	0,5 L + 1 L
	Fertilizante foliar (FF)	T8	3	1 L
Cada 45 días	Biológico + FF	T9	2	1 kg + 1 L
	Orgánico + FF	T10	2	1 L + 1 L
	Químico + FF	T11	2	0,5 L + 1 L
	Fertilizante foliar (FF)	T12	2	1 L

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde se analizaron 12 tratamientos y 3 repeticiones identificando el factor (A) fueron los intervalos de aplicación y el factor (B) los diferentes métodos de control.

El modelo experimental utilizado es el siguiente (Reyes, 1983):

$$Y_{ijk} = U + B_i + (A)_j + (B)_k + (AB)_{jk} + €(A)_{ij} + €(B)_{jk}$$

En donde:

Y_{ijk}	=	Variable de respuesta
B_i	=	Efecto de los bloques
U	=	Efecto de la media general
A_j	=	Efectos de los intervalos de aplicación
B_k	=	Efecto de los métodos de control
ABjk	=	Efecto de la interacción entre A y B
$€(A)_{jk}$	=	Efecto del error experimental asociado a la parcela grande.
$€(B)_{jk}$	=	Efecto del error experimental asociado a la parcela pequeña.

5.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

El ensayo experimental contó con un área total de 2,592 m^2 la cual es el resultado de 144 m de largo con dirección a los bloques y 18 m de largo orientados hacia los tratamientos, donde se encontraron distribuidos un total de 36 unidades experimentales. La parcela bruta tuvo un área de 72 m^2 producto de cuatro surcos de 12 m de longitud y separados a 2 m dando como resultado un ancho de 6 m por la suma de los espacios entre los surcos.

En la parcela neta se monitorearon únicamente los dos surcos centrales, descartando los laterales por efecto de borde, además se descartó 1 m en ambos extremos de los surcos, conformando un área de 20 m^2. El total de plantas evaluadas fueron 1,296.

