UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE SOMBRA Y APLICACIÓN DE OXICLORURO DE COBRE PARA EL CONTROL DE KOLEROGA (*Pellicularia koleroga* Cooke), EN EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arabiga* L.), *EN EL* PATRIMONIO AGRARIO COLECTIVO MORELIA, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JORGE ALEXIS QUEVEDO DIVAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	**Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez**
VOCAL PRIMERO	**Dr. Ariel Abderramán Ortiz López**
VOCAL SEGUNDO	**Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García**
VOCAL TERCERO	**Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz**
VOCAL CUARTO	**P. Agr. Josué Benjamín Boche López**
VOCAL QUINTO	**Br. Sergio Alexander Soto Estrada**
SECRETARIO	**Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales**

Guatemala, octubre de 2014

Guatemala, 16 de octubre de 2014

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

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 tesis titulado:

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE SOMBRA Y APLICACIÓN DE OXICLORURO DE COBRE PARA EL CONTROL DE KOLEROGA (*Pellicularia koleroga* Cooke)**, EN EL CULTIVO DEL CAFÉ** (*Coffea arabiga* L.*)*, ***EN EL*** **PATRIMONIO AGRARIO COLECTIVO MORELIA, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO.**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es trato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

JORGE ALEXIS QUEVEDO DIVAS

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Nuestro padre celestial
Por darme la vida, por permitirme alcanzar una meta más, por darme sabiduría, fortaleza y ser siempre la luz que ilumina mi camino.

MIS PADRES: Jorge Alberto Quevedo González
Rosa Lidia Divas de Quevedo
Con mucho amor, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, contando con su apoyo incondicional, ensenándome el camino correcto con sus sabios consejos.

MI ESPOSA: Sandra Yanet Cruz González de Quevedo
Por todo su apoyo, comprensión y amor.

MIS HIJOS: Jorge Alejandro, Allison Rocío y Andrea Jimena
Por ser parte importante de mi vida y mi triunfo.

MI NIETO: Jefferson André
Que en el futuro le sirva de aliciente para alcanzar sus metas.

MIS HERMANAS: Nidia Lisbeth y Edna Marisol
Porque en los momentos difíciles me brindaron su apoyo.

MIS TÍOS Y TIAS: En especial a mi tía Vilma (Q.E.P.D.)
Por ser como mi segunda madre.

MIS SOBRINOS: Bryan, Mario José, Estephany y Tania Marisol
Como estímulo para su superación personal.

MIS SUEGROS: Baldomero Cruz y Alicia González
Por su aprecio y apoyo.

MIS CUÑADOS: Mynor, Mario, Maroly, Waldemar y Ericka
Por su cariño y amistad

MIS AMIGOS: Por su amistad y los buenos momentos compartidos.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

A LOS AGRICULTORES DE LA COMUNIDAD DE MORELIA

MIS PROFESORES

MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi esposa, por motivarme a superar las dificultades que se presentaron en el desarrollo de esta tésis.

Ing. Juan Alberto Herrera Ardón, por su asesoría en el desarrollo de esta investigación.

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes, por sus consejos e irrestricto apoyo para lograr este triunfo.

Dr. Ezequiel Bautista, por su colaboración en el análisis estadístico de los resultados de mi investigación.

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, por sus consejos y la eficiencia administrativa al frente del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad, que coadyuvó en la culminación de mi trabajo de investigación.

Ing. José Oswaldo Loaiza Aldana, por acompañarme en el trabajo de campo realizado en esta investigación.

Ing. Baltazar de Jesús Nufio Reyes, por la revisión de los datos de campo generados en esta investigación.

Ing. Walter Reyes Sanabria, por su asesoría en la estructuración de este proyecto de investigación.

Ing. Agr. Ariel Eliseo Turcios Pantaleón, por sus valiosos aportes en el análisis de la información generada en esta investigación.

Mis amigos y a todas las personas que influyeron en forma directa e indirecta en la culminación de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

Página

ÍNDICE DE FIGURAS....ii
ÍNDICE DE CUADROS....iii
RESUMEN....v
1. INTRODUCCIÓN....1
2. MARCO TEÓRICO....4
2.1 Marco conceptual....4
2.1.1 Mal de hilachas o arañero (*Pellicularia koleroga* Cooke)....4
2.1.2 Síntomas....4
2.1.3 Control químico de *Pellicularia koleroga* Cooke....6
2.1.4 Control cultural....7
2.1.5 Evaluación de las enfermedades....7
4.1.5.1 Identificación de enfermedades....7
2.1.5.2 Incidencia....8
2.1.5.3 Severidad....9
2.1.6 Descripción general del café....11
2.1.7 Características botánicas del café....13
2.1.8 Morfología....14
2.1.9 Floración....15
2.1.10 Producción....16
2.1.11 Calidad del café....16
2.1.12 Clima y suelo....17
2.1.13 Sombras para el cafetal....19
2.1.14 Café con árboles diversos del bosque nativo....21
2.2 Marco referencial....24
2.2.1 Ubicación geográfica....24
2.2.2 Aspectos administrativos....27
2.2.3 Condiciones climáticas....27
2.2.4 Zona de Vida.....27
2.2.5 Suelos.....27

Página

3. OBJETIVOS 28
3.1. Objetivo general 28
3.2. Objetivos específicos 28
4. HIPOTESIS 28
5. METODOLOGÍA 29
5. 1 Ubicación y extensión de los cafetales del área de estudio 29
5.2 Diagnóstico de la enfermedad fungosa en el cultivo de café 29
5.3 Reconocimiento del área 29
5.4 Entrevistas 29
5.5 Diseño experimental 30
5.6 Variables de respuesta 32
5.6.1 Incidencia 32
5.6.2 Severidad 32
5.7 Manejo del experimento 34
5.8 Análisis de la información 34
5.8.1 Incidencia 34
5.8.2 Severidad 35
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36
6.1 Incidencia 36
6.2 Severidad 39
7. CONCLUSIONES 43
8. RECOMENDACIONES 44
9. BIBLIOGRAFÍA 45
10. ANEXOS 47
10.1 Anexo 1. Boleta de encuesta a agricultores 48
10.2 Anexo 2. Datos de incidencia de la enfermedad 49
10.3 Anexo 3. Datos de severidad de la enfermedad 50
10.4 Anexo 4. Fotografías de área experimental 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1	Hoja de café infectada con *Pellicularia koleroga* Cooke	05
Figura 2	Kilogramos de café oro exportados por productores guatemaltecos e Ingresos de divisas en millones de dólares desde el año 1,999 hasta el año 2,013.	11
Figura 3	Características de una buena sombra	22
Figura 4	Características de la sombra	23
Figura 5	Ubicación del Patrimonio Agrario Colectivo “Morelia”	25
Figura 6	Colindancias del Patrimonio Agrario Colectivo “Morelia”	26
Figura 7	Distribución de los tratamientos en los bloques del diseño experimental.	31
Figura 8	Grado uno (1) de severidad para *Pellicularia koleroga* Cooke	32
Figura 9	Grado dos (2) de severidad para *Pellicularia koleroga* Cooke.	32
Figura 10	Grado tres (3) de severidad para *Pellicularia koleroga* Cooke.	33
Figura 11	Grado cuatro (4) de severidad para *Pellicularia koleroga* Cooke.	33
Figura 12	Grado cinco (5) de severidad para *Pellicularia koleroga* Cooke.	33
Figura 13	Porcentajes de incidencia del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.), según el tratamiento aplicado.	38
Figura 14	Porcentajes de severidad del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke***),*** en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.), según el tratamiento aplicado.	42
Figura 15	Fotografía: Ingreso al parcelamiento Morelia.	51
Figura 16	Fotografía: Reunión con agricultores.	51
Figura 17	Fotografía: Diagnóstico de la enfermedad.	52
Figura 18	Fotografía: Establecimiento de unidades experimentales.	52
Figura 19	Fotografía: Regulación de sombra.	53
Figura 20	Fotografía: Determinación de incidencia.	53
Figura 21	Fotografía: Conteo de incidencia y severidad.	54
Figura 22	Fotografía: Conteo de incidencia y severidad.	54
Figura 23	Fotografía: Conteo de incidencia y severidad.	55
Figura 24	Fotografía: Conteo de incidencia y severidad.	55
Figura 25	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	56
Figura 26	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	56
Figura 27	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	57
Figura 28	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	57
Figura 29	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	58
Figura 30	Fotografía: Determinación de grado de severidad.	58
Figura 31	Fotografía: Determinación de porcentaje de severidad.	59
Figura 32	Fotografía: Determinación de porcentaje de severidad.	59
Figura 33	Fotografía: Determinación de porcentaje de severidad.	60
Figura 34	Fotografía: Determinación de porcentaje de severidad.	60

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1	Clave descriptiva para evaluar la severidad de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*.	10
Cuadro 2	Valores de la variable incidencia promedio por tratamiento y repetición, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).	33
Cuadro 3	Resultados del análisis de varianza al 5% de significancia, realizado para diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxiclorro de cobre, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.). desde el año 1,999 hasta el año 2,013.	34
Cuadro 4	Resultados de la prueba de comparación múltiple de medias, realizada para diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*),* en el cultivo de café **(***Coffea arabiga* L.***)***, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia.	34
Cuadro 5	Porcentajes de severidad obtenidos del conteo de hojas ***infectadas*** por el mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, y grados de severidad en la bandola que presentó el mayor daño en cada planta de café (*Coffea arabiga* L.), de cada unidad experimental.	36
Cuadro 6	Resultados del análisis de varianza al 5% de significancia, realizado para determinar el efecto de diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, en el grado de severidad de la infección del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke*)* en plantas de café (*Coffea arabiga* L.).	37
Cuadro 7	Resultados de la prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia, realizado para medir el efecto de diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, en la severidad de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en plantas de café (*Coffea arabiga* L.).	37
Cuadro 8	Conteo de plantas de café (*Coffea Arabiga* L.), infectadas por la enfermedad “mal de hilachas” (*Pellicularia koleroga* Cooke).	45
Cuadro 9	Conteo de hojas infectadas por la enfermedad "mal de hilachas" (*Pellicularia koleroga* Cooke), en bandola seleccionada por planta café (*Coffea Arabiga* L.), en el parcelamiento Colectivo Morelia.	46

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE SOMBRA Y APLICACIÓN DE OXICLORURO DE COBRE PARA EL CONTROL DE KOLEROGA (*Pellicularia koleroga* Cooke)**, EN EL CULTIVO DEL CAFÉ** (*Coffea arabiga* L.)**, EN EL PATRIMONIO AGRARIO COLECTIVO MORELIA, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

EVALUATION OF THREE LEVELS OF SHADE AND APPLICATION OF COPPER OXYCHLORIDE FOR THE CONTROL OF KOLEROGA (*Pellicularia koleroga* Cooke**), IN THE COFFEE (***Coffea arabiga* L.**) CROP, AT THE MORELIA AGRARIAN COLLECTIVE PATRIMONY, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

Los períodos de baja productividad del cultivo de Café *(Coffea Arabiga* L.*),* a nivel nacional, ha coincidido con el repunte de plagas y enfermedades que lo afectan, principalmente la roya del café (*Hemileia vastratrix Berk.et Br*); aunque en algunas regiones cafetaleras del país, el mal de hilachas o koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*),* ha causado las mayores pérdidas económicas en el cultivo del café. En el parcelamiento colectivo Morelia, ubicado en el municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango, se estiman pérdidas de un 36% de la producción total de café, equivalente a 4,200 quintales en 350 hectáreas cultivadas, con una disminución de Q.714,000.00 en los ingresos que se perciben regularmente.

El reconocimiento oportuno de los síntomas de la enfermedad causada por *Pellicularia koleroga* Cooke, permiten aplicar las medidas fitosanitarias adecuadas que coadyuven a la prevención y/o control de la enfermedad, que afecta, principalmente, a los cafetales sembrados en zonas bajas, temperaturas altas, sombrío denso y alta humedad permanente.

Esta investigación se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de oxicloruro de cobre al 50%, 30 antes del inicio de las lluvias, en dosis de 5.82

g/l de agua y sin regulación de sombra; así como el efecto de tres niveles de regulación de sombra: al 50%, al 25% y al 0% (sin regulación de sombra), en el nivel de incidencia y la severidad de daños causados por la enfermedad de koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*.

La aplicación de oxicloruro de cobre (sin regulación de sombra) y la eliminación del 50% de la sombra son los tratamientos que dieron los mejores resultados para el control de esta enfermedad tanto en su incidencia, como en la severidad con que afecta al cultivo del café, con valores de incidencia: 25% y 32.81% y de severidad: 8.63% y 9.50%, respectivamente. Con estos dos tratamientos se obtuvo, además un grado 2 de severidad, que se considera bajo.

