


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or religious figure, standing on a globe. The globe is surrounded by a blue and yellow pattern. The seal is encircled by Latin text: "UNIVERSITAS SAN CAROLINI CONSPICUA CAROLINA AGROPECUARIA" at the top and "INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS Y AMBIENTALES" at the bottom.

EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES
CONCENTRACIONES, PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia
vastatrix*), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (*Coffea arabica*), EN EL
MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

RUTH EUNICE MORALES RODAS

GUATEMALA, ABRIL 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES
CONCENTRACIONES, PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia
vastatrix*), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (*Coffea arabica*), EN EL
MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

RUTH EUNICE MORALES RODAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA

DE

INGENIERA AGRÓNOMA

EN SISTEMAS PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR
DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cambara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A	Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc.	Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	P. en Electrónica	Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	P.C.	Neydi Yassmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

Guatemala, abril de 2018

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 Graduación EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES CONCENTRACIONES, PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (*Coffea arabica*), EN EL MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ruth Eunice Morales Rodas
201015212

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS Bendito sea Dios todo poderoso, por su amor, por sostenerme y darme la salud y la fuerza, como la sabiduría para llegar a esta etapa de mi vida, te amo Dios, Gracias por todo.

MIS ABUELOS Candelaria Cúmez de Rodas, Carlos Orlando Rodas Urizar; Carlota Valenzuela de Morales, Cecundino Morales; Gracias por su gran ejemplo y consejos que guardare siempre en mi corazón.

MIS PADRES Candy Priscila Rodas Cúmez, Juan José Morales; por su apoyo y dedicación, a mi mamá por su dedicación y desvelos junto a mí, gracias por tu apoyo moral, espiritual y a los dos por su apoyo económico.

MIS HERMANOS Candy Percida Morales Rodas, gracias por tu amor, tus oraciones por tus consejos, por esas notas que me escribías dandome ánimo para terminar mi sueño, hoy cumplo con la promesa que te hice, hasta pronto, te amo.

Juan Carlos Othoniel Morales Rodas. Gracias por tu amor, consejos y apoyo moral, espiritual, económico. Hoy cumplo nuestros sueños juntos, te amo.

Juan José Jonathan Morales Rodas. Por tu amor y apoyo, por tener la dicha de tenerte junto a mí te amo.

Mis sobrinos

Carlos Daniel, Esther Elizabeth, Charlotte, Génesis, Sofía y Jonathan Morales, por su apoyo y por ser alegría en mi vida, los amo y quiero que alcancen sus sueños.

Mi familia

Por su apoyo, por estar en los momentos buenos y malos por sus oraciones gracias.

Mis amigos

Reina Sajche, Linda Paola, Doris Pínto, Amílcar Sánchez, Lázaro Pascual, Deby Alejandra, María Cruz, Cristian Espinoza, Milgen, Sheila Oralis, Dagoberto Porras, Familia Samayoa, Darling Flores, Gracias por su apoyo en los momentos malos y buenos.

AGRADECIMIENTOS

A

Dios, por su amor, gracia y favor. A él sea la gloria por los siglos de los siglos amen. Gracias Dios por darme la oportunidad de cumplir mi sueño realidad, por guiarme a través de mi vida para tomar buenas decisiones, y cumplir sus planes en mi vida.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, y a mí amada facultad de Agronomía por darme la oportunidad de estudiar, y vivir alegres años de mi vida. Por brindarme una excelente formación en la academia.

A mis Padrinos, Mirna Ayala, Arnoldo Samayoa y Kelder Ortiz, por su apoyo, amistad y amor brindado en estos años de estudio, gracias.

A mis compañeros, gracias por todos los buenos y malos momentos vividos, por esas noches de desvelos vividos, por esos buenos momentos juntos en los salones de clases.

A mi supervisor de EPS, Ing. Agr. Alfredo Itzep, y a mi asesor el Ing. Álvaro Hernández, por sus conocimientos brindados y por guiarme en el proceso recorrido.

A los ingenieros docentes de la facultad de agronomía, quienes fueron maestros y brindaron sus conocimientos y mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA ASOCIACION SOTZ'IL Y DE LAS COMUNIDADES DE SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES Y PAYA', COMALAPA.....	1
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Asociación Sotz'il	3
1.2.2 Objetivo Central de la Asociación.	3
1.2.3 Naturaleza y visión de la Asociación Sotzi'l.	3
1.2.4. Estructura organizativa	4
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 METODOLOGÍA	7
1.4.1 Recopilación de información dentro de la asociación Sotz'il.	7
1.4.2 Recopilación de fuentes primarias	8
1.4.3Recoopilación de fuentes secundarias.....	8
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
1.5.1 Situación de la Asociación Sotz'il	9
1.5.2 Situación del Caserío Paya', Comalapa, Chimaltenango	9
1.5.3 Situación del municipio de San Antonio Aguas Calientes	10
1.6 CONCLUSIONES	11
1.7 BIBLIOGRAFÍA	12
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES CONCENTRACIONES, PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (<i>Hemileia vastatrix</i>), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (<i>Coffea arabica</i>), EN EL MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.....	14
2.1 INTRODUCCIÓN	18
2.2 MARCO TÉORICO.....	18
2.2.1 Morfología del café	18
2.2.1.1 Características botánicas	18
2.2.1.2 Variedades y especies.....	20
2.2.1.3 Manejo del cultivo del café	21

	PÁGINA
2.2.1.4 Enfermedades del café	26
2.2.1.5 Manejo agronómico.....	31
2.2.1.6 Epidemiología.....	32
2.2.1.7 Métodos de medición de roya del café	34
2.2.1.8 Métodos de control de la roya del café <i>Hemileia vastatrix</i>	35
2.3 Marco referencial.....	44
2.3.1 Ubicación geográfica	44
2.3.2 Suelo	45
1.3.3 Estudios realizados sobre caldos minerales contra la roya del café.....	45
2.4 OBJETIVOS	50
2.4.1 Objetivo General.	50
2.4.2 Objetivos Específicos	50
2.5 HIPÓTESIS	50
2.6 METODOLOGÍA	51
2.6.1 Diseño experimental.....	51
2.6.2 Modelo estadístico	51
2.6.2.1 Diseño experimental.....	51
2.6.2.2 Croquis de campo	51
2.6.3 Descripción de la unidad experimental	54
2.6.4 Período experimental.	54
2.6.5 Método y equipo de aplicación.....	54
2.6.5.1 Intervalo de aplicación	54
2.6.6 Variables de respuesta.....	55
2.6.6.1 Escala de severidad de la roya de café	55
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
2.7.1 Prueba de Normalidad de Shapiro-wilks.....	59
2.7.2 Análisis de varianza de la severidad de la roya de café, en café orgánico.	60
2.7.2.1 Hipótesis estadística	62
2.7.3 Prueba de medias Tukey.....	62
2.7.4 Curva epidemiológica.....	64
2.7.5 Progreso de la enfermedad	68
2.7.6 Análisis de regresión lineal.....	68