5.7 CROQUIS DE CAMPO

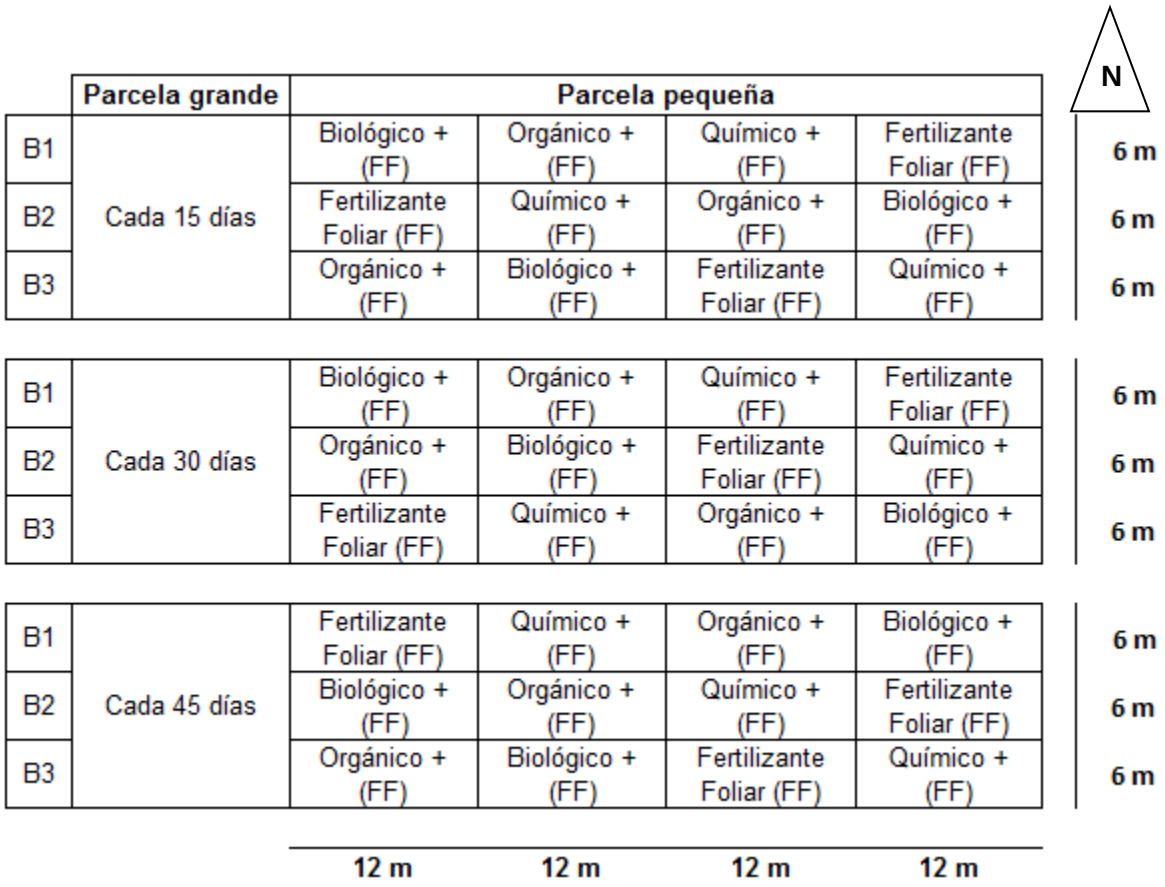

Figura 3. Croquis de campo del ensayo experimental.

5.8 VARIABLES DE RESPUESTA

Cada una de las variables de respuesta propuestas fueron medidas a partir de la parcela neta de cada tratamiento y bloque, seguidamente se proyectaron sus resultados a valores por hectárea para su análisis estadístico.

5.8.1 Determinación de la incidencia de *Ojo de gallo*

Se observaron las hojas que se encontraban en ambos surcos de muestreo de cada tratamiento, por cada planta se eligieron 3 ramas que se encontraban ubicadas en la parte baja, media y alta, a las cuales se les muestrearon 9 hojas de café por planta, sumando un total 144 hojas por parcela.

Se obtuvo el porcentaje de incidencia, al deducir el número de hojas evaluadas en comparación con el número de hojas afectadas. Para determinar la incidencia de *Ojo de gallo* del café se utilizó la fórmula siguiente:

(Número de hojas con *Ojo de gallo* / total de hojas muestreadas) x 100 = %

5.8.2 Determinación de la severidad de *Ojo de gallo*

Se eligieron al azar tres ramas, una en la parte baja, media y alta de la planta, para muestrear 9 hojas, tratando de rodear la planta de café, en total se tuvieron 144 hojas por parcela. Los síntomas observados sirvieron para determinar el grado de severidad de la enfermedad, según el porcentaje de daño causado en la hoja. A continuación se presenta la escala de severidad en cada hoja, según los síntomas observados. Identificando las diferencias según el gráfico adjunto.

Grado	Descripción
0	Sin síntomas visibles
1	Síntomas visibles llegando de 1 a 5% del área total sana
2	Las manchas ocupan del 6 al 20% del área sana
3	Las manchas necróticas ocupan del 21 al 50% del área sana
4	Más del 50% del área foliar está afectada.

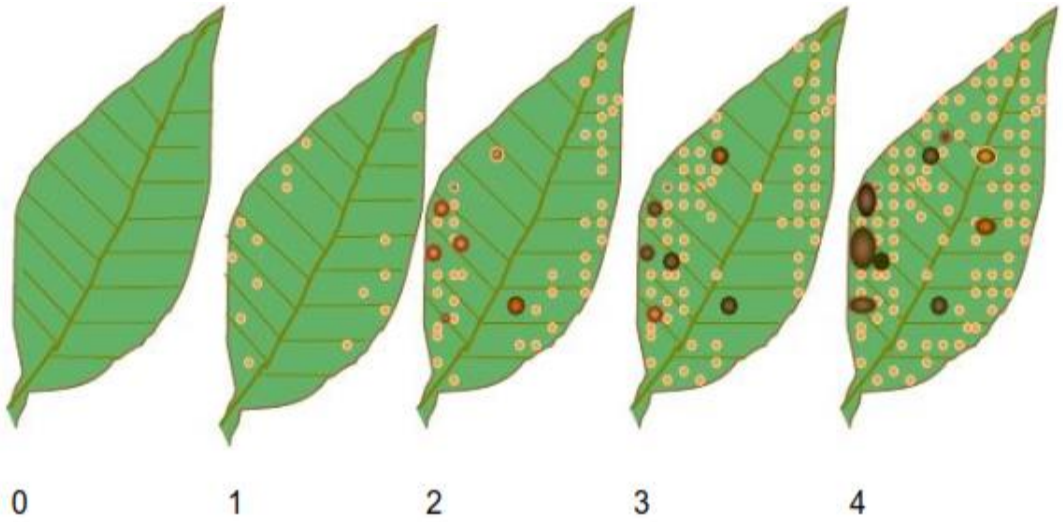

Figura 4. Clasificación de los grados de severidad de *Ojo de gallo* en café.