Se determinó, que sin ninguna regulación de sombra, la incidencia y severidad de la enfermedad, conocida como “mal de hilachas” *(Pellicularia koleroga* Cooke), causó los mayores daños, comparados con los determinados en el resto de tratamientos evaluados. Los resultados para este tratamiento son: 81.25% de incidencia, 18.63% de severidad grado 3.

Con base en los resultados de esta investigación y con la finalidad de prevenir la enfermedad, se recomienda a los agricultores, aplicar el manejo adecuado de los niveles de sombra. Cuando la enfermedad ya está presente en el cultivo, utilizar la regulación de sombra al 50% y la aplicación de oxicloruro de cobre, previo al inicio de las lluvias.

Además, dada la importancia de los ingresos que se obtienen con la producción de café, se recomienda realizar otras investigaciones para el control de esta enfermedad, en diferentes épocas del año y en diferentes zonas cafetaleras del país.

1. INTRODUCCIÓN

Según las cifras oficiales de Anacafé (8), los productores guatemaltecos, tuvieron una baja producción en el grano de café *(Coffea arabiga* L.*.)*, durante el período 2,012-2,013 y exportaron un total de 4.8 millones de quintales de café oro (de 45.6 kilogramos cada uno), que generaron 752.6 millones de dólares, registrando una caída de 235.4 millones de dólares (23.85 %) en divisas para el país, en comparación con los ingresos por este mismo rubro durante el período 2,011-2,012. Para el período 2,013-2,014, Anacafé pronostica un 7 % de caída en la cosecha de café.

Estas sensibles bajas en la producción de café oro, ha ocurrido en otros períodos, como ocurrió durante el período 2008-2009, en el que hubo una caída de 9.82 % de quintales de café producidos. Se exportaron un total de 4.5 millones de quintales (de 45.6 kilogramos cada uno), en comparación a los 4.99 millones de quintales exportados en el período 2,007-2,008.

Los períodos de baja productividad del cultivo de Café *(Coffea Arabiga* L.*),* a nivel nacional, ha coincidido con el repunte de plagas y enfermedades que lo afectan, principalmente la roya del café (*Hemileia vastratrix Berk.et Br*); aunque en algunas regiones, como el parcelamiento colectivo Morelia, ubicado en el municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango, el mal de hilachas o koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*),* ha causado las mayores pérdidas económicas en el cultivo del café. Se estiman pérdidas de un 36% de la producción total de café en uva, equivalente a 4,200 quintales en 350 hectáreas cultivadas, con una disminución de Q.714,000.00 en los ingresos que se perciben regularmente. Esta estimación se realizó considerando que en esta región, sin la presencia de la enfermedad, se han cosechado 11,550 quintales, a razón de 33 quintales por hectárea cultivada y con la presencia de la enfermedad se cosechan únicamente 7,350 quintales que, actualmente, se venden a Q 170.00 el quintal.

Debido a la importancia económica que tiene el cultivo de café para Guatemala, es necesario resaltar las medidas fitosanitarias que se utilizan para el control de las distintas enfermedades que lo afectan y que están ligadas a condiciones ambientales. Muchos esfuerzos se han realizado en el sentido de introducir las técnicas agronómicas que comprenden el control de plagas y enfermedades. Actualmente se dispone de paquetes tecnológicos que permiten minimizar los efectos de estos factores limitantes en la producción.

El reconocimiento oportuno de los síntomas y las condiciones en que se dan, permiten aplicar las medidas fitosanitarias adecuadas que coadyuven a la prevención y/o control de la enfermedad llamada mal de hilachas, causado por koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*; que afecta, principalmente, a los cafetales sembrados en zonas bajas, temperaturas altas, sombrío denso y alta humedad permanente. Para su control, se han utilizado productos basados en oxicloruro de cobre a 50%, en dosis de 500 g por cada100 litros de agua; y Benlate, cuyo ingrediente activo es Benomilo, al 50% de concentración, en dosis de 60 g por cada100 litros de agua.

En el reconocimiento realizado, se observó que la enfermedad avanza de la base hacia la punta de las bandolas que las hojas de las plantas infectadas y se quedan pegadas por medio de unos hilos blancos (micelio del hongo); los frutos infectados, se secan y se desprenden.Se tomaron muestras de hojas y frutos infectados y se llevaron al laboratorio de análisis fitopatológico, donde se identificó el hongo causal de la enfermedad.

Se observó que en áreas de cultivo con exceso de sombra, había una mayor incidencia de la enfermedad, principalmente en bandolas y, en términos generales, un mayor grado de severidad de la enfermedad en toda la plantación. El manejo de los niveles de sombra en las áreas cultivadas con café, hace que aumenten los niveles de incidencia y severidad de la enfermedad. Para prevenirla, es necesario recomendar a los agricultores niveles de sombra apropiados y, cuando esta esté presente, el mejor tratamiento para controlarla.

Los propietarios de estas tierras son campesinos, que las obtuvieron a través del Fondo de Tierras, a cambio de pagar una cuota anual no especificada y cancelada con la misma producción. Los productores no han tenido una asesoría técnica oportuna, mucho menos contar con paquetes tecnológicos que les permitan enfrentar la enfermedad y mejorar la productividad de sus parcelas, dedicadas al cultivo de café.

Con los resultados de esta investigación, se ofrecen alternativas para un manejo exitoso de la enfermedad, en el parcelamiento colectivo Morelia. El control efectivo de la misma, tiene relación con el espaciado y la cantidad de poda dada a los árboles de sombra (niveles de sombra), en las plantaciones de café.

2. MARCO TEORICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Mal de hilachas o arañero (*Pellicularia koleroga* Cooke)

Koleroga o mal de hilachas, es una enfermedad provocada por el hongo *Pellicularia koleroga* Cooke. La clasificación taxonómica de este hongo es la siguiente (10):

Reino: Hongos
División: Eumycota
Subdivisión: Basidiomycota
Orden: Poliporales
Familia: Teleporacea
Género: Pellicularía
Especie: *Pellicularia koleroga* Cooke

2.1.2 Síntomas

El hongo *Pellicularia koleroga* Cooke, tiene la característica principal de dispersarse en las zonas donde predominan condiciones de alta humedad. Los síntomas en la planta de café inician con la aparición de una hebra oscura y áspera, en forma de hilos de araña, que se adhieren a lo largo de los tallos y ramas laterales, extendiéndose en forma de abanico hacia el lado inferior de las hojas; sobre los frutos verdes va formando una película blanca que con el tiempo se oscurece. Las hojas pierden su turgencia; se necrosa el área foliar notándose una red micelial de color blanquecino permaneciendo sujetas a las bandolas por medio del micelio del hongo (10).

El mal de hilachas es una enfermedad que afecta a los cafetales ubicados en zonas bajas, temperaturas altas, sombrío denso y alta humedad permanente.

Puede causar la pérdida total de hojas, frutos y hasta la planta en su totalidad. Se reconoce porque las hojas se quedan pegadas a ellas por medio de unos hilos blancos. Los frutos también son atacados, se secan y se desprenden. La enfermedad avanza de la base de las ramas hacia la punta, desplazándose vía aérea y del eje ortotrópico hacia la periferia de la bandolas (10).

Este hongo se desarrolla en la parte inferior de las ramas y tallos jóvenes y avanza de la base hacia las puntas de las ramas. Este micelio forma hilos o cordones, penetrando los tejidos celulares. Las hojas se marchitan, oscurecen y mueren quedando en la rama sostenidas por el micelio. Este hongo ataca principalmente durante el período de lluvias, principalmente de junio a septiembre, al aparecer esta enfermedad también ataca a los frutos. Produce defoliación severa y pérdida de frutos. Se resienten sus daños en la cosecha actual y llegan sus efectos a la siguiente cosecha (10).

En la Figura 1, se presenta la forma en que la enfermedad afecta a la planta del cultivo de café, mostrando sus signos y síntomas.

Figura 1. Hoja de café infectada con Koleroga (*Pellicularia koleroga* Cooke) (21).

2.1.3 Control químico de *Pellicularia koleroga* Cooke

El uso de productos químicos debe ser dirigido primero con productos preventivos y luego con productos curativos que van directo a los focos de infección, y entre estos se tienen los siguientes productos

a) Caldo bordelés

Para preparar 100 litros de caldo bordelés se necesita un tanque de plástico con capacidad de 132 litros. Mezclar un kilo de cal en 80 litros de agua. En un balde más pequeño mezclar un kilo de sulfato de cobre en 20 litros de agua. Vertir el sulfato de cobre (líquido azul), a la solución con cal, revolviendo constantemente, hasta tener un preparado uniforme. Aplicar caldo bordéles en forma preventiva a los 15 días de iniciada la época lluviosa. Con una bomba de mochila asperjadora, se aplica el producto, especialmente hacia el envés de las hojas, el tallo y las ramas. Con 100 litros alcanza aproximadamente para una hectárea. Otro de los productos que se recomiendan para combatir esta enfermedad, son productos basados con ingredientes activos de cobre y zinc, como el Oxicloruro de Cobre al 50%, cuyas dosis son de 500 gramos/100 litros de agua y Benlate en dosis de 60 gramos/100 litros de agua. La mezcla de Benlate + Cobre sigue siendo efectivo para el control del hongo (3).

b) **Cobre 50% GDA- Oxicloruro de cobre**

Los 500 gramos de cobre proceden de 847.5 gr de oxicloruro de cobre con una riqueza en cobre metal no menor del 59% (50% en peso equivalente 500 g.i.a cobre metal), por kilogramo. Es un surfactante no iónico, catalogado tóxicamente grado IV.

Fungicida preventivo de contacto, formulado como gránulos dispersables en el agua para aplicar en aspersión foliar. Aplique cuando las condiciones ambientales favorezcan el desarrollo de la enfermedad antes de que aparezcan los primeros síntomas. Asegúrese de conseguir un buen cubrimiento del haz y envés de las hojas, brotes y madera vieja. Controla un amplio espectro de hongos patógenos y algunas bacterias. Puede ser utilizado en el control preventivo de mal de hilachas en el cultivo de café y sigatoca amarilla en el cultivo del banano (3).

2.1.4 Control cultural

El control de la enfermedad se logra realizando prácticas agronómicas como: manejo de sombra, eliminación del tejido enfermo y utilizando programas adecuados de fertilización que conllevan a una mayor absorción de luz, aeración dentro del cultivo de café y una eficiente nutrición mineral dentro del cultivo también como regular la sombra de árboles, deshijando y deshojando las plantas de plátano y realizar poda de mantenimiento de los cafetos para asegurar buena aireación (4).

Un buen control de las sombras, para evitar los excesos de humedad en el ambiente, así como una buena ventilación, evitará el desarrollo y la propagación de este hongo (4).

2.1.5 Evaluación de las enfermedades

4.1.5.1 Identificación de enfermedades

La evaluación de las enfermedades de plantas tiene como objetivo llegar a la cosecha con la menor cantidad de medidas represivas, con la mayor producción y con el menor costo. Esto significa que el evaluador es capaz de identificar y ubicar

la presencia de la enfermedad y cuantificarla. De tal manera que las medidas correctivas sean oportunas (2).

El evaluador debe tener el conocimiento suficiente sobre él o los agentes causales de las enfermedades comunes del cultivo motivo de la evaluación. Debe saber las condiciones que favorecen o desfavorecen a la enfermedad de tal manera que conozca el lugar o lugares del campo y el momento para buscar síntomas de la enfermedad, a fin de cumplir con el objetivo de identificar, ubicar y cuantificar. Por ejemplo, si un agente causal es favorecido por alta humedad en el suelo, debería ubicar puntos de muestreo en áreas del campo con alta humedad (2).

2.1.5.2 Incidencia

Está referida a la proporción o porcentaje de plantas sanas y enfermas. También se utiliza para el caso de partes de las plantas como ramas, hojas, frutos y flores. Por ejemplo, una incidencia de 45% en plantas, significa que el 45% de plantas tienen síntomas de la enfermedad y el 55% de plantas no presentan síntomas de la enfermedad. Una incidencia de 35% de frutos, significa que el35% de frutos presentan síntomas de la enfermedad y el 65 % de frutos no presentan síntomas de la enfermedad. El cálculo de la incidencia se efectúa empleando la siguiente ecuación:

$$Incidencia\ (I) = \frac{Número\ de\ plantas\ o\ partes\ de\ plantas\ enfermas}{Número\ total\ de\ plantas\ o\ partes\ de\ plantas\ observadas}\ x\ 100$$

La incidencia es una medida exacta y fácil, que resulta simplemente de contar plantas o partes de plantas con síntomas de la enfermedad. Sin embargo la incidencia solamente indica si la planta presenta o no síntomas de una enfermedad, no es capaz de mostrar la gravedad de la enfermedad en términos de cuánto tejido de la planta está afectado. Basta que una planta muestre una

pequeña lesión de una enfermedad para considerarla como planta con síntomas de la enfermedad. Otro inconveniente puede ser el hecho que dentro de la incidencia también se consideran plantas muertas. La incidencia es muy útil en enfermedades de muy rápida evolución como el mildiú de la cebolla o la rancha de la papa, en enfermedades radicales y en los casos en los que es suficiente una lesión para que la parte afectada pierda su valor comercial (2).