2.7.7 Climadeagrama.....	70
	PÁGINA
2.7.8 Estudio de costos	71
2.8 CONCLUSIONES	74
2.9 RECOMENDACIONES	75
2.10 BIBLIOGRAFÍA	76
2.11 ANEXOS	79
CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS EN LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL, EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, Y EN EL CASERÍO PAYA', COMALAPA CHIMALTENANGO.....	
3.1 INTRODUCCIÓN	84
3.2 Servicio 1. Elaboración de una recopilación de estudios de suelo elaborados en la Cadena Volcánica kaqchikel, y prácticas ancestrales en la conservación de suelos	87
3.2.1 Definición del problema.....	85
3.2.2 OBJETIVOS	87
3.2.3 METODOLOGÍA.....	88
3.2.4 RESULTADOS	88
3.3 Servicio 2. Fortalecimiento de capacidades prácticas sobre instalación y mejoramiento de huertos medicinales y conocimientos tradicionales	90
3.3.1 Definición del problema	90
3.3.2 OBJETIVOS	91
3.3.3 METODOLOGÍA	92
3.3.4 RESULTADOS	92
3.4 Servicio 3. Capacitación a caficultores del municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez... ..	94
3.4.1 Definición del problema.....	94
3.4.2 OBJETIVOS.....	95
3.4.3 METODOLOGÍA	96
3.4.4 RESULTADOS.....	96
3.5 BIBLIOGRAFÍA	97
3.6 ANEXOS	100
3.6.1 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número uno (1).....	100
3.6.2 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número dos (2).	102
3.6.3 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número tres (3).....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Organigrama de la Asociación Sotzi'l.....	6
Figura 2. Ciclo evolutivo de <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br. en el hospedero <i>Coffea arabica</i>	29
Figura 3. Mapa de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.....	45
Figura 4. Croquis de la disposición de los tratamientos de la parcela de campo de la investigación.....	52
Figura 5. Escala de severidad de la roya de café.....	56
Figura 6. Gráfica de la prueba de normalidad de Shapiro-wilks.....	61
Figura 7. Curva del progreso de la enfermedad de la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Bar).....	67
Figura 8. Regresión lineal del tiempo vs. la severidad de la roya del café orgánico.....	70
Figura 9. Climadeagrama de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.....	72
Figura 10. Fotografía de hojas de café orgánico, con roya de café tomadas como muestra de la parcela de investigación en el mes de enero del 2016.....	81
Figura 11. Fotografía de hojas de café orgánico, con roya de café tomadas como muestra de la parcela de investigación en el mes de febrero del 2016.....	82
Figura 12. Fotografía de la vista panorámica de San Antonio Aguas Calientes desde la parcela de la investigación.....	82
Figura 13. Fotografía de una planta de café orgánico en el mes de abril del 2017, de la parcela de investigación, San Antonio Aguas Calientes.....	83
Figura 14. Fotografía de una planta de café orgánico en el mes de mayo del 2017, de la parcela de investigación, San Antonio Aguas Calientes.....	83
Figura 15. Fotografía de una planta de café orgánico, de la parcela de Investigación en el mes de mayo de año 2017.....	84

Figura 16.	Mapa de los municipios de la Cadena Volcánica Kaqchikel.....	90
Figura 17.	Grupo de agricultores y familias capacitadas.....	93
Figura 18.	Fotografía de Huerto medicinal establecido.....	94
Figura 19.	San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.....	100
Figura 20.	San Antonio Aguas Calientes la Laguna.....	100
Figura 21.	Conservación de suelos Paya', Comalapa.....	101
Figura 22.	Preparación del suelo para el cultivo de maíz, Tecpán.....	101
Figura 23.	Propagación de plantas para huertos medicinales.....	102
Figura 24.	Capacitación de huertos medicinales, Paya', Comalapa.....	102
Figura 25.	Capacitación de los Caficultores.....	103
Figura 26.	Visita a los terrenos de los Caficultores.....	103
Figura 27.	Visita a un terreno de Café de mayor extensión.....	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Fungicidas contacto y sistémicos que ANACAFÉ ha evaluado a través del Centro de Investigaciones en Café – CEDICAFÉ.....	42
Cuadro 2.	Dosis de caldos minerales recomendados.....	43
Cuadro 3.	Descripción de los fungicidas de contacto, utilizados en la investigación realizada en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016.....	53
Cuadro 4.	Datos de porcentaje de severidad de roya café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br), obtenidos de la parcela de investigación de café orgánico, San Antonio Sacatepéquez, Guatemala, 2016-2017.....	48

Cuadro 5. Datos de porcentaje de severidad de roya café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br), obtenidos de la parcela de investigación de café orgánico, San Antonio Sacatepéquez, Guatemala, 2016-2017.....	60
Cuadro 6. Variables del análisis de varianza.....	62
Cuadro 7. Análisis de varianza ANDEVA, de la aplicación de los caldos minerales para el control de roya de café en café orgánico,2017.....	63
Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey para los caldos minerales aplicados. San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016-2017.....	64
Cuadro 9. Datos de porcentaje de severidad de la roya de café (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. & Br.) procesados en el programa ABCPE Parcial, en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016-2017	66
Cuadro 10. Datos del porcentaje de severidad de la roya del café con respecto al tiempo en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, periodo de 2016-2017.....	68
Cuadro 11. Análisis de varianza de la regresión lineal de los datos de severidad de roya de café orgánico y el tiempo de la investigación realizada, 2016-2017.....	69
Cuadro 12. Datos de la estación meteorológica Suiza contenta, San Lucas Sacatepéquez, año 2016-2017.....	71
Cuadro 13. Costos de los caldos minerales aplicados en el control de roya en café orgánico en la investigación realizada en, San Antonio Aguas Calientes, año 2016-2017.....	72

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (*Coffea arabica*), EN EL MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, DIAGNÓSTICO DE LA ASOCIACIÓN SOTZ'IL Y DE LAS COMUNIDADES DE SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES Y EL CASERÍO PAYA' COMALAPA.

RESUMEN

En el presente informe se describen las actividades realizadas para el diagnóstico, la investigación y los servicios presentados en la Asociación Sotz'íl; efectuados como parte del programa de Ejercicio Profesional Supervisado en el municipio de San Antonio Aguas Calientes y el Caserío Paya', Comalapa, Chimaltenango, el diagnóstico descrito en el primer Capítulo, permitió conocer las actividades de la Asociación, de las comunidades y de sus problemáticas actuales, con énfasis en la producción agrícola de café y de diversos productos agrícolas, determinando los principales problemas, estudiándolo y proponiendo posibles acciones para solucionarlos.

En el Capítulo II se presenta la investigación realizada en la finca Capé Maya, evaluando el efecto de dos caldos minerales en dos concentraciones diferentes para el control de roya del café (*Hemilleia vastatrix*), en café orgánico. De acuerdo con los resultados, la aplicación de caldo visosa en su segunda concentración, reduce al 16.24 %, la severidad, en la roya del café en la plantación de café orgánico.

Según el análisis económico el mejor tratamiento a utilizar es el caldo visosa en su segunda concentración por presentar menor costo.

En el Capítulo III se describen los servicios realizados, como solución a los problemas encontrados en el diagnóstico en tres diferentes lugares; en el Caserío Paya', se proporcionaron capacitaciones técnicas para fortalecer las prácticas ya conocidas por los agricultores en la instalación de huertos medicinales, con el fin de recuperar las especies medicinales de la región, teniendo como resultado diez huertos establecidos. En el caso de San Antonio Aguas Calientes Sacatepéquez, se proporcionaron capacitaciones prácticas a los caficultores, para un mejor uso de los fungicidas en el café y la implementación de caldos minerales como fungicidas; en la Asociación Sotz'il se resolvió aportar a la misma un documento con énfasis en los suelos de la Cadena Volcánica Kaqchikel, y las prácticas ancestrales

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE ASOCIACIÓN SOTZ'IL, EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO
AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ Y EL CASERÍO PAYA', COMALAPA
CHIMALTENANGO.



1.1 INTRODUCCIÓN

La Asociación Sotz'íl, es una organización no gubernamental maya, que constituye un modelo organizativo fundamentado en la participación comunitaria, base que permite generar propuestas y alternativas de carácter técnico-político en los ámbitos económico, social y cultural, con el propósito de superar la problemática que afecta y afronta el Pueblo Maya en particular, los pueblos indígenas y a la sociedad guatemalteca en general, así como aportar al proceso de construcción del desarrollo plural y auto sostenible para Guatemala.

El vocablo *Sotz'* significa murciélago en idioma Kaqchikel, el cual es el símbolo del Pueblo Kaqchikel. Sus cuatro ejes de estudio son derechos de pueblos indígenas, desarrollo comunitario, participación plena y efectiva, investigación y planificación.