Para determinar la severidad de *Ojo de gallo* en café se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ SEVERIDAD} = \frac{(N0*0) + (N1*1) + (N2*2) + (N3*3) + (N4*4)}{N*4} \times (100)$$

Dónde:

N0 = # Hojas con valor 0 de la escala.
N1 = # Hojas con valor 1 de la escala.
N2 = # Hojas con valor 2 de la escala.
N3 = # Hojas con valor 3 de la escala.
N4 = # Hojas con valor 4 de la escala.

5.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El follaje de la planta de café se evaluó mediante la realización de tres muestreos, llevándose a cabo cada 30 días durante los meses de octubre a diciembre del año 2017. Se determinó el efecto de los intervalos de aplicación y diferentes métodos de control sobre la enfermedad *Ojo de gallo* en la parte superior, el estrato medio e inferior de la planta; para lo cual se procedió conforme a la descripción de la fórmula de incidencia y la escala diagramática para determinar la severidad del hongo en el follaje.

Se aplicaron los tratamientos en distintos intervalos con una diferencia de 15, 30 y 45 días, durante los meses de octubre a diciembre se utilizó una asperjadora de mochila de presión de 16 litros, el tipo de boquilla fue de abanico plano, estas son usadas para las aspersiones finas y medias de insecticidas y fungicidas ya que presenta una aplicación uniforme.

La dosis utilizada para cada uno de los tratamientos fueron: extracto de orégano (75 cc/16 litros de agua), *Trichordema sp* (50 cc/16 litros de agua), Tebuconazole + Triadimenol (25 cc/16 litros de agua) y en el caso del fertilizante foliar de 50 cc/16 litros de agua, realizando las aspersiones de forma separada y sin mezclar los tratamientos, los cuales se aplicaron directamente al follaje, debido que este es lugar donde tiene la afección del hongo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se observa el análisis de los resultados obtenidos por los tratamientos en el estudio realizado en café variedad Catimor, en el municipio de Olopa, Chiquimula, donde midieron las variables de incidencia y severidad de la enfermedad *Ojo de gallo.*

6.1 INCIDENCIA DE *OJO DE GALLO*

Cuadro 3. Porcentajes de incidencia de *Ojo de gallo* en el cultivo de café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

Factor A	Factor B	Promedio
Cada 15 días	Orgánico + Fertilizante foliar	43
	Biológico + Fertilizante foliar	44
	Químico + Fertilizante foliar	33
	Fertilizante foliar	48
Cada 30 días	Orgánico + Fertilizante foliar	46
	Biológico + Fertilizante foliar	50
	Químico + Fertilizante foliar	44
	Fertilizante foliar	54
Cada 45 días	Orgánico + Fertilizante foliar	50
	Biológico + Fertilizante foliar	58
	Químico + Fertilizante foliar	47
	Fertilizante foliar	66

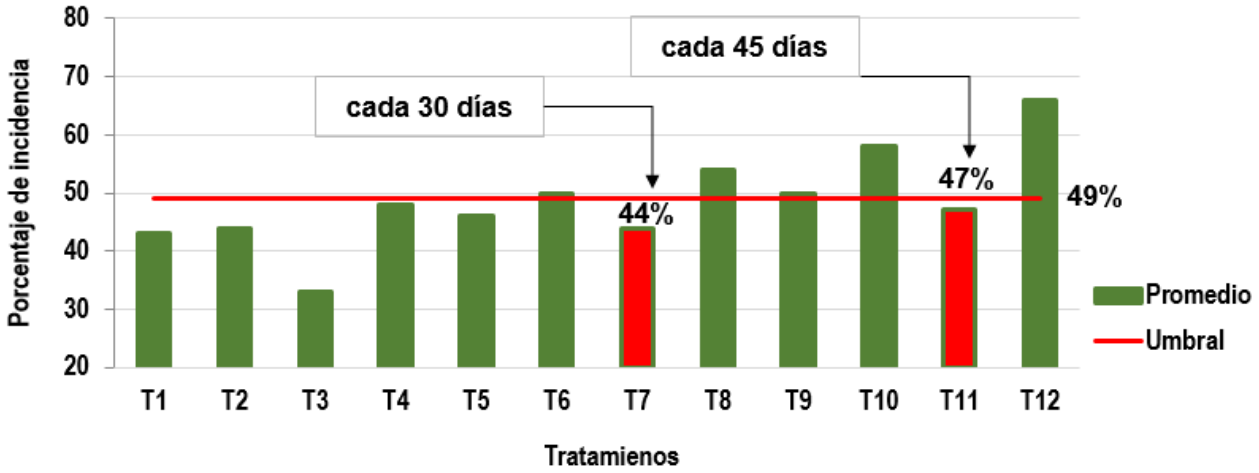

Figura 5. Comportamiento de la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

Cuadro 4. Análisis de varianza sobre la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
FACTOR.A	2	22	48.07	<0.0001
FACTOR.B	3	22	50.59	<0.0001
FACTOR.A:FACTOR.B	6	22	2.64	0.0443

El análisis de varianza del cuadro 4 indica que existen diferencias significativas entre la interacción de las aplicaciones y los métodos de control.