2.1.5.3 Severidad

Está referida a la medida de cuanto de la planta o cuanto de tejido de la plantase encuentra afectada por la enfermedad. Esta es una medida visual y subjetiva, a diferencia de la incidencia en la que se cuenta el número de plantas con o sin síntomas. La severidad es una medida subjetiva y está sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador. Así la elaboración y disponibilidad de ayudas visuales y escalas de evaluación tratan de minimizarlos errores y el estimado de la enfermedad sea lo más exacto posible. La severidad se expresa en proporción de tejido afectado, así una severidad de 0.05, significa que el 5% del tejido de la planta está afectado. Una severidad de 0.35, significa que el 35% del tejido de la planta está afectado por la enfermedad (2).

Para el cálculo de la severidad, se emplea la siguiente ecuación:

$$\%\ \ de\ Severidad\ (S) = \frac{Número\ de\ plantas\ por\ cada\ grado}{Número\ total\ de\ plantas\ evaluadas\ por\ grado\ mayor}\ x\,100$$

La elaboración de escalas de evaluación para cada enfermedad en cada cultivo la realiza el evaluador, dependiendo de las características del patógeno. El evaluador, debe considerar los síntomas observables en cada planta y, en algunos casos, considerar el efecto negativo en el rendimiento del cultivo. Por ejemplo, en el cuadro 1, se presenta la clave descriptiva de campo de la Sociedad Británica de

Micología para la evaluación de severidad del mal de hilachas causada por *Pellicularia koleroga* Cooke, elaborada por Mont (2,002), citado por Anculle Arenas (2).

Cuadro 1. Clave descriptiva para evaluar la severidad del mal de hilachas causada por *Pellicularia koleroga* Cooke**.**

% Severidad	Descripción
0	Sin infección visible
0.1	Solo unas pocas plantas afectadas; hasta 1 ó 2 hebras en un radio de 11 m
1	Hasta 10 hebras por planta, o generalmente manchas ligeras
5	Aproximadamente 50 hebras por planta, o hasta 10 foliolos afectados en la bandola.
25	Casi cada foliolo con hebras o filamentos, las plantas aún mantienen su forma normal, a pesar de que cada planta está afectada.
50	Todas las plantas afectadas y cerca de la mitad del área foliar adheridas por las hebras; el campo se aprecia verde manchado con marrón.
75	Cerca de las ¾ partes del área foliar destruida: los campos no muestran predominio de color verde o marrón. En algunos cultivares las hojas más jóvenes, algunas flores y frutos escapan a la infección de manera que el color verde es más conspicuo que en otros cultivares más susceptibles.
95	Solamente unas pocas hojas permanecen verdes, el tallo y algunos frutos aún se mantienen verdes en las bandolas.
100	Todas las hojas muertas, adheridas por medio de las hebras, los tallos, flores y frutos muertos o muriendo (2).

Fuente: Anculle Arenas (2)

2.1.6 Descripción general del café

El café por ser uno de los cultivos con mayor consumo humano a nivel mundial, resulta ser relevante para Guatemala por la extensión de área cultivada, representando el mayor ingreso de captación de divisas en años recientes. En los períodos 2,009-2,010, 2,010-2,011, 2,011-2,012 y 2,012-2,013 ha alcanzado ingresos de divisas al país por 691.0, 1,136.0, 987.0 y 752.6 millones de dólares, respectivamente. Además de una importante generación de empleo. La figura 2 muestra la cantidad de kilogramos de café oro exportados y los ingresos de divisas en millones de dólares desde el año 1,999 hasta el año 2,013, según estadísticas presentadas por la Asociación Nacional del Café –Anacafé- (8).

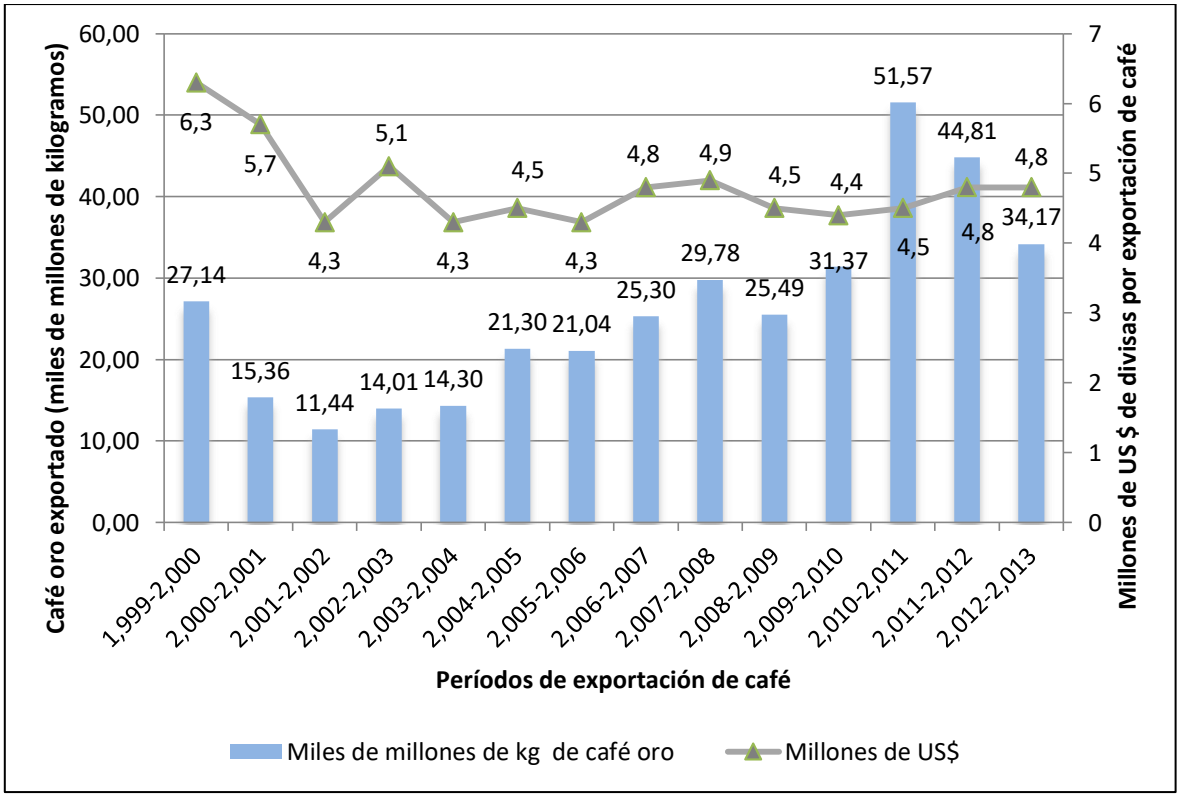


Figura 2. Kilogramos de café oro exportados por productores guatemaltecos e ingresos de divisas en millones de dólares desde el año 1999 hasta el año 2013. **Fuente**: Asociación Nacional del Café –ANACAFÉ-

Se estima que las variedades más importantes de café, económicamente en la producción mundial son: *Coffea arabiga* L., que produce aproximadamente el 80-

90%; *C.canephora*, cerca del 20% y *C.liberica*, sobre un 1%. Las semillas de algunas especies silvestres se usan localmente, siendo algunas de estas especies las siguientes:

Guatemala. Maragogipe. *Arabiga*. Sabor dulzón, más aromático que la clase antigua.

Guatemala. Variedad antigua. *Arabiga*. Café muy suave, sin acidez, muy neutro.

Guatemala. Volcán de oro. *Arabiga*. Es la clase más gourmet de los Guatemala. Sabor más intenso y con más cuerpo (12).

La clasificación taxonómica de este cultivo es la siguiente (17):

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	Coffea
Especie	*arabiga* L.

El cafeto pertenece a la familia Rubiácea y al género *Coffea*, que comprende más de 40 especies, de las cuales se cultivan 19 que son las de mayor importancia económica, entre las cuales tenemos *Coffea arabiga*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica* (1).

Las especies de *Coffea arabiga*, comprenden variedades de porte pequeño, mediano y alto. Entre las variedades de porte pequeño se pueden mencionar: Caturra de frutos rojos y amarillos, Villalobos, San Ramón y San Bernardo. De porte mediano: Típica roja, amarilla, Bourbone rojo y amarillo. De porte alto: Maragogipe, Mundo Novo y Columnaria (1).

Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían

comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna. Sea como fuere, el caso es que se conocen unas 30 especies de café (14).

2.1.7 Características botánicas del café

El género *Coffea*, consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales; pertenece a la tribu *Coffeoideae* de la familia *Rubiaceae*. Géneros relacionados con ella y de valor económico u ornamental incluyen la Quina, Ixora, Pavetta y Gardenia, siendo la primera la fuente para la obtención de quinina. Entre estos tenemos a *Coffea arabiga***,** (*Coffea arabiga* L; syn.: *Coffea vulgaris* Moench, *Coffea laurijolia* Salisb.) es nativo de las tierras altas de Etiopía, en elevaciones que oscilan entre los 1,350 y los 2,000 m. Es posiblemente nativo de otras partes de África y Arabia en el Asia (17).

Se trata de un arbusto o árbol pequeño liso, de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12-15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto onduladas, siemprevivas. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o muy cortamente pediceladas, varias en cada axila de las hojas, de 2-9 o más juntas en racimos axilares muy cortos o laterales bracteolados; las bractéolas son ovadas, los más internos connatos en la base de los pedicelos, cayéndose pronto del cáliz-limbo poco profundo, subtruncado u obtusamente 5-denticulado; la corola es de cinco lóbulos, éstos son ovales, obtusos o puntiagudos, igualando o excediendo el tubo, extendiéndose; las anteras más cortas que los lóbulos-corola, completamente salientes, fijos un poco abajo de la mitad de los filamentos los que son más o menos de la mitad de su largo. El disco liso. El estilo más o menos igualando a la flor extendida, bífido, lóbulos lineales, más angostos hacia la punta. La baya oblonga - elíptica, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde,

después de color rojo y con el tiempo de color azul-negro. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a12,7 mm de largo (12).

Coffea arabiga es una mutante recesiva. Fue importada a la isla de Reunión directamente de Arabia por los franceses y más tarde fue llevada a las Indias Occidentales; de allí fue llevada a Centro y Sudamérica. La variedad bourbon constituye un árbol más o menos delgado, cuyas ramas principales salen del tronco a un ángulo más o menos de 45 grados, volviéndose más tarde casi horizontales y colgantes y las hojas son más anchas y las puntas bronceadas, por lo general están ausentes (21).

Tres de estas especies cultivadas, clasificadas anteriormente como variedades, son el café Maragogipe (*Coffea arabiga* cv. *maragogipe* = *Coffea arabiga* var. *Maragogipe* Hort.), que fue descubierta en Brasil en 1870; también se encontró en Brasil en 1871 "amarella", "Botucatú" o "Golden dropcoffee" (*Coffea arabiga* cv. *amarella* = *Coffea arabiga* var. *Amarella* Hort. ex Froehner), y "el café angustifolia" (*Coffea arabiga* cv. *angustifolia* = *Coffea arabiga* var. *angustifolia* (Roxb.) Miq, el cual apareció por primera vez en la provincia de Menado, de las Célebes (Sula Wesi). Las dos primeras están plantadas comercialmente. La var. maragogipe, se cultiva en el norte de América del Sur, Centroamérica, México y las Indias Occidentales; y el café "Porto Rican", en Puerto Rico, entre otros. En muchos casos, como en los referentes a Kilimanjaro, Nacional de Brasil y Bourbon de la América Central, etc., los nombres realmente se refieren a grupos de variedades o razas (17).

2.1.8 Morfología

El café arábigo es un arbusto leñoso con hojas lustrosas que crecen sobre numerosas ramas originadas de un solo tronco, posee una raíz vertical que penetra en el suelo hasta 50 cm. De estas últimas a su vez originan otras que se extienden horizontalmente, encontrándose allí las raicillas absorbentes. Del tronco salen las ramas primarias, las cuales producen a su vez ramas secundarias. Estas

últimas y el tronco se pueden renovar porque poseen yemas.. Las ramas secundarias poseen flores.., Las hojas se producen en las ramas secundarias, en las primarias y el tallo joven. En cada nudo hay un par de hojas y su tamaño varía de 12 a 15 cm de largo y 5 cm de ancho, son elípticas, acuminadas, algo onduladas y opuestas. Las flores se forman en las axilas de las hojas en grupos de cuatro sobre un glomérulo. Es de color blanco muy pedicelada, con pequeños sépalos que forman el cáliz. Tienen un solo ovario con un estilo bífido y cinco estambres que nacen en la unión de los pétalos (17).