La Asociación está enfocada en trabajar en la Cadena Volcánica Kaqchikel que contempla los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez.

El presente diagnóstico se realizó, en la organización Sotz'íl lugar donde fue ejecutado el Ejercicio Profesional Supervisado, con el fin de conocer las necesidades de la Asociación a resolverse, así como las necesidades de las comunidades, en las cuales fueron asignadas al EPS, para trabajar durante el periodo del mes de agosto 2016 al mes de mayo 2017.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Asociación Sotz'íl

La institución inicio sus funcionar el día 4 de noviembre 2004 (Partida No. 10-2004 folios 82 al 94 del Libro de Personas Jurídicas No. 9 de Registro; Escritura Pública No. 217). Siendo el Representante Legal el señor Félix Sarazúa Patzán, el Director General es el señor Francisco Ramiro Batzín Choloj, y se encuentra ubicada en: 4to. Pasaje casa 1-222 Colonia San Rafael, Zona 2, Chimaltenango, Guatemala.

El nombre de la institución anteriormente era centro de Investigación y Planificación del Desarrollo Maya Sotz'íl, la cual siendo una organización se fundamentó en la participación comunitaria, creando alternativas de carácter técnico, político y estratégico en los ámbitos económico, social ambiental y cultural, para fomentar el desarrollo sostenible en los pueblos indígenas. (Memoria de labores Asociación Sotz'íl).

1.2.2 Objetivo Central de la Asociación.

Impulsar el desarrollo de los pueblos indígenas, promoviendo el respeto, reconocimiento y promoción del uso manejo y conservación de los recursos naturales, basados en los derechos indígenas y valores y principios cosmogónicos (CV de la Asociación Sotz'íl 2015)

1.2.2 Naturaleza y Visión de la Asociación Sotz'íl

Sotz'íl es una Organización no gubernamental Maya, que se constituye como un Centro de Investigación y Planificación del Desarrollo Maya, de carácter técnico y político, sustentada en los principios y valores cosmogónicos de la cultura maya, conformada por comunidades, líderes, dirigentes y profesionales indígenas que realizan acciones a nivel territorial, nacional e internacional (Plan estratégico, Sotz'íl,2016).

Su visión es Hacer de “Guatemala un país garante de los derechos indígenas” en armonía con la madre naturaleza y el universo (Plan Estratégico, Sotz’íl, 2016).

1.2.4. Estructura organizativa

La Asociación Sotz’íl es una organización indígena que posee un sistema organizativo tradicional con una personería jurídica legal y cuenta con una Asamblea General, como máximo órgano decisivo, una Junta Directiva la cual centraliza las decisiones y una estructura institucional, técnico administrativo bajo la dirección de un director, quien es el encargado de organizar los mandatos de la Asamblea General y la Junta Directiva. Esta estructura orgánica legal, se rige por una constitución inscrita en el ministerio de gobernación, y los estatutos también legalizados, que integran las normativas para el funcionamiento de los distintos niveles de la estructura (Plan estratégico Sotz’íl, 20016).

El círculo mayor, es la asamblea general, en representación de las organizaciones y comunidades; el círculo Menor hace referencia a la Junta Directiva, quienes se deben a la asamblea quien da o revoca el mandato y esta junta declara el compromiso de agilizar el trabajo (CV, Sotz’íl, 2016).

A continuación se presentan los niveles que conforman la Asociación Sotz’íl.

A. Asamblea General:

Es el órgano máximo que realiza y crea el espacio de nombramiento para la Junta Directiva y la toma de decisiones, estableciendo directrices de la institución de acuerdo a necesidades y aspiraciones de los asociados, así también aprueba presupuestos y modifica estatutos, dicha Asamblea General está conformada por individuos e instituciones reconocidos en el país (Plan estratégico Sotz'íl, 2016).

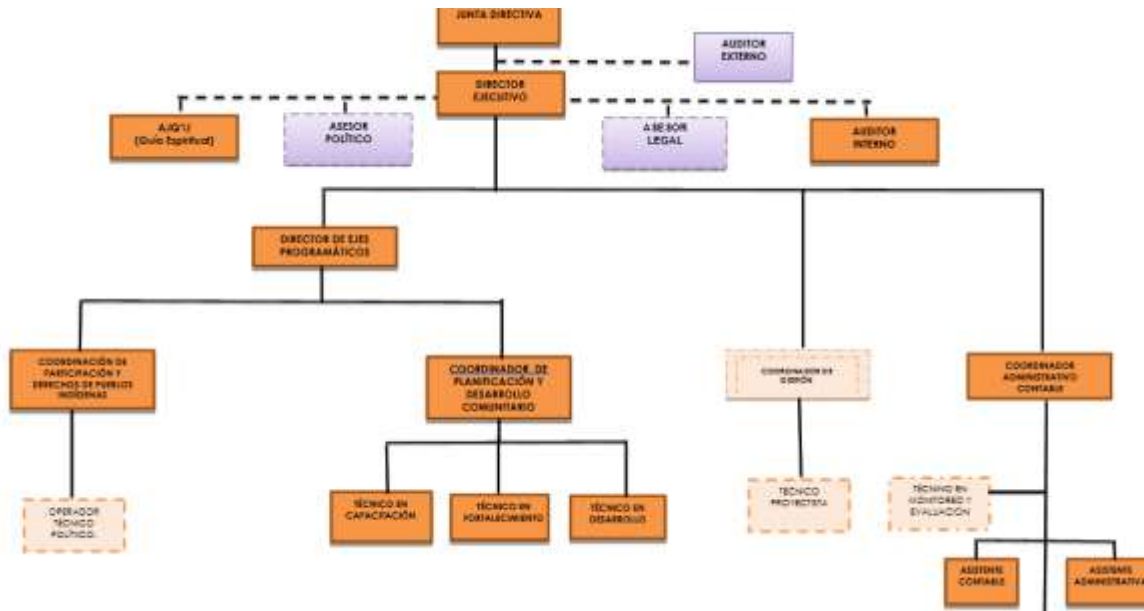
B. Junta Directiva

Es el órgano principal de dirección y de gestión de la Asociación, la cual establece las políticas, normas, visión y misión, cumpliendo con los estatutos, reglamentos disposiciones y resoluciones adoptadas por la Asamblea General. Representa la autoridad superior en la gestión administrativa, financiera y técnica. La Junta Directiva está conformada por individuos que prestan su tiempo para pensar, construir, analizar y proponer ideas innovadoras para el desarrollo sostenible (Plan estratégico Sotz'íl, 2016).

C. Equipo Técnico Administrativo

Está conformado por personal técnico, que se encarga de hacer las visitas a las comunidades de trabajo (Plan estratégico Sotz'íl, 2016).

En la Figura 1, se presenta el organigrama de la asociación.



Fuente: Asociación Sotz'íl, 2016.

Figura1. Organigrama de la asociación Sotz'íl.

D. Trabajo de la Asociación

La Asociación se enfoca en trabajar con el desarrollo de la comunidad indígena, el desarrollo participativo y tecnológico de las mismas. Geográficamente se enfoca en trabajar en el área de la cadena volcánica Kaqchikel, realizando proyectos participativos con las comunidades, dando a conocer su cultura e integrándola en las formas de producción de estas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Conocer la situación de la Asociación Sotz'il, y su relación con las comunidades que tienen influencia.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Conocer organizacionalmente la Asociación Sotz'il.
2. Identificar las necesidades y problemáticas de las comunidades de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez y del Caserío Paya', Comalapa.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Recopilación de información dentro de la asociación Sotz'il.