Cuadro 5. Prueba de medias de LSD de Fisher sobre la incidencia de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

FACTOR.A	**FACTOR.B**	**Medias**	**E.E**.						
15 días	Químico + F	32.67	2.38	A					
15 días	Orgánico + F	42.67	2.38		B				
30 días	Químico + F	43.67	1.93		B	C			
15 días	Biológico + F	44.33	2.38			C	D		
30 días	Orgánico + F	46.33	1.93			C	D	E	
45 días	Químico + F	46.67	2.83				D	E	
15 días	Foliar	48.00	2.38				D	E	F
45 días	Orgánico + F	50.00	2.83					E	F
30 días	Biológico + F	50.33	1.93					E	F
30 días	Foliar	54.33	1.93						F
45 días	Biológico + F	58.33	2.83						F
45 días	Foliar	66.00	2.83						G

El cuadro 5 muestra la prueba de medias de LSD de Fisher, donde se determinó que entre los intervalos de aplicación foliar cada 15 días combinado con los métodos de control y fertilizante foliar, reportaron la mayor significancia en cuanto a incidencia, con el intervalo de cada 15 días, aplicando el ingrediente activo (Tebuconazole + triadimenol), más el fertilizante foliar, donde se obtuvo un porcentaje del 33 % de Incidencia de daño superando los resultados de los otros tratamientos.

La enfermedad *Ojo de gallo*, es capaz de causar serias pérdidas. En Guatemala, se ha determinado que, la enfermedad disminuye severamente el rendimiento desde el primer año, llamándose pérdidas primarias. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que la enfermedad afecta también los frutos, provocando su caída.

6.2 SEVERIDAD DE *OJO DE GALLO*

En el cuadro 6 se observan los resultados obtenidos en campo por cada uno de los tratamientos, sobre la variable severidad de la enfermedad *Ojo de gallo* en el cultivo de café, variedad Catimor. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

Cuadro 6. Porcentajes obtenidos sobre la severidad de *Ojo de gallo* en el cultivo de café con diferentes intervalos aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

Factor A	Factor B	Promedio
Cada 15 días	Orgánico + Fertilizante foliar	55
	Biológico + Fertilizante foliar	58
	Químico + Fertilizante foliar	43
	Fertilizante foliar	60
Cada 30 días	Orgánico + Fertilizante foliar	60
	Biológico + Fertilizante foliar	55
	Químico + Fertilizante foliar	52
	Fertilizante foliar	65
Cada 45 días	Orgánico + Fertilizante foliar	70
	Biológico + Fertilizante foliar	65
	Químico + Fertilizante foliar	62
	Fertilizante foliar	75