El fruto madura alrededor de 28 semanas después de la apertura de la flor. Tiene forma elíptica de 1.5 cm de largo. Está formado por el epicarpio o piel, el mesocarpio o pulpa, el endocarpio o pergamino y dos semillas (17).

2.1.9 Floración

La floración del café arábigo es marcadamente estacional, efectuándose generalmente sólo con la presencia de tiempo húmedo, pero la periodicidad puede ser mucho menos distinta donde las condiciones climáticas son relativamente estables en todo el año. La cantidad de flores producidas y su tamaño dependen de las relaciones de agua prevalecientes. Las condiciones extremadamente húmedas pueden ocasionar la formación de distintas flores estériles de color verdoso, las llamadas "flores-estrella". Las lluvias en la época de la polinización pueden reducir el cuaje de los frutos en forma considerable. Otras especies de café son mucho menos estacionales en sus períodos de floración y también menos sensibles, a las lluvias que evitan la polinización (14).

Las flores del café son polinizadas por el viento y otros agentes; hay aparentemente un elevado porcentaje de polinización entre las plantas adyacentes. Las variedades de café arábigo pueden amarrar fruta con la autopolinización, mientras que las del grupo robusta no lo logran. La tendencia hacia la heterostilia, que se observa con frecuencia en toda *Rubiaceae*, se ha

presentado, según se informa, en varias especies de café, particularmente en el grupo robusta. Las, variedades de café arábigo y los híbridos de las formas arábiga y liberiana, son casi auto compatibles mientras que la auto-esterilidad es común en el grupo robusta (14).

Recientes experimentos de campo tratan de averiguar la influencia de la temperatura en el crecimiento vegetativo y en la floración. Dichos ensayos revelan que existen unas temperaturas óptimas para la floración que oscilan entre los 33-28 °C en verano, potenciándose tanto el crecimiento vegetativo como el número de nudos florales. Cuando las temperaturas invernales oscilan entre los 23-18 ºC se ha visto que estas favorecen el desarrollo posterior de la planta además de favorecer la sincronización de la floración para desarrollar el máximo número de inflorescencias por nudo (Drinnan y Menzel, 1995). Otros ensayos tratan de ver el efecto del estrés hídrico en la sincronización de la antesis floral, los experimentos son bastante reveladores y prometen el uso de la irrigación y estrés hídrico en las últimas etapas del desarrollo floral para sincronizar la floración (Drinnan y Menzel, 1994) (14).

2.1.10 Producción

La primera cosecha de un cafetal nuevo es entre 1, 5 y 3 años, dependiendo de la variedad de café sembrado. En el trópico hay dos cosechas al año (principal y mitaca). Los rendimientos dependen principalmente de la edad del cafetal, de su manejo (abonamiento y sombrío), y de variedades del café. Se han obtenido producciones entre 25 y 35 qq. Por hectárea con 3300 cafetos, 125 ingas de sombrío y aplicaciones de 2 kg de fertilizante por cafeto (5).

2.1.11 Calidad del café

Sobre la calidad del grano de café influye la composición química del grano, determina por la constitución genética, los cuidados culturales, los factores de

ambiente y el grado de madurez, así como el proceso de beneficio, secado y almacenamiento del grano. El café de altura (1200 msnm a más) procesado adecuadamente es de mejor calidad que el producido en zonas de menor altura. Los importadores de café orgánico en Europa exigen cafés de altura sobre 1500 msnm. El café seco con una humedad del 10 al 12% tiene color verde azulado. El café debe almacenarse en sitio seco y frío (5).

2.1.12 Clima y suelo

La temperatura varía con la altitud y latitud y así también las diferentes especies ó variedades de café se adaptan a diferentes altitudes y latitudes. Coffea arabiga crece espontáneamente en Etiopía de 1500 a 1900 m de altitud, con una temperatura media anual de 17 a 20 °C, y crece bien entre 21 grados latitud norte y 25 grados latitud sur. Mientras que *Coffea canephora* y *Coffea liberica*, crece naturalmente en las tierras de África Central y su distribución está más restringida con latitudes más cercanas al Ecuador (11).

Según Carvajal, citado por Orellana (15), la temperatura media del mes más cálido está entre 23 y 27 °C. y la del mes más frío está entre 13 y 16 °C. La temperatura mínima absoluta cobra importancia en donde se dan las heladas, pues llegan a causar severos daños, como sucede en Brasil. Finalmente el termoperíodo diario si es adecuado favorece a las buenas floraciones (15).

La luz solar es la responsable de la fotosíntesis, pues esta energía lúdica es transformada en energía química por la clorofila, la cual impulsa todos los procesos metabólicos en la planta. La influencia de la luz solar se da por el efecto de tres variables: Intensidad (irradiación). Calidad y Duración (fotoperiodo) (15).

Intensidad: se dice que la que tiene más influencia sobre el género *Coffea* y su acción al variar ha sido motivo de controversia (15).

Calidad: se refiere a las diferentes longitudes de onda que la compongan, pues cada una de ellas tiene influencia diferencial en las plantas, reaccionando con diferentes tipos de desarrollo (15).

Duración: El café es una planta de fotoperíodo corto, lo cual fue demostrado por Went en 1957, en nuestro país en diciembre se dan los días más cortos y en marzo puede regarse la planta ya que se le induce a la floración, los cual está ayudándose por los efectos del fotoperíodo seguramente (11).

En cuanto a la precipitación pluvial, ya que el agua es indispensable en cualquier planta, pues constituye el medio de transporte de nutrientes minerales y sustancias complejas elaboradas por ella misma, cuando la precipitación es deficiente, el café fructifica temprano, los rendimientos altos (relativamente), del tercer año originan agotamiento y marchitez, pasando por lo menos dos años para que se forme otra cosecha costeable, seguida de agotamiento progresivo, debido a los constantes marchitamientos (11).

La apertura de la flor está íntimamente relacionada con la lluvia, ya que los primordios florales después de haber alcanzado cierto desarrollo, no se abren seguidamente, si no que su última fase de desarrollo y la floración son provocadas por la lluvia después de u período seco. A esto se le ha llamado “Umbral Pluviofloral”, que puede definirse como el espesor de la lámina de agua recibida por el suelo que es capaz de crear y mantener el estado de turgencia necesario y suficiente para desencadenar la floración. Puede pensarse que cuando se dan dos o más floraciones en una plantación el requerimiento de humedad en el suelo ha sido llenado paulatinamente por dos o más precipitaciones (11).

Respecto a la profundidad del suelo, las raíces del café tienen un desarrollo profundo por lo que los suelos deben tener una profundidad mayor de 1.5 m. Debiendo presentar además una buena porosidad para facilitar la penetración de las raíces y su aeración adecuada (11).

Los suelos deben ser francos de preferencia, sueltos o desmenuzables y ricos en materia orgánica. Los suelos arenosos presentan las desventajas de tener poca retención de agua, y si hay sequías prolongadas la planta sufre presentando poca defensa a la erosión, y además si es en regiones de altas temperaturas hay una mayor absorción de calor, que puede afectar al desarrollo y funcionamiento de las raíces (11).

El café prefiere los suelos ácidos, en El Salvador se cultiva incluso en pH de 3.4 sin que se hayan observado mayores problemas, tal acidez la han alcanzado probamente por el continuo uso de sulfato de amonio ya que existen niveles bajos de azufre (11).

Los cafetos jóvenes deben tener sombra continua desde la época en que se les trasplante, consecuentemente, resulta necesario trasplantar los árboles de sombra con uno o dos años de anticipación. El espaciado que se da a los cafetos se determina principalmente por la altitud de la plantación. La distancia comúnmente usada en la siembra del café arábigo es de 2,0 x 2,5 m, lo cual da más o menos 2,000 árboles por hectárea (20).

2.1.13 Sombras para el cafetal

La sombra es un factor fundamental en la producción de café suave, pues determina en el grano una calidad que no se obtiene nunca en el grano desarrollado a pleno sol. Dentro de las ventajas que presenta la sombra en el cafetal se pueden mencionar:

a) Regula la floración y maduración del fruto y, por consiguiente, las cosechas.
b) Prolonga la vida útil del cafetal.
c) Genera un aumento de las ramas primarias y secundarias, ampliando enormemente la capacidad productora de la planta.

d) Ayuda a conservar los suelos al reducir la incidencia de la radiación solar, la acción erosiva de las gotas de lluvia y la proliferación de hierbas.
e) Aumenta la capacidad de absorción e infiltración de agua al suelo.
f) Regula las condiciones climatológicas (6).

Entre los distintos tipos de sombra existen:

a) Sombrío transitorio o temporal

Es aquel que durante los primeros años de vida le da sombra al cafeto. Se usa principalmente cuando se establece un cafetal por primera vez. El sombrío temporal desaparece o se elimina cuando el sombrío permanente da buena a sombra. Una de las plantas adecuadas son: El plátano, leguminosas como la crotalaria, higuerilla (20).

b) Sombrío permanente

Es aquel que queda establecido durante toda la vida del cafetal: Las plantas adecuadas son árboles de larga vida y de porte mediano a alto. Tales como: Palta, chirimoya, naranja etc. Los árboles permanentes preferible sembrarlos en los surcos del café para que queden libres las calles. Entre los cultivos utilizados para sombra del café tenemos al cushin (*Inga spp.).* El género *Inga* perteneciente a las Mimosoideas, es el más usado y se conocen más de 30 especies que se usan para tal fin en los diferentes países. Ha quedado demostrado que las cushines, producen la mayor cantidad de hojarasca, con lo cual se garantiza una cobertura antierosiva sobre el suelo de buena calidad. En el CATIE se ha investigado que las cushines producen entre 38 a 67 kg/ha/año de Nitrógeno en el suelo, dependiendo esto de la densidad de los árboles (20).

Desde 1,970 se inicia el cambio de las variedades de café típico por las más productivas, como caturra, Pache y Borbón. A partir de 1,983 se inicia la

sustitución de los cafetos mencionados por las variedades de Catimores altamente productivos. En los cafetales bajo sombra de árboles maderables se fue sustituyendo paulatinamente éstos con las especies de *Inga sp.* La sombra nunca debe exceder a un 40% del filtraje de luz. La poda de la sombra se realiza bajo este criterio al final de la última cosecha, realizando una poda parcial de las ramas excedentes, para lograr así mayor luminosidad antes de la floración del café (20).

Los cafetos se mantienen en una densidad entre 5,000 y 7,000 plantas por hectárea. Se usan actualmente (desde 1,985) las variedades enanas de Catimores, por su alta productividad y relativa resistencia a la roya amarilla del cafeto (20).

La poda selectiva de la sombra, que debe hacerse cada año, ha permitido manejar un microclima ideal (19).

2.1.14 Café con árboles diversos del bosque nativo

El café con sombra es un ejemplo de un sistema agroforestal. 'Agroforestería' es precisamente lo que el nombre indica: un sistema que combina la agricultura, en nuestro caso el café, y la forestería, en nuestro caso los árboles de sombra (6).

Dentro de las ventajas de la sombra con árboles de bosque nativo se pueden mencionar:

a) Protege el suelo de la erosión causada por la lluvia y el viento;

b) Retiene la humedad del suelo por medio del mantillo producido por la hojarasca;

c) Reestablece la fertilidad del suelo al incorporar hojarasca al suelo (reciclaje de nutrientes);

d) Sirve como hábitat para animales (insectos, aves, mamíferos).

Los ecólogos se refieren a estos beneficios como “servicios ecológicos”.

Una “buena sombra” (ver figura 3), tiene diferentes características que se pueden identificar y medir. Algunas de éstas son:

a) Altura del árbol: es la distancia, medida en metros, que existe desde la base del árbol hasta su copa.

b) Diversidad arbórea, también conocida como diversidad florística: se entiende bajo este término los diferentes tipos de árboles de sombra asociados con el café que brindan tanto sombra como otros productos al productor y su familia.

c) Cubierta vegetal arbórea: es la cantidad de follaje u hojas verdes que se encuentra por encima del nivel de los cafetos.

d) Estratos múltiples: son árboles de diferente altura que conforman distintas capas o niveles de cubierta vegetal arbórea (alto, mediano y bajo) (6).