A través de consultas de fuentes secundarias se obtuvo información relacionada con los Antecedentes del Centro para la Investigación Planificación del Desarrollo Maya Sotz'il, su Misión, visión, institucional y el organigrama de la asociación, además se investigó sobre las Políticas y Leyes que lo rigen integradas a las costumbres y cultura de la población de la misma, así como documentos ya existentes como libros, folletos etc. a través de entrevistas.

Se realizó una validación de la información existente contenida en el diagnóstico de la asociación Sotz'il, realizando la actualización de los datos, así como la incorporación de información aun no existente en el mismo.

Con la información obtenida se formuló el diagnóstico que aporta un panorama actual de la situación de la comunidad, que puede servir como ayuda tanto a la organización de Sotz'il, como a las personas que integran la asociación y que conozcan las fortalezas y debilidades a las que se exponen.

Las comunidades asignadas por la asociación fueron San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez y el caserío Paya', Comalapa, Chimaltenango. De las cuales también se obtuvo información de documentos ya existentes en la asociación.

1.4.1.2 Recopilación de fuentes primarias

Se realizó una investigación de información de las comunidades ya mencionadas, para lo cual se realizó una entrevista corta para la obtención de datos actuales, con la cual se interactuó con los miembros de las comunidades para obtener información actual.

1.4.1.3 Recopilación de fuentes secundarias

En el caso del caserío Paya', Comalapa, se validó el diagnóstico elaborado por (Panjoj, Carmen, 2015). Seguidamente se hizo una recopilación vía internet y en la misma asociación de información del lugar, esto para obtener un diagnóstico y observar las necesidades de la población.

Para la comunidad de San Antonio Aguas Calientes se hizo una investigación en tesis, documentos realizados vía internet y en la asociación para obtener un diagnóstico y observar sus necesidades y problemáticas.

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Situación de la Asociación Sotz'íl

La asociación en la actualidad se encuentra realizando proyectos con la junta directiva y la ayuda de los técnicos, estos proyectos buscan respetar las costumbres y tradiciones de las comunidades indígenas, y presentan deficiencias en el cumplimiento de algunas actividades y seguimiento de los proyectos realizados por epesistas anteriores

La Asociación sugirió que no poseía documentos sobre información de suelos de la Cadena Volcánica Kaqchikel y las prácticas de conservación de suelos ancestrales, por lo que se pidió como servicio de EPS la elaboración de un documento con este tema, realizando visitas a los distintos municipios que conforman la región.

1.5.2 Situación del Caserío Paya', Comalapa, Chimaltenango

El Caserío Paya', es una región perteneciente al municipio de Comalapa, departamento de Chimaltenango, ubicado a una Latitud: 14.7667 N y a una Longitud: -90.9167 O, con una altura de 2,293 msnm y un clima semifrío húmedo según la clasificación de Thorntwaite, con temperaturas que oscilan desde los 18 a 20 °C. Posee una riqueza natural y biodiversidad que han hecho que las fuentes de nacimiento de agua se mantengan vivas y puedan abastecer a la población (Panjoj, Carmen, 2015).

Esta región se encuentra ubicada entre área boscosa, es apta para la producción agrícola, aun así, sus habitantes se dedican a la producción de maíz, frijol, hortalizas y fresas.

Es una región con baja natalidad y poca mortalidad posee dos escuelas educativas, un centro de acopio en el cual se realizan las sesiones del COCODE de la región, y sirve como puesto de salud, donde son atendidas las personas y niños, con respecto a su

nutrición, vacunación y salud etc. Las necesidades expresadas por el COCODE fueron: la realización de capacitaciones técnicas en el área del recurso suelo de temas sobre la nutrición del suelo; la seguridad alimentaria; la capacidad del uso del suelo; las propiedades físicas y químicas del suelo; y la recuperación del uso de plantas medicinales; en este sentido COCODE vio la necesidad de impartir capacitaciones a los agricultores en temas de recurso suelo, como también la realización de huertos medicinales.

1.5.3 Situación del municipio de San Antonio Aguas Calientes

La zona de estudio se ubica en el San Antonio Aguas Calientes (Lugar poblado), departamento de Sacatepéquez latitud: 14.5397 N, longitud: -90.769 O. Con altitud de 1,530 m s.n.m., con una superficie de 17km².

La región está constituida por la producción de artesanía así, como de productos agrícolas entre los que sobresalen, el café convencional, café orgánico, así como producción de maíz, frijol, hortalizas, la piscicultura y el turismo.

La fuente de su economía está basada en la producción de café, que actualmente se ha visto afectada por la roya del café, y esto ha repercutido en el desinterés de los caficultores por producir. La producción de hortalizas es en una sola época del año debido a que los productores utilizan tierras prestadas de la región de san Lorenzo, en la cual se encuentra una laguna que en época seca posee tierras fértiles debido a que el nivel del manto freático disminuye, y por esta razón los productores no tienen necesidad de producir con fertilizantes o químicos.

El grupo caficultores de la región expreso la necesidad de recibir capacitaciones en temas de suelo; de las características físicas y químicas del suelo; del cultivo del café, sus enfermedades y la forma de combatirlas; las maneras del uso de fungicidas y la implementación de un manual generado a partir de estas charlas.

1.6 CONCLUSIONES

1. La Asociación Sotz'íl, se basa en la implementación de proyectos en las comunidades para el desarrollo de sus actividades preservando las tradiciones ancestrales.
2. El caserío Paya', Comalapa tiene como base económica la producción agrícola, que es realizada en forma amigable con el ambiente, para preservar los recursos que poseen.
3. Por lo cual los agricultores necesitan la implementación de capacitaciones técnicas, para aumentar sus conocimientos y producir de una manera amigable con el ambiente.
4. En la comunidad de San Antonio Aguas Calientes Sacatepéquez, los caficultores se ven en la necesidad de pedir ayuda en el ámbito de producción del café y como combatir la roya de una forma económica, y amigable con el ambiente, de tal manera que ellos no deban abandonar sus terrenos.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, G. 2003. Conocimiento tradicional sobre la biodiversidad en el proyecto manejo integrado de ecosistemas por pueblos indígenas y comunidades (en línea). Consultado 22 set. 2016. Disponible en <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICAP/UNPAN027583.pdf>
2. Carrera, G. 1948. San Antonio Aguas Calientes; síntesis socio económica de una comunidad indígena guatemalteca. Guatemala, Ministerio de Educación Pública, Instituto Indigenista Nacional. p. 8-9.
3. CEDIM (Centro de Documentación e Investigación Maya, Guatemala). 2015. Conocimientos, sabidurías y prácticas de los pueblos Maya, Garífuna y Xinka para la reducción de vulnerabilidades de poblaciones y territorios, con enfoque de derechos. Guatemala. 230 p.
4. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2007. Guatemala y su biodiversidad un enfoque histórico, cultural, biológico y económico (en línea). Guatemala. Consultado 01 abr. 2016. Disponible en <http://www.chmguatemala.gob.gt/conservacion-de-la-db/catalogo-de-especies/listados-nacionales-de-biodiversidad/libro-biodiversidad-deguatemala/Capitulo%203.pdf>
5. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 42 p.
6. Gerlero, JC. 2005. Recreación y turismo, una vinculación necesaria: Lineamientos para su articulación (en línea). In Simposio Nacional de Vivencias y Gestión en Recreación (4., 2005, Colombia). Medellín, Colombia, Vicepresidencia de la República / Coldeportes / FUNLIBRE. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <http://www.redcreacion.org/documentos/simposio4vg/JGerlero.html>
7. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 2016. Municipio de San Antonio Aguas Calientes (en línea). Guatemala, Guatepymes. Consultado 22 set. 2016. Disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=7811>
8. INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala. 986. Atlas interactivo “Conozcamos Guatemala”. Guatemala. s.p.
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2010. Estudio semi-detallado de suelos, Chimaltenango, Guatemala. Guatemala. p. 198-203.