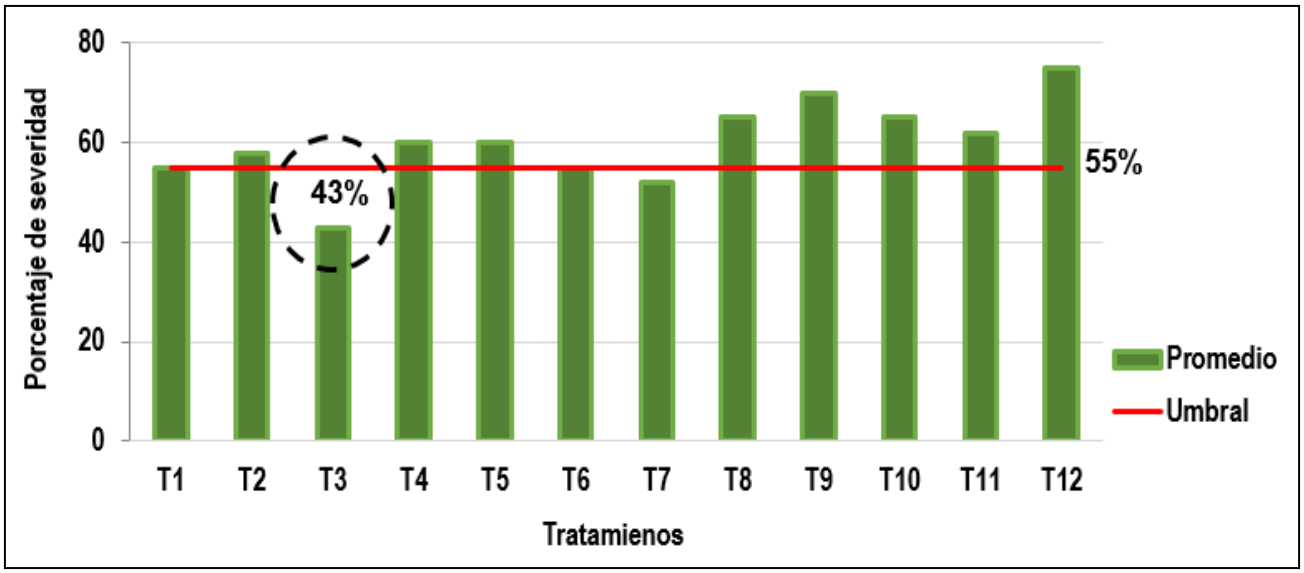

Figura 6. Comportamiento de la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

El análisis de varianza del cuadro 7 indica que existen diferencias significativas entre las interacciones de los intervalos de aplicación y los métodos de control. En la figura 6 se puede observar el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de varianza sobre la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación y métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	22	683.60	<0.0001
FACTOR.A	2	22	46.39	<0.0001
FACTOR.B	3	22	24.80	<0.0001
FACTOR.A:FACTOR.B	6	22	1.90	0.1269

Cuadro 8. Prueba de medias de LSD de Fisher (FACTOR A) sobre la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes intervalos de aplicación, Olopa, Chiquimula, 2018.

FACTOR.A	Medias	E.E.			
15 días	54.17	2.45	A		
30 días	57.92	2.45		B	
45 días	67.92	2.45			C

Cuadro 9. Prueba de medias de LSD de Fisher (FACTOR B) sobre la severidad de *Ojo de gallo* en café con diferentes métodos de control, Olopa, Chiquimula, 2018.

FACTOR.B	Medias	E.E.			
Químico + F	52.22	2.52	A		
Biológico + F	59.44	2.52		B	
Orgánico + F	61.67	2.52		B	
Foliar	66.67	2.52			C

Los cuadros 8 y 9 muestra que las pruebas de medias de para los intervalos de aplicación y los métodos de control, determinando los resultados más significantes entre dichos tratamientos evaluados, donde se identificó que las aspersiones cada 15 días y el control químico, más el fertilizante foliar, observando en ambos casos menor severidad de la enfermedad *Ojo de gallo* en la planta de café. Dicho efecto se puede relacionar al intervalo de aspersión y el ingrediente activo (Tebuconazole + triadimenol) con el fertilizante foliar , los cuales al ser aplicados cada 15 días, logran un mayor control sobre el hongo que causa la enfermedad *Ojo de gallo*.

Con base a los resultados del estudio realizado, se determinó que la enfermedad *Ojo de gallo* es capaz de causar serios daños en las plantas de café. Según CENICAFÉ (2011) en Guatemala la enfermedad *Ojo de gallo* ha influido en la disminución del rendimiento, debido a que la enfermedad también daña los frutos provocando su caída y por otra parte la defoliación de las plantas, lo que afecta su proceso de desarrollo y de producción que se ve reflejada el siguiente año.

M. Citricolor puede causar defoliaciones severas en algunas localidades debido a las condiciones edafoclimaticas y el estado de la plantación, lo que reduce sensiblemente la producción. En varios países de Centro América, las plantaciones de café expuestas a condiciones de altos porcentajes de humedad y bajo excesiva sombras se han estimado pérdidas de 20% y 40%.

En los casos más extremos, en algunas regiones de estos países, en las plantaciones de café se han estimado perdidas aproximadas del 70%. En Costa Rica, esta enfermedad ha alcanzado impactos del 80% y 90% sobre la producción y cuando se intensifica la época lluviosa, favoreciendo que la enfermedad se disemine de manera rápida y con mayor severidad (CENICAFÉ 2011).

Con base a lo descrito anteriormente y los resultados obtenidos en la presente investigación, se plantearon recomendaciones las cuales se encuentran sustentadas en diversas investigaciones desarrolladas para el control de la enfermedad *Ojo de gallo* en Guatemala. En específico para la presente investigación de evaluación de tres intervalos de aplicación de un fertilizante foliar en combinación con diferentes métodos de control de la enfermedad *Ojo de gallo*, en el cultivo de café en Olopa, Chiquimula.

6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Estudios relacionados con la enfermedad *Ojo de gallo*, indican que una severidad del 55% puede provocar pérdidas hasta del 40% de la producción, lo que justifica la aplicación de tratamientos fúngico como medida de control y manejo (CENICAFÉ 2011).