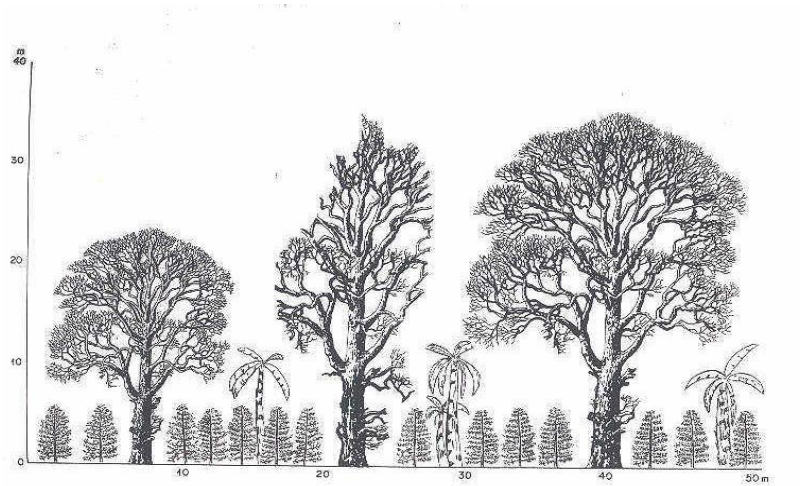


Figura 3. Características de una buena sombra.
Fuente: Soto B., ANACAFÉ (20).

El dosel (es la capa o copa de sombra que cubre el bosque). La altura del dosel varía dependiendo del estrato. Hablamos de tres estratos (ver figura 4), que se

pueden encontrar por encima del nivel del café: el dosel principal constituido muchas veces por *Inga spp*. (Cushín), un dosel inferior conformado por árboles más bajos, como achiote o herbáceas, como el banano (6).

Figura 4. Características de la sombra.
Fuente: Soto B., ANACAFÉ (20).

La especie que conforma la "columna vertebral" en el cafetal es aquel tipo de árbol que domina el dosel principal. Muchas veces se trata de *Inga spp* (6).

Cada estrato tiene su propia altura, pero es el dosel principal que nos interesa. La altura del dosel principal se mide desde el suelo hasta la copa del árbol (6).

2.2 Marco referencial

2.2.1 Ubicación geográfica

El parcelamiento Morelia se encuentra ubicado en el municipio de San Pedro Yepocapa, Departamento de Guatemala. Se localiza dentro de las coordenadas geográficas: Latitud 14^0 25’15’’ norte, y longitud 90^0 57’05” oeste. A una altura entre 800 a 1,000 msnm (7).

El parcelamiento Morelia tiene las siguientes colindancias:

Norte: Finca Palo Verde y Finca La Pastorcita
Sur: Finca San José La Unión y PAC. Santa Sofía
Este: Finca Las Mercedes y Aldea Panimaché
Oeste: Finca El Tigre y San José La Unión

A la comunidad de Morelia se llega por la carretera internacional, vía Santa Lucía Cotzumalguapa, a un costado de las faldas del volcán de Fuego y su acceso es por la vía de ruta al Pacífico en el cruce del kilómetro 85 carretera Ca -9 Sur ingresando paralelo por las fincas del Ingenio Pantaleón, a la derecha, a una distancia de 15 Km hasta llegar al parcelamiento (9). Ver figuras 5 y 6.

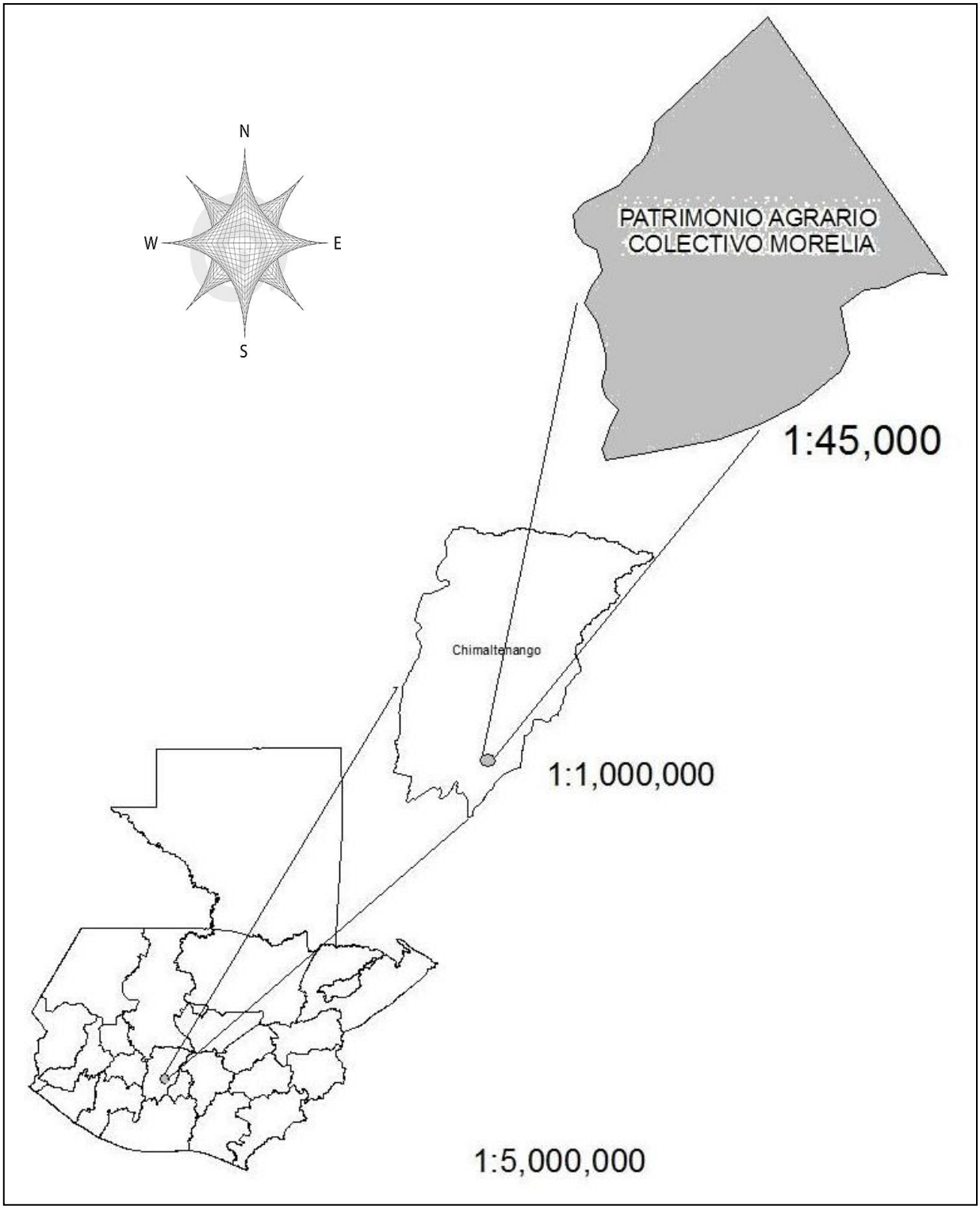


Figura 5. Ubicación del Patrimonio Agrario Colectivo "Morelia"

Fuente: Elías Paredes, FR (9)

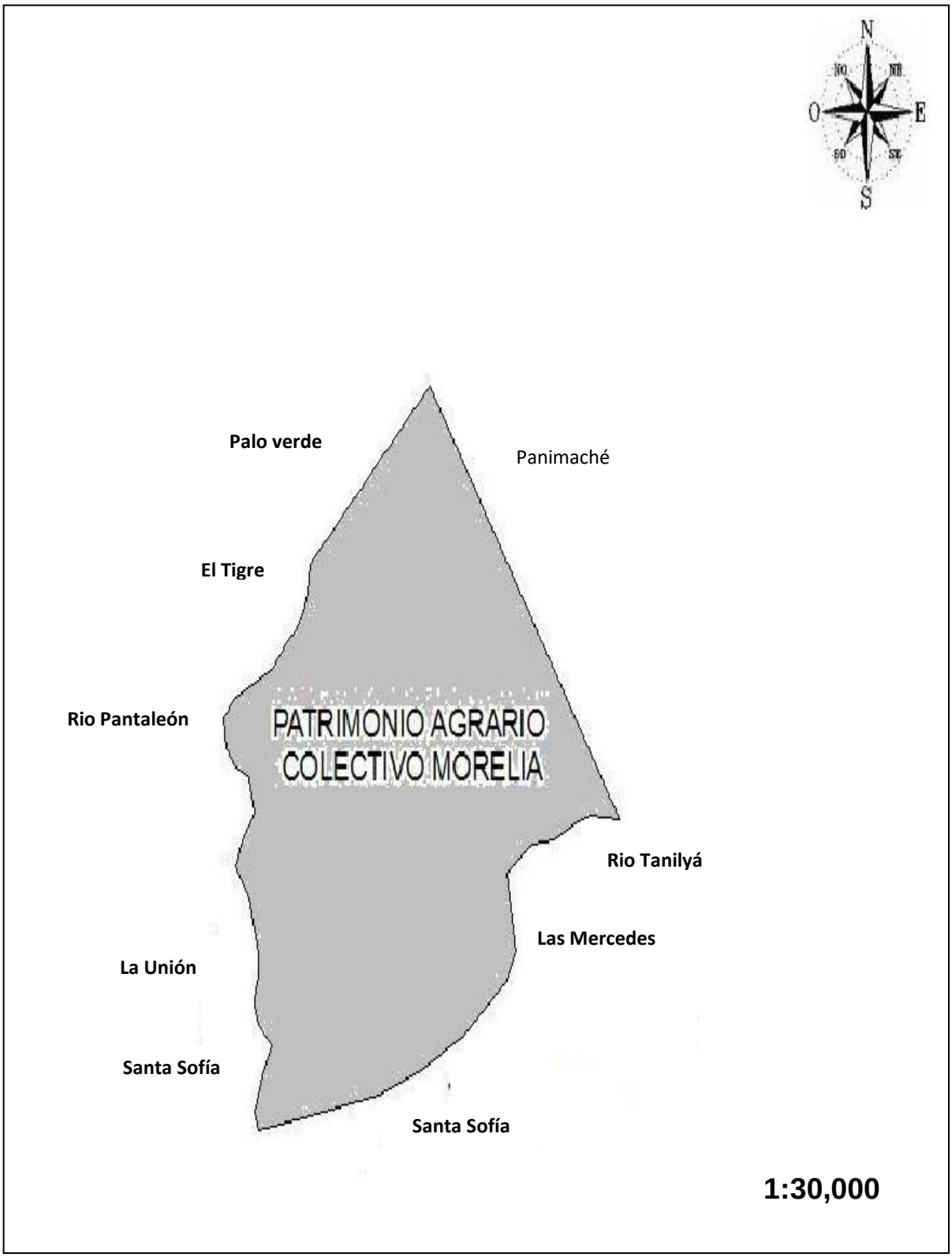


Figura 6. Colindancias del Patrimonio Agrario Colectivo "Morelia"

Fuente: Elías Paredes, FR (9)

2.2.2 Aspectos administrativos

El patrimonio agrario colectivo Morelia forma parte del Fondo de Tierras desde 1,981, año en que fue adquirido por los agricultores. Esta finca se maneja de forma colectiva funcionando como una empresa. El patrimonio cuenta con 352 hectáreas cultivadas con café, conformado por 220 familias, que en promedio utilizan 1.60 hectáreas por familia para el cultivo del café (9).

2.2.3 Condiciones climáticas

Según clasificación de Thorntwaite (7), se caracteriza por ser una zona semicálida, sin estación fría bien definida, muy húmedo con vegetación natural con características de selva. La precipitación promedio anual es de 3,338.66 mm/año, con una temperatura máxima absoluta promedio de 34.5 °C y una mínima absoluta de 33 °C (7).

2.2.4 Zona de Vida.

Según la clasificación de Holdrige, el patrimonio se encuentra en la zona de vida Bosque muy Húmedo subtropical cálido (7).

2.2.5 Suelos.

Los suelos del área de estudio, pertenecen a la serie Yepocapa, caracterizados por poseer buen drenaje y ser muy profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica, ocupa relieves de inclinados a muy inclinados, altitudes medianas en la parte sur central, se asemejan a los suelos Panam y Cojolate, pero son pedregosos y no tienen sustrato compacto. La reacción de los suelos es ligeramente ácida pH de 6 a 6.5, la textura del suelo superficial es franco arenosa de color oscuro, débilmente cementada pero porosa (15).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar tres niveles de porcentajes de desombre y la aplicación de oxicloruro de cobre al 50 % para el control de *Pellicularia koleroga* Cooke, en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).

3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de tres niveles de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre al 50% en el nivel de incidencia de la enfermedad del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).

2. Evaluar el efecto de tres niveles de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre al 50% en el grado de severidad de la enfermedad del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).

4. HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos evaluados, mostrará diferencia significativa con el testigo (sin regulación de sombra) en la reducción la incidencia y nivel de severidad de la infección del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).