10. Municipalidad de San Antonio Aguas Calientes (en línea). DeGuate. Consultado 14 set. 2016. Disponible en <http://www.deguate.com/municipios/pages/sacatepequez/san-antonio-aguas-calientes/municipalidad.php#.Wnju8ajiaUk>
11. Panjoj Pérez, C. 2016. Conocimientos ancestrales del pueblo Kaqchikel en la conservación de la Madre Tierra, aldea Paya', San Juan Comalapa, Chimaltenango. Tesis Licda. Trabajo Social. Guatemala, USAC, Escuela de Trabajo Social. 83 p.
12. Prensa Libre, Guatemala. 2015. Fiesta titular del municipio de San Antonio Aguas Calientes (en línea). Prensa Libre, Guatemala, junio 15. Consultado 27 set. 2016. Disponible en <http://www.prensalibre.com/hemeroteca/1965-san-antonio-aguascalientes-de-fiesta>
13. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de Guatemala, Guatemala). 2011. Demografía de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez (en línea). Guatemala. Consultado 13 set. 2016. Disponible en [http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM\\$PRINCIPAL.VISUALIZA R?pID=POBLACION_PDF_315](http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM$PRINCIPAL.VISUALIZA R?pID=POBLACION_PDF_315)
14. Sotz'il (Asociación Centro de Investigación y Planificación para el Desarrollo Maya, Guatemala). 2013. Sistematización de cultivos tradicionales y de consumo familiar, resistentes a los impactos del cambio climático. Guatemala. 125 p.
15. _____. 2016a. CV de la Asociación actualizado. Guatemala. 15 p.
16. _____. 2016b. Informe socio-cultural de las comunidades de Paya' y Patzaj del municipio de San Juan Comalapa. Guatemala. 130 p.
17. _____. 2016c. Plan estratégico 2016. Guatemala. 25 p.
18. TNC (The Nature Conservancy, Guatemala). 2015. Conocimientos tradicionales para la adaptación al cambio climático en el altiplano occidental de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 11 set. 2016. Disponible en http://www.usaid-cncg.org/wpcontent/uploads/2015/03/Conocimientos_tradicionales_ccl_final.pdf
19. UNESCO, Guatemala. 2006. Conocimientos tradicionales. Guatemala, UNESCO, Nota Informativa, no. 5-10 p.
20. Zarazúa, F. 2016. Conocimientos ancestrales del pueblo maya (entrevista). Chimaltenango, Guatemala, Sotz'il (Asociación Centro de Investigación y Planificación para el Desarrollo Maya, Coordinador.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE DOS CALDOS MINERALES EN DOS DIFERENTES CONCENTRACIONES, PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*), EN UNA PLANTACIÓN DE CAFÉ ORGÁNICO (*Coffe arabica*) EN EL MUNICIPIO SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos de importancia económica en el país, y el mismo se ha visto afectado por diversas circunstancias, a través del tiempo. Entre estos problemas se encuentra el hongo de la roya del cafeto, que hizo su aparición en Guatemala por primera vez de 1982 hasta 2005. Esta enfermedad no fue importante en las zonas productoras. Adquiriendo importancia a partir del periodo 2005-2008. Según caficultores y registros de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE, 2006), se considera como uno de los problemas más alarmantes para la producción del café arábica (*Coffea arabica*). A través del periodo de 2008 al 2017 el incremento de roya en el país se ha debido al cambio climático, el cual proporciona condiciones favorables para el desarrollo del mismo en los cultivares.

La Roya del café, es una enfermedad producida por el hongo *Hemileia vastatrix*, considerada como una de las más importantes enfermedades en los países productores de café en el mundo, al ocasiona grandes pérdidas económicas. En Guatemala el grado de pérdidas económicas en la producción ha sido grande, así como también la disminución de terrenos de los caficultores, los cuales al no poder controlarla optan por vender sus tierras y emigran en búsqueda de un trabajo estable para su supervivencia familiar.

Este hongo ocasiona caída prematura de hojas afectando la fotosíntesis, se considera un factor de estrés que debilita los cafetos llegando a ocasionar muerte descendente severa de las ramas. Dando como resultado poca floración y frutos pequeños, o bien ninguna producción de frutos, lo que provoca pérdidas de producción.

El hongo tiene como principal forma de vida el micelio, luego ureidos, formando urediosporas y habita en las hojas que permanecen de un año para otro. Las esporas son fácilmente diseminadas por viento, lluvia, etc; requieren alta humedad para poder germinar e infectar el cafeto

La presente investigación busco una alternativa para el control del hongo de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez. Su producción agrícola se basa en la caficultura y se ha visto afectado en su producción de café orgánico. Se han utilizado como alternativa dos caldos minerales los cuales son el caldo Bordelés y el caldo Visos. Estos se han utilizado como fungicidas preventivos, cada uno de ellos con un potencial para el control de la enfermedad, así como el aporte de nutrientes a la planta en el caso del caldo visosa.

También se realizó una curva del progreso de la enfermedad, del hongo de la roya del café. Para observar el descenso del crecimiento de la misma a través del tiempo en que se evaluaron los tratamientos en el café orgánico.

Seguidamente se tomó como variable de respuesta el porcentaje de la enfermedad en las hojas de café, al cual se le llama severidad. Obteniendo así los resultados al aplicar los fungicidas o caldos minerales.

Obteniendo así una diferencia significativa, en la disminución de la severidad de la roya del café, en la parcela de investigación ubicada en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.

Con lo cual se obtuvo una diferencia significativa, un 32 % en la disminución de la severidad de la roya del café; obteniendo como resultado que, el tratamiento con mejores resultados y que produce menor porcentaje de severidad de la enfermedad, es el caldo visosa en su concentración: 5 kg /ha de sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de sulfato de zinc, 2.85 kg/ha de sulfato de Magnesio + 2.85 kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Morfología del café

2.2.1.1. Características botánicas

La planta del cultivo de café pertenece al reino *Plantae*, división *Magnolyophyta*, clase *Magnoliosida*, orden *Rubiales*, familia *Rubiaceae*, género *Coffea*, especie *Coffea arábica*, L. (Sánchez, 1990). Existen más de 100 especies del género *Coffea* en el mundo, entre ellas *Coffea arabica* constituye el 75 % del café de exportación y se produce en 61 países la mayor parte en Sur y Centro América (Sánchez, 1990).

El cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida alcanza en condiciones comerciales de 20 años a 25 años, dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo, pueden llegar a medir más de 12 m de altura. Inicia la producción de frutos en ramas de un año de edad, continua su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 años a 8 años de edad (Arcila, 2007). Sus características son:

A. La hoja

Las hojas del cafeto se distribuyen en pares, no tienen divisiones y los bordes son lisos, la flore son hermafroditas. (Elena Pérez, 2014). La hoja es un órgano fundamental, debido que en ella se realizan los procesos de fotosíntesis, transpiración y respiración. En las ramas, un par de hojas aparece cada 15 ó 20 días aproximadamente. Independiente de la densidad de siembra, un cafeto de un año de edad tiene 440 hojas en promedio. La hoja del café tiene una duración promedio de 250 días. La duración de las hojas se reduce con la sequía, con las altas temperaturas y con una mala nutrición (Arcila, 2007).

B. La flor

El periodo de la floración está influenciado por la duración del día (fotoperiodo), la época de siembra, la temperatura (20 °C a 25 °C) y la disponibilidad hídrica (mínimo 10 mm), los cuales son condiciones ambientales y acceso de la planta a los nutrientes del suelo. La primera floración, inicia en el momento en que el 50 % de las plantas ha florecido y el proceso de formación de las flores del cafeto puede durar de 4 meses a 5 meses (CENICAFE, 2014).