Cuadro 10. Relación entre el porcentaje de severidad y pérdidas en el rendimiento de café, por daños causados por la enfermedad *Ojo de gallo*, Olopa, Chiquimula, 2018.

Tratamientos	Severidad (%)	CENICAFÉ		Relación entre el %pérdidas en rendimiento y %severidad
		% Severidad	% Pérdidas en rendimiento	
T1	52	55%	40%	(52 x 40) / 55
T2	65			(65 x 40) / 55
T3	43			(43 x 40) / 55
T4	75			(75 x 40) / 55
T5	55			(55 x 40) / 55
T6	60			(60 x 40) / 55
T7	55			(55 x 40) / 55
T8	70			(70 x 40) / 55
T9	60			(60 x 40) / 55
T10	65			(65 x 40) / 55
T11	58			(58 x 40) / 55
T12	62			(62 x 40) / 55

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos para el control de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, Olopa, Chiquimula, 2018.

Tratamientos	Costo tratamiento/ Producción (Q/Ha)	Severidad/ Incidencia (%)	Rentabilidad (Q/Ha)	Pérdida (%) / Rendimiento (qq/Ha)
T1	6600/13100	52/43	--	37,8/103
T2	5400/11900	65/44	--	47,3/88
T3	7200/13700	43/33	--	31,3/113
T4	4500/11000	75/40	--	54,5/75
T5	3300/9800	55/46	2000	40,0/99
T6	2700/9200	60/50	1960	43,6/93
T7	3600/10100	55/44	1700	40,0/99
T8	1800/8300	70/54	1420	50,9/81
T9	2200/8700	60/50	2460	43,6/93
T10	2250/8750	65/58	1690	47,3/87
T11	2400/8900	58/47	**2620**	**42,2/86**
T12	1500/8000	62/66	2800	45,1/90

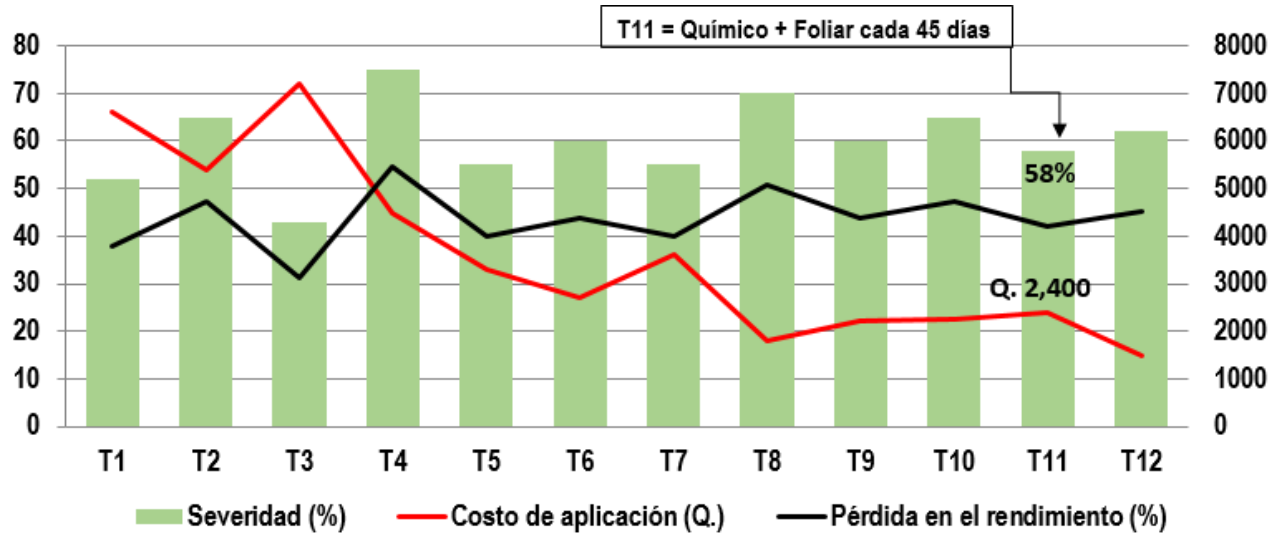

Figura 7. Relación entre los costos de manejo de los tratamientos y el control de la severidad de *Ojo de gallo* en el cultivo de café, Olopa, Chiquimula, 2018.

La figura 7 muestra que la aplicación cada 55 días de (Tebuconazole + triadimenol) más fertilizante foliar ejerce un control de la severidad de *Ojo de gallo* del 58%, reduciendo las pérdidas del rendimiento en 47% con un costo de Q.2,400.00 ha/año siendo el más elevado entre todos los tratamientos.