5. METODOLOGÍA

5. 1 Ubicación y extensión de los cafetales del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el parcelamiento Morelia , localizado al sur del Volcán de Fuego, en el municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango, con alturas que oscilan desde 900 msnm a 1,100 msnm. El parcelamiento lo poseen 220 pequeños caficultores que en total poseen 352 hectáreas cultivadas con café (*Coffea arabiga* L.). Cada parcelario tiene, en promedio, un área cultivada con café de 1.6 hectáreas. El área experimental es de 1,800 m^2, dentro de una parcela de 1.6 hectáreas.

5.2 Diagnóstico de la enfermedad fungosa en el cultivo de café

La principal variedad de café cultivada en el parcelamiento Morelia es Bourbón con una mayor extensión; y en segundo plano Caturra y Catuaí que ocupan menor extensión y son plantaciones más recientes (9).

Se entrevistó a los parcelarios y se realizaron pre-muestreos para establecer si estaba presente la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*).*

5.3 Reconocimiento del área

Se realizó un recorrido a nivel de reconocimiento en todas las parcelas, para establecer en que parcelas corresponde realizar el respectivo pre-muestreo y, luego, el muestreo.

5.4 Entrevistas

Se realizó una entrevista con todos los pequeños caficultores para conocer el manejo que actualmente realizan en sus cafetales y la comparación correspondiente con el manejo realizado en los últimos años de cultivo. Además, con mayor grado de importancia, establecer si han realizado y/o realizan algún manejo preventivo y/o correctivo para controlar la enfermedad del mal de hilachas.

5.5 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados, se describen a continuación:

T1 = Regulación de sombra al 0 %: No se reguló la sombra del cafetal; es decir, no se eliminó hojas, ramas o árboles que constituyen la sombra del café.

T2 = Regulación de sombra al 25 %: Se reguló la sombra del cafetal, eliminando ramas de los árboles que producen sombra sobre la unidad experimental. Se hizo el conteo de esas ramas y se eliminaron las necesarias para que quedara únicamente el 75 %.

T3 = Regulación de sombra al 50 %: Se reguló la sombra del cafetal, eliminando ramas de los árboles que producen sombra sobre la unidad experimental. Se hizo el conteo de esas ramas y se eliminaron las necesarias para que quedara únicamente el 50 %.

T4 = Aplicación de oxicloruro de cobre al 50 %, sin regulación de sombra: No se reguló la sombra del cafetal; es decir, no se eliminó hojas, ramas o árboles que constituyen la sombra del café y se aplicó oxicloruro de cobre, a las plantas de café que constituyen la unidad experimental.

La unidad experimental consistió en una parcela definida por 4 surcos de 13.5 m de longitud, con un distanciamiento de 1.5 m entre surcos y 8 plantas por surco, con un distanciamiento de 1.5 m entre plantas. Entre tratamientos de cada bloque se dejó un surco de separación, lo que es equivalente a una separación de 3 m entre el surco último y el primero de las unidades experimentales contiguas.

El área bruta es de 101.25 m^2 (13.5 m x 7.5 m) y área neta de cada unidad experimental es de 72 m^2 (6 m x 12 m). Ver figura 7.

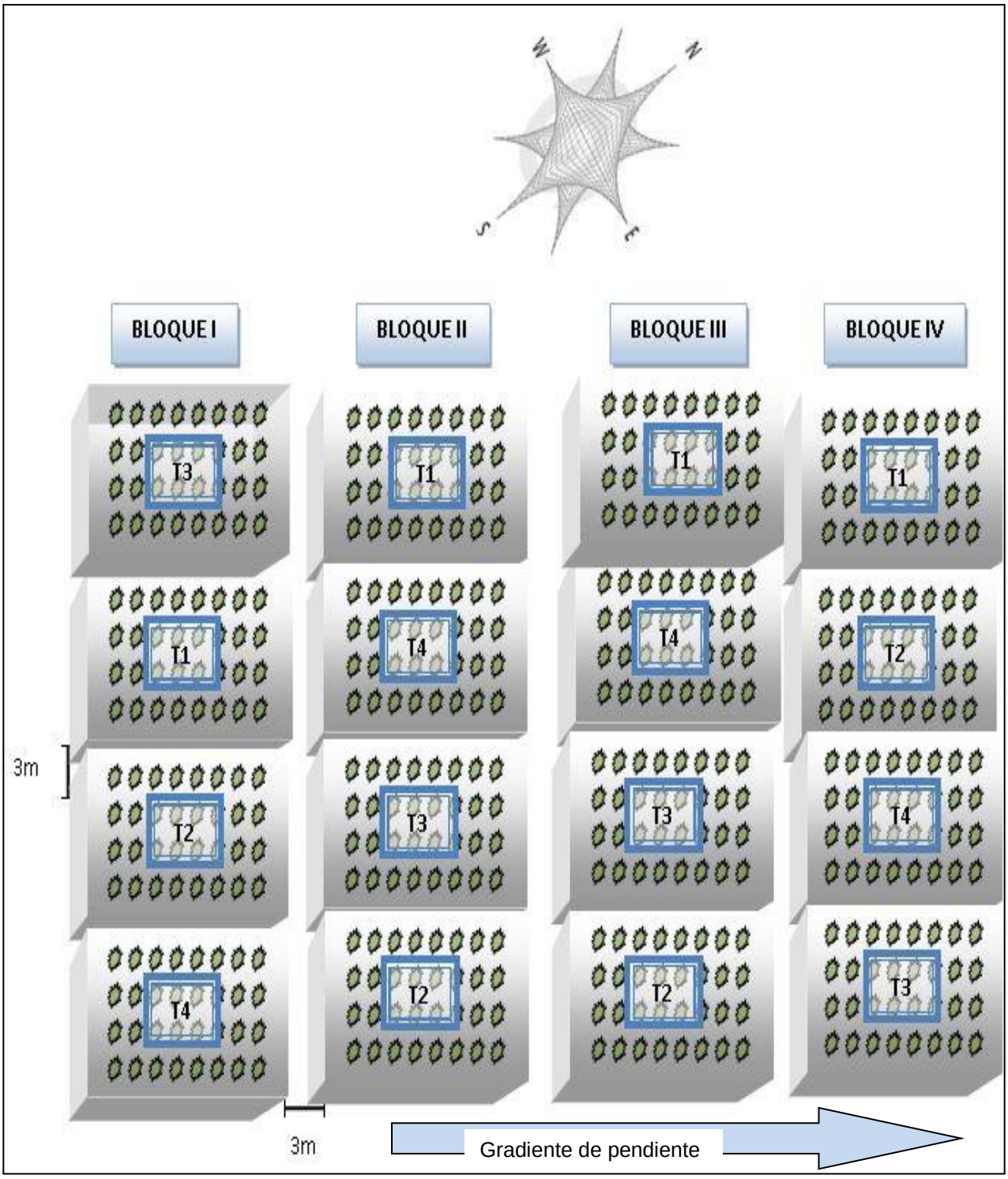


Figura 7. Distribución de los tratamientos en los bloques del diseño experimental.

5.6 Variables de respuesta

5.6.1 Incidencia

La información de campo se colectó utilizando la boleta diseñada con tal propósito (ver anexo 2), y las observaciones de campo realizadas en cada unidad de toda el área experimental. En cada unidad experimental, se determinó el número de plantas con el mal de hilachas, para calcular porcentualmente la presencia de la enfermedad en toda el área experimental.

5.6.2 Severidad

El porcentaje de severidad, para cada unidad experimental, se determinó cuantificando las hojas dañadas por la enfermedad, en la bandola de cada planta que presentó el mayor daño. También se utilizó la escala de medición esquemática para determinar el grado de severidad de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, observados en el patrimonio agrario colectivo Morelia, como se muestra en las figuras 8 a 12.

Figura 8. Grado 1 de severidad.
Fuente: Anculle Arenas, A. (2)

Figura 9. Grado 2 de severidad.
Fuente: Anculle Arenas, A. (2)

Figura 10. Grado 3 de severidad.
Fuente: Anculle Arenas, A. (2)

Figura 11. Grado 4 de severidad.
Fuente: Anculle Arenas, A. (2)

Figura 12. Grado 5 de severidad.
Fuente: Anculle Arenas, A. (2)

5.7 Manejo del experimento

La regulación de la sombra, en las unidades experimentales (25% y 50%), se realizó eliminando ramas de los árboles, que del total de ramas equivaliera a dicho porcentaje. Se eliminaron, principalmente, aquellas ramas de árboles en la dirección este-oeste, que más interfieren con los rayos solares.

La aplicación del Oxicloruro de Cobre se realizó según las especificaciones del fabricante, que consiste en 600 gramos del ingrediente activo por cada 100 litros de agua por hectárea. En las unidades experimentales correspondientes, se realizó una aplicación de Oxicloruro de Cobre al 50 % como producto químico específico para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas. Por lo que se mezclaron 5.82 gramos del producto en 1 litro de agua. Las aspersiones correspondientes se aplicaron a las 32 plantas de la unidad experimental.

5.8 Análisis de la información

5.8.1 Incidencia

El porcentaje de incidencia para el total del área de estudio, fue obtenido utilizando la siguiente ecuación:

$$\%\,de\,Incidencia\ (I) = \frac{Número\,de\ plantas\,enfermas}{Número\,total\,de\ plantas}\,x\,100$$

Para el análisis estadístico de incidencia de la enfermedad de koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, se utilizó un análisis de varianza de los datos promedio obtenidos, considerando un nivel de 5% de significancia.

Debido a que los datos para evaluar incidencia de la enfermedad, a este nivel de significancia, mostraron diferencias significativas, se les sometió a una prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey.

5.8.2 Severidad

Para obtener el porcentaje de severidad, se seleccionó la bandola con mayor daño provocado por la enfermedad de koleroga *(Pellicularia koleroga* Cooke*),* en cada una de las 32 plantas de la unidad experimental y se contabilizó el número de hojas enfermas. Se repitió este proceso en las 16 unidades experimentales, hasta completar el conteo de hojas de las 512 plantas del área experimental. Con estos datos se calculó el porcentaje de severidad de la enfermedad, por medio de la siguiente ecuación:

$$\%\ de\,Severidad\,(S) = \frac{Número\ de\ hojas\ enfermas}{Número\ total\ de\ hojas\ en\ la\,bandola}\,x\,100$$

Para el análisis estadístico de severidad se realizó un análisis de varianza, al 5 % de nivel de significancia.

Debido a que los datos para evaluar severidad, a este nivel de significancia, mostraron diferencias significativas, se les sometió a una prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey.

El grado de severidad de determinó, comparando el estado de las hojas y frutos de la bandola que presentó el mayor daño por planta de cada unidad experimental, con la escala de medición esquemática, referida por Anculle Arenas, A. (8).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Incidencia

Con relación a la incidencia, en el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos, a partir de los datos colectados en el campo y que aparecen en el cuadro 8 del anexo 2.

Cuadro 2. Valores de la variable incidencia promedio por tratamiento y repetición, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.).

Tratamientos	REPETICION	Incidencia (%)
Sin regulación de sombra	R1	62.5
Sin regulación de sombra	R2	100
Sin regulación de sombra	R3	75
Sin regulación de sombra	R4	87.5
25% de regulación de sombra	R1	56.25
25% de regulación de sombra	R2	43.75
25% de regulación de sombra	R3	43.75
25% de regulación de sombra	R4	62.5
50% de regulación de sombra	R1	37.5
50% de regulación de sombra	R2	31.25
50% de regulación de sombra	R3	37.5
50% de regulación de sombra	R4	25
Oxicloruro + Sombra no regulada	R1	25
Oxicloruro + Sombra no regulada	R2	18.75
Oxicloruro + Sombra no regulada	R3	31.25
Oxicloruro + Sombra no regulada	R4	25

Con estos datos se realizó un análisis de varianza al 5% de significancia, utilizando el programa Infostat®. Los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza al 5% de significancia, realizado para diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.*)*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	7509.77	3	2503.26	19.07	0.0003
REPETICIONES	48.83	3	16.28		
Error	1181.64	9	131.29		
Total	8740.23	15			

CV = 24.04%

De acuerdo con el análisis, se presentaron diferencias significativas, ya que el **valor p=0.0003** es inferior al nivel de significancia (0.05). Dado que los datos, presentaron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia. Los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de comparación múltiple de medias, realizado para diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, para la prevención y control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*),* en el cultivo de café **(***Coffea arabiga* L.***)***, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia.