La disposición floral del cafeto es distal, o sea, en grupos separados de yemas, que brotan en los nudos a lo largo de las ramas laterales. Cada flor tiene en la base un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz de color verde que mide de 1 mm a 2 mm de largo, con cinco picos terminales. La corola mide de 6 mm a 12 mm de largo, la cual se abre arriba en cinco pétalos. Consta de 5 estambres insertados en el tubo de la corola. El gineceo está constituido por un ovario súpero con dos óvulos. El estilo es fino y largo con terminaciones estigmáticas (CENICAFE, 2014).

C. El fruto

El fruto, es una drupa que contiene dos semillas con una longitud de 10 mm a 17 mm y se conoce como café uva. Dependiendo de la variedad se necesitan 7 meses a 8 meses para que madure, su cubierta (pulpa) es roja o amarilla en algunas variedades. El fruto está formado por: la pulpa (exocarpio y mesocarpio), el pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión. En el tercer y medio mes de la floración en el fruto se forma el pergamino y se lignifica definiéndose el tamaño que tendrá el grano. Un déficit hídrico en este período provoca el secamiento y caída en los frutos tiernos. El consumo de elementos durante el desarrollo del fruto es inevitable, 80 % consume de nitrógeno, de fósforo un 85 % y potasio un 71 % (ANACAFE, 2006).

D. La raíz

El cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente hasta una profundidad de 80 cm, la cual emergen raíces secundarias que se extienden horizontalmente que dan origen a las raíces absorbentes, según (Arcila, 2007), un 86 % de estas raíces se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad, son las encargadas de tomar el agua y los nutrientes minerales (Arcila, 2007).

E. Tallo y ramas.

La parte aérea del cafeto se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y de las ramas (yemas apicales) y en las axilas de las hojas (yemas laterales, yemas axilares y yemas seriadas). En los meristemas de las yemas se desarrollan los primordios de nudos, hojas, brotes, ramas y flores (Arcila, 2007).

El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico). En el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico). A través de ambos tipos de crecimiento se conforma la arquitectura del cafeto, es decir su sistema vegetativo y productivo (Arcila, 2007).

2.2.1.2 Variedad y especies

En Guatemala se cultivan básicamente variedades de la especie *Coffea arábica*, que es la más difundida en el mundo con un aporte del 70 % a 75 % de la producción mundial. Otra especie es *Coffea canephora*, con Robusta. Existen varias especies de las cuales se pueden mencionar: el café Bourbon, el café Caturra, el café Pache común y colis, el Catimor, Mundo Novo, Sarchimor (ANACAFÉ, 2006). La especie con la cual se trabajó en la investigación es Catuai.

A. Catuaí.

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. Es una variedad originaria de Brasil de porte medio, pero más alta que Caturra, con desarrollo vertical de 1.90 m a 2.25 m, las bandolas forman ángulos de 45 grados con el eje principal, pueden llegar a medir a 0.90 m a 1.20 m de longitud entrenudos cortos (ANACAFÉ, 2006).

Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con periodos de lluvias intensas. Se adapta muy bien en rangos de altitud de 610 m a 1,372 m s.n.m. en la Boca Costa; de 1,067 m a 1,676 m s.n.m. en la Zona Central, oriental y norte del país (ANACAFE,2013).

2.2.1.3 Manejo del cultivo de café

El manejo del cultivo es indispensable para, la obtención de un producto de calidad, en el caso del café se realizan varias prácticas de manejo de cultivo para poder obtener un grano de calidad y buen sabor.

A. La sombra del café

La sombra regula las condiciones bajo las cuales el cafeto desarrolla al máximo sus características genéticas, por lo cual es importante en dicho cultivo (Heredia, 2011).

Las principales funciones de la sombra, son:

- Conservar la humedad del suelo, mediante la formación constante de una cobertura natural de hojarasca (molch). Regular la temperatura del sol sobre el suelo y sobre la raíz del cafeto. Disminuye la evaporación del agua en suelo y la transpiración de la planta, mejorando las reservas durante el verano.
- Disminuye el desarrollo normal de las malezas, reduce la erosión hídrica, atenuando el golpe del agua de lluvia sobre el suelo, arriba con su estrato de follaje y abajo con su colchón de hojas caídas.
- Regular el control de plagas y enfermedades, como el minador de la hoja (*Leucoptera coffella*). Y la mancha de hierro *Cercopora coffeicola*. Mejoramiento de la fertilidad y protección del suelo (ANACAFE, 2002).

Los tipos de sombra utilizados son:

a. Sombra provisional.

Se incluyen aquellas plantas que se utilizan para proteger el cafeto, durante el primer año de establecido el cafetal. Las cuales además de proporcionar sombra, fijan nitrógeno atmosférico (ANACAFE, 2002).

b. Sombra temporal o semipermanente.

Se eligen plantas que, por su duración y rápido crecimiento, dan la sombra necesaria al café, mientras se desarrolla la sombra permanente. Las plantas más utilizadas son: la Cuernavaca, las musas (banano, plátano), el liguerillo y la baraja o barajo, las distancias usadas de 4 x 6, 6 x 5, y 6 x 6 metros (ANACAFE, 2002).

c. Sombra definitiva o permanente.

Son plantas que, por sus hábitos de crecimiento y longevidad, conviven con los cafetales, proporcionándoles sombra durante todo el ciclo productivo. Las leguminosas, principalmente las del género *Inga sp.* llenan la mayoría de estas características: el Cuje, el Chalum, la Guaba y el Pepeto. Se utiliza la Gravilea, especialmente en suelos arenosos y fríos con alta susceptibilidad a daños por heladas (ANACAFE, 2002).

d. Época de manejo de sombra

Se recomienda realizar la poda de los árboles de sombra permanente o definitiva (mayores de 5 años de edad) al inicio de las lluvias, lográndose un incremento en el rendimiento del café. Podando en los meses de mayo y/o junio se observa una disminución en la cantidad de café verde recolectado en el último corte, pues se obtiene una maduración más uniforme y permite exponer la plantación a la luz solar durante el período lluvioso. Con esto se logra mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes y se mantiene una mayor iluminación y ventilación dentro del cafetal, creando condiciones adversas al desarrollo de algunas enfermedades fungosas como el Ojo de Gallo ocasionado por *Mycena citricolor* (ANACAFE, 2002).

A. Densidad de siembra

La densidad de siembra en promedio se utiliza 3,500 plantas de café por hectárea; y el rendimiento promedio de café en estado pergamino es de 1,000 kg de café pergamino por hectárea (ANACAFE, 2002).

B. Fertilización

La época de aplicación está relacionada con las lluvias y curva de crecimiento del cafeto, se recomienda que se realicen tres fertilizaciones en las épocas siguientes: la primera fertilización se debe realizar de mayo o junio, la segunda agosto o septiembre y la tercera octubre o noviembre. La fórmula a utilizar dependerá del análisis de suelo y de las recomendaciones del laboratorio de suelos (ANACAFE, 2010).

La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90 %. Por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50 % o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar funguicidas en la misma solución (ANACAFE, 2006).

C. Poda

Existen dos aspectos principales que hay que tomar en consideración en cuanto a la poda del café: primero, la formación de los árboles jóvenes para construir una estructura vigorosa y bien balanceada con buenas ramas de fructificación, y segundo, el rejuvenecimiento periódico de la rama de fructificación, a medida que envejecen y dejan de producir. Existen dos clases de podas la poda baja y la poda alta (Heredia, 2011).

La poda baja Consiste en podar el cafeto a una altura de 25 cm - 35 cm. del nivel del suelo, con el fin de provocar la emisión de brotes nuevos que habrán de reemplazar al tallo cortado (Heredia, 2011).

D. Condiciones climáticas

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7,500 m³/ha), hasta 3,000 mm (30,000 m³/ha), mejor café se produce en altitudes de 1,200 m a 1,700 m s.n.m. donde la precipitación pluvial anual es de 2000 mm a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16 °C a 22 °C (ANACAFE, 2002).