El cuadro 11 muestra los rendimiento de café maduro cosechados por hectárea con relación al porcentaje de pérdida en cosecha estimado para cada tratamiento, identificando que el tratamiento 3, obtuvo menor porcentaje de pérdida (31,3%) y mayor rendimiento (113 qq/Ha), sin embargo; el caficultor no percibe ninguna rentabilidad, a pesar de la eficiencia de control sobre la enfermedad *Ojo de gallo*, debido a los altos costos de operación y comportamiento de los precios del café en el mercado.

En función de lo anterior, se observa también en el cuadro 11 que el tratamiento 11 (aplicación del fertilizante foliar más fungicida químico, cada 45 días) reportó un porcentaje de pérdida del 47% lo que representa un rendimiento de 86 qq/Ha, con una rentabilidad de Q2620/Ha para el caficultor.

Determinando que el uso del tratamiento 11 representó una opción rentable para el caficultor, se considera pertinente continuar realizando estudios de investigación, tomando en cuenta los intervalos y las dosis de aplicación del fertilizante foliar evaluado.

7. CONCLUSIONES

Se determinó que el intervalo de aplicación cada 15 días durante los meses de octubre a diciembre, mostró mayor control de la enfermedad *Ojo de gallo* en el cultivo de café, en el municipio de Olopa, considerando que su efecto se relaciona con el tiempo de aplicación en campo, reduciendo la incidencia y severidad de daño ocasionado por el hongo en la hoja.

El fungicida químico (Tebuconazole + triadimenol) combinado con fertilizante foliar mostró mayor efectividad de control, reportando menor porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad *Ojo de gallo*.

En cuanto al análisis económico, el intervalo de aplicación cada 15 días utilizando (Tebuconazole + Triadimenol) combinado con el fertilizante foliar, ejerció mayor control sobre el *Ojo de gallo* en la planta de café, sin embargo, su aplicación reduce la rentabilidad del cultivo.

Se identificó que la aplicación del fertilizante foliar más el fungicida químico cada 45 días, a pesar de reportar menor eficiencia de control generó mayor beneficio económico para el caficultor.

8. RECOMENDACIONES

En próximas investigaciones relacionadas con la enfermedad *Ojo de gallo* en el cultivo de café, se debe continuar con la evaluación de diferentes dosis de aplicación de fertilizante foliar más fungicida químico para determinar su efecto sobre el desarrollo del hongo y su relación con la rentabilidad del cultivo de café.

El caficultor debe aplicar cada 45 días el tratamiento formado por el fertilizante foliar más fungicida químico, por reportar mayor beneficio económico por hectárea de café al año.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 2014. Guía técnica de caficultura. 2 ed. Guatemala, ANACAFÉ. 212 p.

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 2016. Control del *Ojo de gallo* (en línea). Guatemala. Consultado 10 jul. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Control_Ojo_de_Gallo

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). 2016. Prevención del *Ojo de gallo* (en línea). Guatemala. Consultado 10 jul. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Prevencion_Ojo_de_Gallo

Barquero Miranda, M. 2004. Algunas consideraciones sobre el *Ojo de gallo*. Revista Informativa ICAFE (2):11-15.

Boechat Morandi, MA; Bettiol, W. 1991. Controle biológico de doenças de plantas (en línea). *In* Biocontrole de doencas de plantas: uso e perspectivas. Brasilia, Brasil, EMBRAPA. 388 p. (Serie Embrapa-CNPDA, no. 15). Consultado 10 jul. 2016. Disponible en https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144180/1/2009CL-07.pdf

Bonilla G, JC. 1980. Estudio del *Ojo de gallo* causado por el hongo (*Mycena citricolor*) (en línea). *In* Simposio Latinoamericano sobre Caficultura (3, 1980, Tegucigalpa, Honduras). Tegucigalpa, Honduras, IICA/PROMECAFE. p. 177-188. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en https://books.google.com.gt/books?id=7dYOAQAAIAAJ&pg=PA177&lpg=PA177&dq=bonilla,+Estudio+del+Ojo+de+gallo+causado+por+el+hongo+(Mycena+citricolor&source=bl&ots=cojzhx-lcN&sig=ACfU3U0y3lOWU6cOdcwnAtUt_T-IjSEQxQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjvx8-yruLiAhVFvlkKHbVgCxEQ6AEwAnoECAYQAQ#v=onepage&q=bonilla%2C%20Estudio%20del%20Ojo%20de%20gallo%20causado%20por%20el%20hongo%20(Mycena%20citricolor&f=false

Carhuavilca, NL. 2011. Evaluación de la eficiencia de especies de *Trichoderma spp* en el control de *Ojo de gallo* en café, en la provincia de La Convención. Tesis Lic. Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad. 136 p.

Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge (en línea). Guatemala, INAFOR. 24 p. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en https://www.academia.edu/10497202/CLASIFICACI%C3%93N_DE_ZONAS_DE_VIDA_DE_GUATEMALA

Díaz, MT. 2014. Evaluación del impacto provocado por la roya del café (*Hemileia vastatrix*), en los municipios de Camotán y Jocotán, departamento de Chiquimula, Guatemala 2013 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 139 p. Consultado 10 jul. 2016. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/TESIS_DE_ROYA_DEL_CAFE_MARCO_TULIO_DIAZ.pdf

Figueroa Zevallos, R; Fischersworring Hömber, B; Rosskamp Ripken, R. 1998. Guía para la caficultura ecológica: café orgánico. Lima, Perú, Publigraf S.R.L. 176 p. Consultado 23 jul. 2016. Disponible en https://books.google.com.gt/books/about/Gu%C3%ADa_para_la_caficultura_ecol%C3%B3gica.html?id=Om60DAEACAAJ&redir_esc=y

ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1988. Manejo del *Ojo de gallo*: regional valle central (en línea). Costa Rica. 6 p.

ICAFÉ (Instituto del café de Costa Rica). 1995. Sistema de valoración de riesgo del *Ojo de gallo* (en línea). Costa Rica. Consultado 20 ago. 2017. Disponible en http://www.icafe.cr/cicafe/investigaciones/ojo-de-gallo/

Ku Ucan, JG. 2008. Actividad antimicrobiana de extractos de orègano (*Lippia graveolens*) contra microorganismos fitopatogenos (en línea). Queretaro, Mexico, Universidad Autónoma De Querétaro. Consultado 13 jul. 2016. Disponible en http://ri.uaq.mx/xmlui/handle/123456789/4788?show=full

Orozco, E. 2010. Proyecto: *Ojo de gallo* ocasionado por (*Mycena citricolor*) en café (*Coffea arabica*), en Guatemala. Guatemala, ANACAFE. 14 diapositivas.

Orozco, E; Calderón, G. 2010. Biología de (*Mycena citricolor*) y su asociación en café para Guatemala. Guatemala, ANACAFE. 14 diapositivas.

Orozco, E; Figueroa, P; García, J; Peñate, L; Pacheco, A; Calderón, G. 2010. Características de la enfermedad *Ojo de gallo*. Revista El Cafetal (Guatemala) abril: 4-7.

Pacheco Sapón, AR. 2012. Epidemiología de la enfermedad ojo de gallo del café (*Coffea arabica*) causada por el hongo *Mycena citricolor* Berk & Curt en el área centro occidental de Guatemala, C.A. (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 91 p. Consultado 20 may 2018. Disponible en http://www.repositorio.usac.edu.gt/6507/

Quesada, D. 1996. Efecto del adherente y época de la aplicación de una bacteria antagonista en el combate de *Ojo de gallo* (*Mycena citricolor* Berk. & Curt. Sacc.) Tesis Lic. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 58 p.

Reyes, CP. 1983. Diseños de experimentos aplicados. 2 ed. México, Editorial Trillas. 344 p.

Rivillas-Osorio, CA; Castro-Toro, AM. 2011. *Ojo de gallo* o gotera del cafeto *Omphalia flavida* (en línea). Boletín Técnico de CENICAFE (37):1-25. Consultado 20 may. 2018. Disponible en https://www.oriusbiotech.com/archivos/investigaciones/2011-10_cenicafe-boletin_37_ojo_de_gallo_o_gotera_en_cafe.pdf

SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2010. Plan de desarrollo Olopa, Chiquimula (en línea). Guatemala, SEGEPLAN/DPT. 140 p. Consultado 20 may. 2018. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=329:pdm-olopa

Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. p. 379 – 390.

Vargas, E. 1984. Interacción de tratamiento biológico y químico en el combate de *Ojo de gallo* (*Mycena citricolor*) en el cafeto (en línea). Revista Agronomía Costarricense 8(2):97-97. Consultado 20 may. 2018. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_agr/v08n02_091.pdf

Wogiatzi, E; Gougoulia, N; Papachatzis, A. 2009. Chemical composition and antimicrobial effects of greek *Origanum* species essential oil (en línea). Journal Biotecnology & biotechnological Equipment 23(Issue 3): 1322-1324. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13102818.2009.10817662

CHIQUIMULA BIBLIOTECA