Tratamientos	Medias	n	E.E	
Oxicloruro + Sombra no regulada	25.00	4	5.73	A
50% de regulación de sombra	32.81	4	5.73	A
25% de regulación de sombra	51.56	4	5.73	B
Sin regulación de sombra	81.25	4	5.73	C

Al analizar los resultados de la prueba de comparación múltiple de medias presentados en el cuadro 4, se interpreta que entre los tratamientos Oxicloruro + 100%sombra y Sombra al 50%, no existen diferencias significativas, pero sí de estos con respecto al resto de tratamientos, determinando que Oxicloruro + 100%sombra y Sombra al 50% son, al 5 % de significancia, los mejores

tratamientos para el control de la enfermedaddel mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*).* Los tratamientos Sombra al 50% y Sombra al 25%, estadísticamente son iguales; este resultado se interpreta como que ambos tratamientos son igual de efectivos para el control de la enfermedad. Así también se observa en los resultados, que el peor de todos los tratamientos es el que no tuvo ninguna regulación de sombra (testigo); encontrándose mayor incidencia del mal de hilachas en estos tratamientos.

Estos resultados se aprecian de mejor manera en forma gráfica, por lo que se presentan en la figura 13.

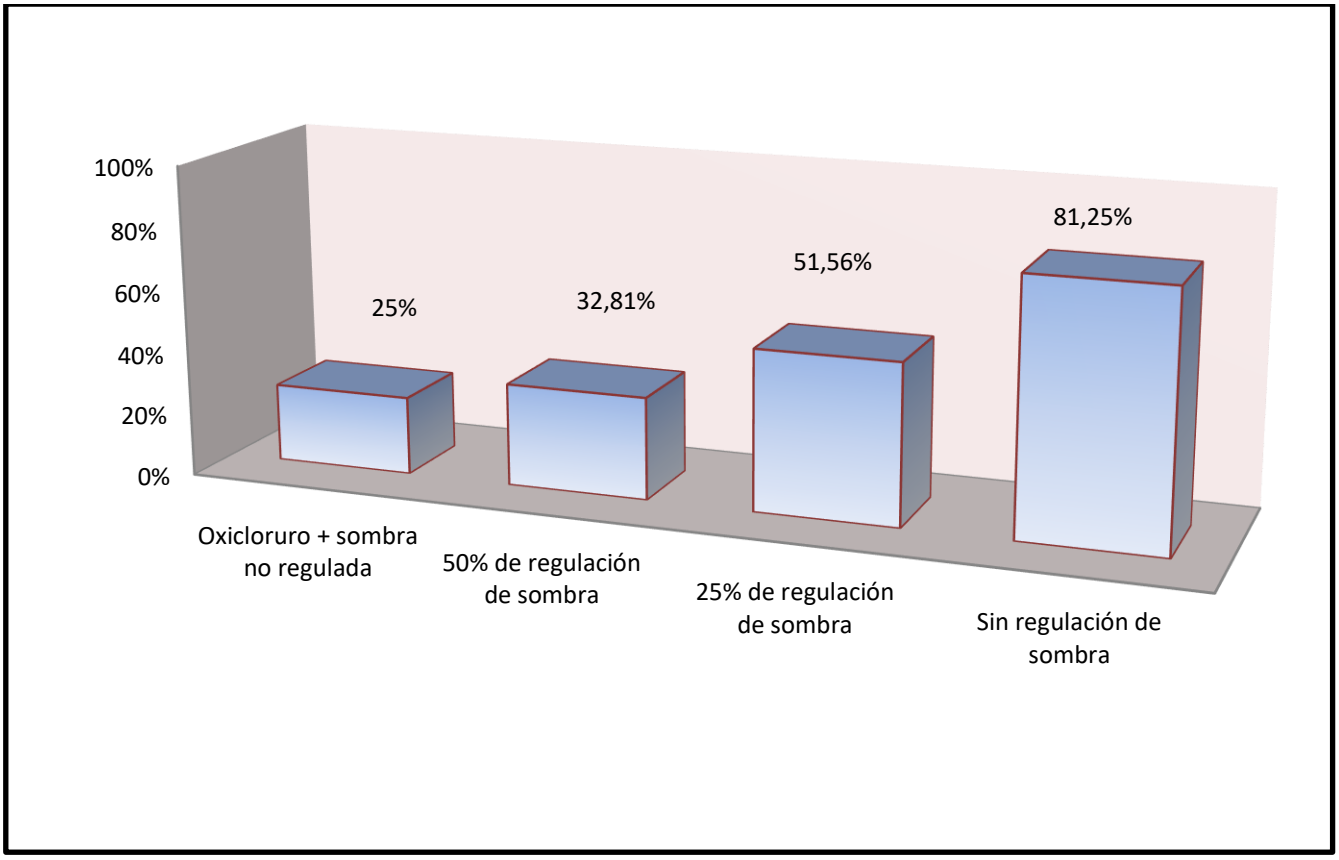


Figura 13. Porcentajes de incidencia del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.), según el tratamiento aplicado.

Es evidente, que una sombra no regulada, relacionada con condiciones muy altas de humedad, favorece el aparecimiento del hongo causante del “mal de hilachas” en plantas de café.

6.2 Severidad

Para la determinación de la severidad en el daño causado por el mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, se realizó el conteo de las hojas de la bandola que presentó el mayor daño, seleccionada en cada una de las plantas enfermas, de las unidades experimentales. En el cuadro 9 del anexo 3, se presentan los datos colectados en el campo, para un máximo de 32 plantas de cada una de las 16 unidades experimentales.

Para cada unidad experimental, se calculó el promedio de las hojas de la bandola que presentó mayor daño, de cada planta infectada con Koleroga. Los porcentajes de severidad obtenidos a partir de dichos datos y el grado de severidad, se presentan en el Cuadro 5.

Con estos datos se realizó un análisis de varianza al 5% de significancia, utilizando el programa Infostat®. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

De acuerdo con el análisis, se presentaron diferencias significativas, ya que el **valor p=0.0001** es inferior al nivel de significancia (0.05). Dado que los datos de severidad, presentaron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia. Los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 5. Porcentajes de severidad obtenidos del conteo de hojas ***infectadas*** por el mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, y grados de severidad en la bandola que presentó el mayor daño en cada planta de café **(***Coffea arabiga* L.***)***, de cada unidad experimental.

Tratamientos	REPETICION	%Severidad	Grado de severidad
Sin regulación de sombra	R1	22	3
Sin regulación de sombra	R2	17.5	3
Sin regulación de sombra	R3	17	3
Sin regulación de sombra	R4	18	3
25% de regulación de sombra	R1	13	3
25% de regulación de sombra	R2	15	3
25% de regulación de sombra	R3	13.5	3
25% de regulación de sombra	R4	15	3
50% de regulación de sombra	R1	10	2
50% de regulación de sombra	R2	8.5	2
50% de regulación de sombra	R3	9.5	2
50% de regulación de sombra	R4	10	2
Oxicloruro + Sombra no regulada	R1	9.5	2
Oxicloruro + Sombra no regulada	R2	8.5	2
Oxicloruro + Sombra no regulada	R3	10	2
Oxicloruro + Sombra no regulada	R4	6.5	2

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza al 5% de significancia, realizado para determinar el efecto de diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre,en el grado de severidad de la infección del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke*)* en plantas de café (*Coffea arabiga* L.).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	255.92	3	85.31	33.18	<0.0001
REPETICIONES	4.42	3	1.47		
Error	23.14	9	2.57		
Total	283.48	15			

CV = 12.61%

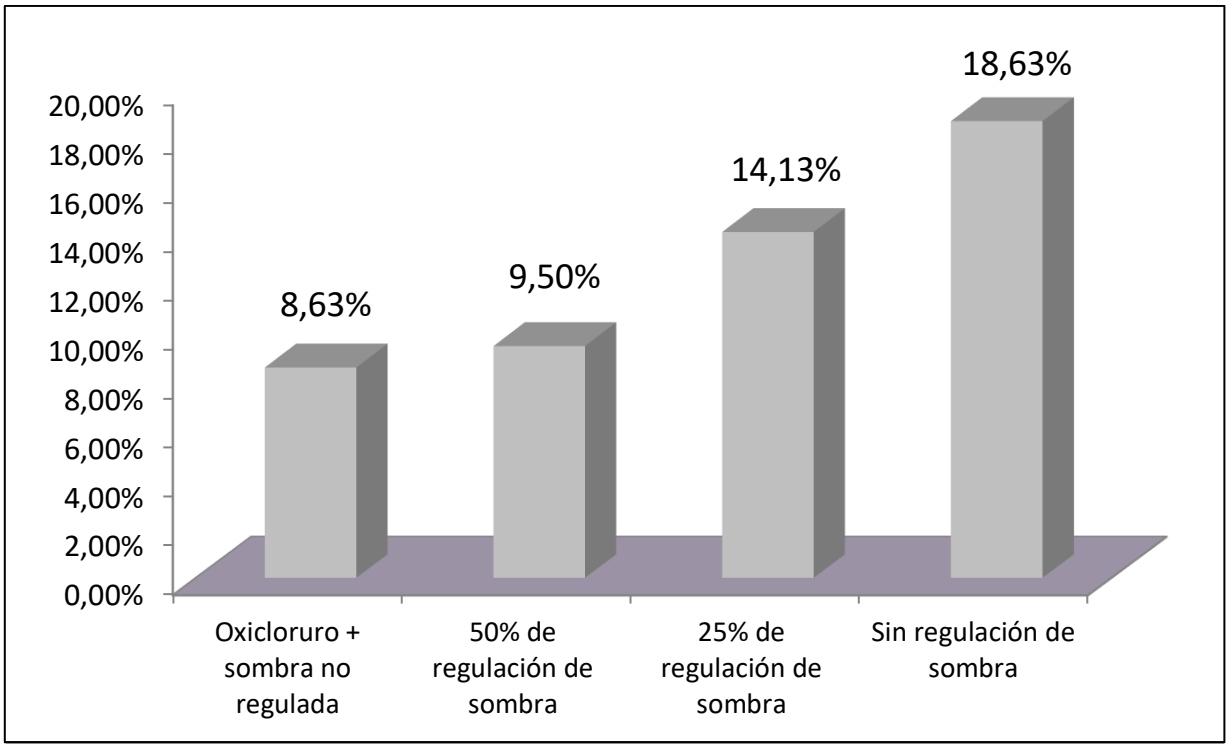
Cuadro 7. Resultados de la prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con el criterio propuesto por Tukey, al 5% de significancia,realizado para medir el efecto de diferentes porcentajes de sombra y aplicación de oxicloruro de cobre, en la severidad de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, en plantas de café (*Coffea arabiga* L.).

Tratamientos	Medias	n	E.E	
Oxicloruro + 100%sombra	8.63	4	0.80	A
Sombra al 50%	9.50	4	0.80	A
Sombra al 25%	14.13	4	0.80	B
Sombra 0% (sin regular sombra)	18.63	4	0.80	C

Los resultados de la prueba de comparación múltiple de medias presentados en el cuadro 7, muestran que entre los tratamientos Oxicloruro + Sombra no regulada y 50% de regulación de sombra, no existen diferencias significativas en el grado de severidad de la enfermedad, pero sí de estos con respecto al resto de tratamientos, determinando que Oxicloruro + Sombra no regulada y 50% de regulación de sombra son, al 5 % de significancia, los mejores tratamientos para mantener grados de severidad más bajos en la infección con el mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke). Así también,se observa que el peor de todos los tratamientos es el que no tuvo ninguna regulación de sombra (testigo);

encontrándose el mayor grado de severidad del mal de hilachas bajo este tratamiento. Para obtener niveles más bajos en el grado de severidad de la enfermedad, debe regularse la sombra.

Estos resultados se aprecian de mejor manera en forma gráfica, por lo que se presentan en la figura 14.



.

Figura 14. Porcentajes de severidad del mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke), en el cultivo de café (*Coffea arabiga* L.), según el tratamiento aplicado.

En esta gráfica se observa con mayor claridad que los mejores tratamientos son el de oxicloruro de cobre y regulación de sombra al 50%, con 8.63 % y 9.50 %, respectivamente, de grado de severidad de la enfermedad.

7. CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados en esta investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

7.1 Los mejores resultados para el control de la enfermedad del mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke*)*, para incidencia, son los tratamientos con Oxicloruro de cobre (sin regulación de sombra) y regulación de sombra al 50%; mientras que, el tratamiento sin regulación de sombra mostró los resultados más altos de incidencia del mal de hilachas.

7.2 Oxicloruro de cobre (sin regulación de sombra) y regulación de sombra al 50%, son los tratamientos que dieron como resultado los porcentajes de severidad más bajos en la infección con el mal de hilachas *(Pellicularia koleroga* Cooke) y un grado 2 de severidad; mientras que en los tratamientos con el 25 % de regulación de sombra y sin regulación de sombra, se registraron los porcentajes más altos de severidad y un grado 3 de severidad.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Regular en un 50% la sombra de las plantaciones de café (***Coffea arábiga*L**.), y/o aplicar oxicloruro de cobre al 50%, para evitar una alta incidencia y severidad de la enfermedad mal de hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke).