E. Fenología

De acuerdo con Arcila (2), el crecimiento del fruto de café tiene una curva de crecimiento sigmoideal, dividida en cuatro etapas a saber las cuales son:

Etapa I. Esta etapa inicia desde la floración hasta 50 días después aproximadamente, se llama etapa de crecimiento lento.

Etapa II. Inicia desde los 50 días después de la floración hasta 120 días después en promedio, en esta etapa el fruto crece aceleradamente y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa (Ramírez,2014).

Etapa III. Inicia a los 120 días hasta los 180 días termina, en esta etapa la semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.

Etapa IV. Transcurre entre los 180 días a los 224 días, el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

Las etapas II y III son las etapas de mayor demanda de agua y de nutrientes del fruto, y es donde se debe garantizar la mayor disponibilidad de ambos (Ramírez, 2014).

2.2.1.4 Enfermedades del café

Las principales enfermedades del cultivo de café en América Central son: *Ojo de gallo ocasionado por Mycena citricolor*, Mancha de hierro ocasionado por *Cercospora coffeicola*. Derrite o quema, ocasionado por *Phoma sp.*, el mal de hilachas Ocasionada por *Corticium koleroga* y por último la roya del café (Heredia, 2011).

A. Roya del café *Hemileia vastatrix* Berk & Br

La roya, a nivel mundial, está considerada como una de las enfermedades más peligrosas del cultivo de café. Esta ataca especialmente plantas productivas, provocando defoliación, reducción de crecimiento y baja producción de frutos al año siguiente (Avelino *et al.* 1999).

Es una enfermedad que ataca principalmente las plantaciones de café de las variedades Caturra, Catuaí, Bourbon, Typica, Pache y otras susceptibles. Afecta hojas maduras y cuando el ataque es severo puede también infectar hojas jóvenes provocando una intensa caída de hojas y pérdidas en la producción (ANACAFE, 2013).

Se ha identificado que la roya se manifiesta severamente en altitudes de 600 a 1,200 m s.n.m. Esta enfermedad está relacionada con la alta carga fructífera, falta de fertilización, uso inadecuado de fungicidas y variabilidad climática, entre otros factores que debilitan la planta, haciéndola más susceptible a ataques severos. A partir del 2011 se observó incremento de roya en las regiones cafetaleras del país, bajo diferentes condiciones (ANACAFE 2012).

a. Clasificación Taxonómica.

- División: Basidiomycota
- Subdivisión: Pucciniomycotina
- Clase: Pucciniomycetes
- Orden: Pucciniales
- Familia: Puccineaceae
- Género: *Hemileia*
- Especie: *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. (ANACAFE 2012).

b. Condiciones para la aparición y desarrollo de la roya del cafeto

El brote de la roya y el posterior progreso de la enfermedad dependen de la ocurrencia simultánea de cuatro factores (Rivillas et al, 2011)

- Hospedero: plantas susceptibles, variedades de *Coffea arabica*.
- Agente causal: *Hemileia vastatrix*.
- Hombre: deficientes prácticas agronómicas.
- Ambiente: condiciones climáticas favorables.

c. Hospedero

Coffea arabica denominados cafés suaves, dentro de la especie existe una gran cantidad de variedades entre las que se cuentan las tradicionales como Catuaí, Borbón, y Caturra, todas ellas carentes de resistencia genética a la roya y en cuyas plantaciones se pueden presentar fuertes ataques de la enfermedad (Rivillas et al, 2011).

El estado fisiológico de la planta puede reducir o incrementar la susceptibilidad a la enfermedad. Es por eso que las plantas con problemas como el limitado desarrollo de

raíces, por efecto de suelos arcillosos, ataque de nematodos o palomilla, o malformaciones desde el almácigo, con estrés en el sistema radical por exceso de agua en el suelo, o con deficiencias nutricionales por escasa o ninguna fertilización, son más propensas a padecer fuertes ataques de roya (Rivillas, 2011).

El fruto se ve afectado debido a que altas producciones tienen altas exigencias para las hojas en el proceso de llenado de granos y bajo esas condiciones la roya puede producir pérdidas grandes si no se fertiliza adecuadamente (Rivillas et al., 2011).

D. Agente Etiológico

El agente causal de la roya del café es el hongo *Hemileia vastatrix*, que se especializa en parasitar células vegetales vivas, lo que implica unos requerimientos nutricionales muy especiales, que hacen de este hongo un parásito obligado, que no puede sobrevivir en suelo o en material vegetal inerte (Rivillas et al., 2011).

Según Rivillas 2011, el micelio del hongo es más abundante en el parénquima esponjoso de la hoja de las variedades más susceptibles y en las más resistentes de café queda confinado en esta parte del mesófilo. En las variedades más susceptibles, el micelio tiende a penetrar el tejido de empalizada y hasta puede enviar haustorios a las células de la epidermis superior.

B. Ciclo de vida del hongo

El proceso infeccioso de la roya inicia desde la etapa de desinanciación, germinación y colonización, siendo estos dos últimos los períodos de incubación, las cuales ocurren de acuerdo a la variación de la temperatura entre 21 y 24 días al sol y entre 18 y 22 días a la sombra, mientras el período de latencia que comprende el proceso de infección

hasta la producción de esporas fluctúa entre 34 y 37 días al sol y entre 31 y 35 días a la sombra (Rivillas et al., 2011).

El ciclo de vida de la roya del café, se presenta en la figura 2 la cual presenta de forma sistemática, la evolución del hongo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br en el cultivo de café (*Coffea arabica*).



Fuete: Calderón 2012

Figura 2. Ciclo evolutivo de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br en el hospedero *Coffea arabica*.

a. Etapa de diseminación

Se realiza por medio de esporas de un tamaño de 30 micras de largo por 20 micras de ancho, denominadas urediniosporas, que producidas en grandes cantidades corresponden al polvillo amarillo o naranja que se visualiza en el envés de las hojas de café y que es característico de esta enfermedad (Rivillas et al., 2011).

La dispersión del hongo puede ser por el viento, local de hoja a hoja o entre plantas, el salpique del agua de lluvia es el agente principal, no solamente para la dispersión, sino también para la liberación de esporas, y algunos insectos como thrips, moscas y avispas, contribuyen en su dispersión, aunque en proporciones mínimas.

b. Etapa de germinación

El proceso inicia, cuando la espora una vez depositada en el envés de la hoja emite de uno a cuatro tubos germinativos, en un período de 6 h a 12 h. Para esta etapa, el hongo requiere de una capa de agua, condiciones de poca o ninguna luminosidad, y temperaturas inferiores a 28 °C y superiores a 16 °C. El tubo germinativo crece hasta encontrar las estomas, se forma un apresorio con un mínimo de 5 h, en el lado inferior de éste se forma una hifa penetrante (hifa de infección) la cual crece en el interior de la cavidad su estomática a través del ostiolo (ANACAFE, 2006).

c. Etapa de colonización

Las hifas crecen entre las células del mesófilo y penetran en ellas mediante ramificaciones cortas, filiformes, que terminan en expansiones ovas, reniformes, estas expansiones son los haustorios, los cuales entran en contacto con las células de la planta, y con los que extraen los nutrientes para su crecimiento. Las células de café parasitadas pierden su coloración verde son los cloroplastos, se tornan gradualmente amarillentos ya afectadas se contraen y coagula en forma de una masa, la cual gradualmente se decolora y se torna cada vez más marrón y, en este momento, se aprecian zonas cloróticas, los cuales son síntomas de la enfermedad (ANACAFE, 2006).

d. Etapa de reproducción

Luego de transcurrido 30 días, después de la colonización, el hongo está lo suficientemente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros que son las encargadas de producir nuevas urediniosporas, a razón de 1.600 por mm² por un período de 4 a 5 meses y que serán dispersadas para iniciar el nuevo ciclo (ANACAFE, 2006).

e. El inóculo residual

La conservación de la enfermedad de un año para el siguiente se hace a través de las hojas viejas infectadas que logran sobrevivir la época seca, con el tiempo las manchas más viejas de roya van adquiriendo un color pardo o necrótico, donde sobrevive el hongo (inóculo residual) en las hojas vivas, para el siguiente ciclo (ANACAFE, 2006).