8.2 Utilizar los resultados obtenidos en éste estudio para realizar trabajos de investigación en el control de la enfermedad del mal de hilachas, en el cultivo de café, en otras regiones del país.

8.3 Realizar trabajos de investigación para el control del mal de hilachas, en diferentes épocas del año y en diferentes zonas cafetaleras del país, para establecer la relación entre el grado de incidencia y severidad con las condiciones climáticas.

8.4 Llevar a cabo investigaciones con un mayor número de tratamientos, con rangos más pequeños de porcentaje de regulación de sombra y dosificaciones de oxicloruro de cobre y otros fungicidas, para establecer la efectividad de la interacción de los mismos en el control de la enfermedad del mal de hilachas .

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Manual de caficultura. Guatemala. 169 p.

2. Anculle Arenas, A; Álvarez, R. 2008. Evaluación de enfermedades de plantas (en línea). Perú, Ministerio de Agricultura, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Consultado 05 abr2010. Disponible enhttp://www.senasa.gob.p/servicios/intranet/capacitación/cursos/curso_arequipa/

3. BAYER, GT. 1989. Plagas y enfermedades del café. Guatemala. 30 p.

4. Bayercropscience.com.pe. 2009. *Pellicularia coleroga* (en línea). Perú. Consultado 25 abr 2010. Disponible en: http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=577pellicularia colerota

5. Bcs.ecuador.com. 2009. Normas para la producción, el procesamiento y la comercialización de café "Birdfriendly ®" (en línea). Ecuador. Consultado 06 abr 2010. Disponible en http://www.bcs.ecuador..com/.../Bird%20normas_producción.doc

6. Centro Smithsoniano de Aves Migratorias del Parque Zoológico Nacional Washington, DC, US; Jardín Botánico del Instituto de Ecología, Jalapa, Veracruz, MX. 2008. Definición del café de sombra con criterios biofísicos (en línea). US. Consultado 6 abr2010. Disponible en http://www.cec.org/files/pdf/economy/shade-coffee-Bio-Physical-criteria_Es.pdf

7. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

8. Dardón, B. 2014. Cosecha de café 2013/2014 cerraría en 4.1 millones de quintales (en línea). Prensa Libre, Guatemala, septiembre 30. Consultado 30 de septiembre de 2014. Disponible enhttp://www.prensalibre.com/economia/Anacafe-Asociacion_Nacional_de_Cafe-NilsLeporowsky-cosecha_0_1220878078.html

9. Elías Paredes, FR. 1991. Evaluación técnica, económica y administrativa del PACMorelia, San Pedro Yepocapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.

10. García Álvarez, JA. 1971. Patología vegetal práctica. México, Limusa. 156 p.

11. Gudiel, V. 1989. Manual agrícola SuperB. 7 ed. Guatemala, Prodcutos SuperB. 393 p.

12. Guerra Castillo, BD. 2004. Experiencias del manejo de las enfermedades fungosas presentes en el cultivo de café (*Coffeaarabiga)* en finca de pequeños caficultores, en la aldea La Montaña, Moyuta, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 38 p.

13. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Diccionario geográfico nacional de Guatemala. Guatemala. tomo 2, 353 p.

14. López De León, E. 1987. Situación del café en Guatemala. Guatemala, ANACAFE. 35 p.

15. Orellana Paz, HA. 1978. Aspectos climáticos y edáficos del café. Guatemala, ANACAFE. 8 p.

16. Radiomaranon.org. 1999. Ficha técnica de café (en línea). Perú. Consultado 14 jul 2009. Consultado 14 mar 2010. Disponible http://radiomaranon.org.pe/images_uploads/347a72f0ed6641f16596fc4bf7330417/tcafe.doc

17. Sánchez Castillo, JC. 1994. Caficultura moderna. 4 ed. Guatemala, Guatemala. 224 p.

18. Sánchez De León, A. 1978. Enfermedades del cafeto, Guatemala, ANACAFE. 24 p.

19. Siamazonia.org.pe. 2008. Experiencias en cultivos permanentes (en línea). Perú. Consultado 24 mar 2010. Disponible en http://www.Siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/Amazonia/libros/23/23000030.htm

20. Soto, B. 1978. Sombra del cafetal. Guatemala, ANACAFE. 4 p.

21. Wikipedia.com. 2009. Café (en línea). España. Consultada 5 abr 2010. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/cafe

10. ANEXOS

10.1 Anexo 1. Boleta de encuesta a agricultores

No. de boleta: _____

1. Fecha de encuesta: ____/____/____
2. Nombre de encuestador: _____
3. Nombre del Productor: _____
4. Área sembrada con cafe: _____Mz _____Ha
5. Cuál es la distancia de siembra utilizada?

   Entre hileras _____Cm. x Entre plantas_____Cm.
6. Nombre Variedades sembradas: a)_____

   b)_____

   c)_____

   d)_____
7. Recibe asistencia técnica: Si___ No____
8. Quién le brinda asistencia técnica:_____
9. Conoce usted la enfermedad que se llama mal de hilachas o kolergoga: Si____ No_____
10. Tiene usted problemas con la enfermedad en su parcela Si____ No_____
11. Aplica algún fungicida para controlarla: Si_____ No_____.
12. Que fungicidas utiliza.
13. Realiza algún tipo de control cultural para controlar la enfermedad Si____ No_____
14. Que tipo de control utiliza:_____ _____
15. A tenido alguna baja en su producción durante los últimos cinco años. Si____ No_____ En cuantos quintales calcula esta baja?:_____ _____

10.2 Anexo 2. Datos de incidencia de la enfermedad

Cuadro 8. Conteo de plantas de café (***Coffea arábiga***) infectadas por la enfermedad "mal de hilachas" (***Pellicularia koleroga* Cooke**), en el Parcelamiento Colectivo Morelia, ubicado en el municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango.

TRATAMIENTO	REPETICION	No. de plantas de café infectadas	Promedio de hojas de café infectadas	% Incidencia
T1	R1	20	18	62.5
T1	R2	32	20	100.0
T1	R3	24	19	75.0
T1	R4	28	16	87.5
T2	R1	18	17	56.3
T2	R2	14	18	43.8
T2	R3	14	16	43.8
T2	R4	20	15	62.5
T3	R1	12	13	37.5
T3	R2	10	12	31.3
T3	R3	12	10	37.5
T3	R4	8	9	25.0
T4	R1	8	13	25.0
T4	R2	6	8	18.8
T4	R3	10	8	31.3
T4	R4	8	12	25.0

Total de plantas infectadas = 244

*10.*3 Anexo *3.* Datos de severidad de la enfermedad

Cuadro 9. Conteo de hojas infectadas por la enfermedad "mal de hilachas" (*Pellicularia koleroga* Cooke), en bandola seleccionada por planta de café (*Coffea Arabiga* L.), en el Parcelamiento Colectivo Morelia, ubicado en el municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango.

Trata-miento	Repe-tición	HOJAS INFECTADAS EN LA BANDOLA SELECCIONADA POR PLANTA																																prome-dio
		P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**	**P11**	**P12**	**P13**	**P14**	**P15**	**P16**	**P17**	**P18**	**P19**	**P20**	**P21**	**P22**	**P23**	**P24**	**P25**	**P26**	**P27**	**P28**	**P29**	**P30**	**P31**	**P32**	
T1	**1**	23	24	16	22	24	21	14	19	21	17	16	21	18	24	16	20	19	15	21	21													22
T1	**2**	16	20	24	17	14	14	19	23	15	16	23	19	18	16	22	19	22	19	15	16	23	24	21	15	19	17	15	24	23	14	20	19	18
T1	**3**	19	24	18	14	19	16	21	24	20	17	14	23	16	23	18	23	24	21	17	16	16	19	15	15									17
T1	**4**	15	17	21	16	23	23	21	14	24	14	16	18	16	14	23	22	24	15	23	18	16	22	20	15	22	20	21	21					18
T2	**1**	14	13	14	10	14	18	16	19	10	10	12	12	13	18	13	12	16	12															13
T2	**2**	18	14	11	18	12	12	17	19	16	17	15	12	14	12																			15
T2	**3**	11	19	13	20	20	13	20	15	17	10	17	18	12	16																			14
T2	**4**	15	20	12	11	12	12	20	11	10	14	18	11	11	11	10	17	19	16	15	15													15
T3	**1**	7	13	13	6	10	13	11	9	9	7	8	13																					10
T3	**2**	11	6	12	7	7	8	11	6	8	6																							9
T3	**3**	12	6	11	7	9	11	6	8	10	9	14	7																					10
T3	**4**	13	12	6	6	14	13	11	7																									10
T4	**1**	9	9	10	13	9	11	7	10																									10
T4	**2**	8	14	13	10	8	9																											9
T4	**3**	10	11	13	9	14	12	8	10	14	10																							10
T4	**4**	7	6	12	7	14	6	6	6																									7

10.4 Anexo 4. Fotografías de área experimental

Ingreso a la comunidad, reunión con productores y determinación de incidencia de la enfermedad "mal de hilachas" (*Pellicularia koleroga* Cooke), establecimiento de las unidades experimentales, regulación de sombra, conteo de plantas, bandolas y hojas que presentan la enfermedad.

Figura 15. Ingreso al parcelamiento Morelia

Figura 16. Reunión con agricultores

Figura 17. Diagnóstico de la enfermedad

Figura 18. Establecimiento de unidades experimentales

Figura 19. Regulación de sombra

Figura 20. Determinación de incidencia

Figura 21. Conteo de incidencia y severidad

Figura 22. Conteo de incidencia y severidad

Figura 23. Conteo de incidencia y severidad

Figura 24. Conteo de incidencia y severidad

Figura 25. Determinación de grado de severidad

Figura 26. Determinación de grado de severidad

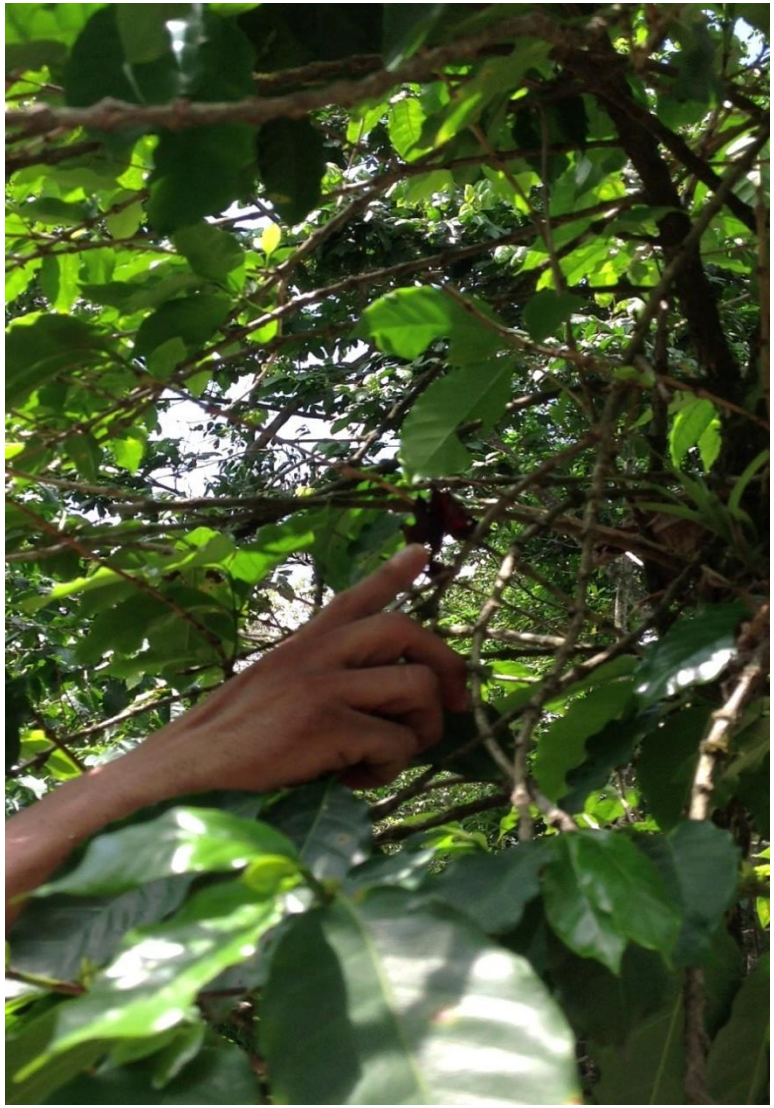


Figura 27. Determinación de grado de severidad

Figura 28. Determinación de grado de severidad

Figura 29. Determinación de grado de severidad

Figura 30. Determinación de grado de severidad

Figura 31. Determinación de porcentaje de severidad

Figura 32. Determinación de porcentaje de severidad

Figura 33. Determinación de porcentaje de severidad

Figura 34. Determinación de porcentaje de severidad