2.2.1.5 Manejo agronómico

El hombre también está involucrado en el desarrollo de la enfermedad, cuando ejecuta de manera inadecuada actividades propias del manejo del cultivo entre las que se puede mencionar. (Rivillas *et al.*, 2011):

- Permitir el crecimiento descontrolado de malezas, que además de competir con el café por los nutrientes del suelo, generar alta humedad en plantaciones de café menores de 24 meses. Fertilización escasa o nula, que afecta principalmente a los cafetales bajo plena exposición solar.
- Sombra excesiva, que mantiene rangos de temperatura máxima y mínima muy estrechos, favorece una humedad relativa alta constante y estimula el incremento del

área foliar y la vida media de las hojas, las altas densidades dificultan la aplicación y el cubrimiento de los fungicidas sobre el follaje.

- Aplicaciones de fungicidas fuera de época, sub dosificadas o sobre dosificadas, con equipos inadecuados o sin calibrar, con boquillas de alta descarga o desgastadas, con la utilización de aguas contaminadas o duras.

2.2.1.6 Epidemiología

Se define una epidemia como la aparición de una enfermedad que se esparce rápidamente y con alta frecuencia entre los individuos de una misma población o área, al mismo tiempo. Por lo tanto, es un cambio la cantidad de enfermedad en tiempo y espacio (Arnes, 2011).

Los factores principales que inciden en el desarrollo de las epidemias de roya son:

- La precipitación es necesaria para completar el ciclo de vida del hongo.
- La temperatura óptima es de 23 °C para la germinación y la infección en general.
- La carga fructífera: a mayor carga fructífera, mayor infección.
- El periodo de cosecha, la cual produce la diseminación de la enfermedad por los recolectores.
- El inóculo residual: este es responsable del mantenimiento de la enfermedad a través de los años. La fase de desarrollo lento de la Roya ocurre de mayo a agosto (ANACAFE, 2011).

A. Curva del progreso de la roya

La epidemia de la roya tiene un avance que se presenta en 3 fases, establecidas en procesos poli cíclicos que se desarrollan en una curva de progreso en las dimensiones de tiempo y espacio (ANACAFE, 2015).

a. Fase lenta

En esta fase la epidemia inicia con una infección en la que no se visualizan los síntomas sino hasta después de ocurrido el proceso de incubación del hongo, presentándose índice de infección de hojas menores del 10 %, que son parte del inóculo residual (primario) que se mantuvo en la planta durante la época seca. El inicio de esta tapa coincide con el establecimiento de las lluvias (ANACAFE, 2015).

b. Fase rápida

En esta fase la epidemia alcanza su máximo desarrollo (noviembre-diciembre), llegando a su etapa final. Las hojas caen de la planta debido a la alta severidad, reduciéndose alarmantemente el número de hojas, provocando un agotamiento de los cafetos. A partir de enero, la curva inicia un descenso natural como producto de la fuerte caída de hojas afectadas por una alta severidad, hasta llegar a su nivel más bajo en mayo-junio (ANACAFE, 2015).

c. Fase rápida o explosiva

Inicia su dispersión de manera acelerada. Esta fase ocurre en el periodo de junio a diciembre, en el que, de acuerdo a la naturaleza del hongo, ocurren varios ciclos infectivos. En un estudio para conocer la curva de progreso de la roya, se reportó que,

en su fase rápida o explosiva, comprendida en el periodo indicado, la roya alcanzó un crecimiento diario de 0.32 %. Este crecimiento diario de la infección varía entre regiones por efectos de clima, altura y fenología de la planta (ANACAFE, 2015).

2.2.1.7 Métodos de medición de la roya del café

A. Porcentaje de infección

Se mide separando las hojas infectadas y las hojas sanas, y se determina dividiendo el número de hojas infectadas entre el total de hojas de la muestra, multiplicado por cien. El índice de infección se anota una boleta de muestreo correspondiente, según el uso de la finca que le dé a este. La fórmula del porcentaje de infección por Roya (% IR) es (ANACAFE, 2013):

$$\% \text{ IR} = \frac{\text{Hojas infectadas por sitio}}{\text{Total hojas de la muestra}} \times 100$$

B. Incidencia

Es la porción infectada (o porcentaje) de unidades enfermas de una parcela infectada por una enfermedad. O bien el porcentaje de plantas infectadas dentro de una parcela. (Barea, Guillermo, 2006).

$$I \% = \frac{\text{Número de unidades enfermas}}{\text{Número total de unidades}} (x100\%)$$

C. Severidad

Dicho término se refiere a la cantidad de área foliar infectada por una enfermedad de una planta. En este caso el área foliar infectada por la roya del café en un cafetal. Se determina con la siguiente fórmula (Barea, Guillermo, 2006).

$$S \% = \frac{\% \text{ de área foliar hojas infectadas.} \times 100}{\text{Número total de hojas muestreada}}$$

2.2.1.8 Métodos de control de la roya *Hemileia vastatrix*

A. Control cultural

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

B. Control genético

Actualmente se ha observado y dado a conocer que la variedad Catimor y Sarchimor, presenta resistencia a la roya del café, la cual responde bajo alta presión de inóculo manteniendo un nivel de infección menor al 15 % (Moreno y Alvarado, 2000).

C. Control químico

El control químico es uno de los más utilizados en café convencional y una herramienta útil, cuando esta se lleva a cabo correctamente, para el manejo integrado de la roya.

La efectividad del control químico se sustenta sobre el tipo de fungicida a utilizar, el momento oportuno de la aplicación en base a la fenología del cultivo y por último la tecnología de aplicación. En el mercado existen fungicidas de contacto, sistémicos curativos y erradicantes (CEDICAFÉ, ANACAFE, 2015).

D. Tipos de fungicidas

Existen dos tipos de fungicidas para el control de la roya: sistémicos y de contacto.

a. Fungicidas de contacto

Entre los fungicidas de contacto más conocidos y utilizados para el control de la roya se encuentran los óxidos e hidróxidos de cobre, así como los preparados a base de sales inorgánicas. Más recientemente, se encuentran en el mercado productos fungicidas Control químico de origen botánico. Sus características son:

- inhiben la germinación de esporas o evitan la penetración en la planta. se deben aplicar buena cobertura del follaje, principalmente en el envés.
- El intervalo de aplicación de fungicidas debe ser entre 15 - 25 días. Pueden ser utilizados con niveles bajos de incidencia de roya alrededor del 5%. (CEDICAFÉ, ANACAFE, 2015).

b. Fungicidas sistémicos

Cuando el nivel de infección es muy alto se debe seguir el calendario de aplicaciones con productos de tipo sistémico para reducir el ataque de roya, previo a la maduración del café y de acuerdo a las fechas establecidas para la región.

No es recomendable el uso de fungicidas a base de epoxiconazole en la tercera opción porque puede generar problemas de residualidad. (CEDICAFÉ, ANACAFÉ, 2015).

E. Control preventivo

Los fungicidas cúpricos como el oxiclورو de cobre, óxido cuproso, hidróxido de cobre y sulfato de cobre formulado como caldo bordelés son de acción preventiva, solamente tienen efecto inhibiendo la germinación del patógeno y, en ocasiones, la penetración y, por tanto, el programa de control debe iniciarse antes de que el patógeno se establezca en los tejidos foliares, ya que estas moléculas no son capaces de traspasar la cutícula foliar (Rivera, Jairo, 2007).

a. Caldo Bordelés

El Caldo Bordelés, fue utilizado desde tiempos antiguos por los campesinos para proteger sus cultivos de numerosas enfermedades. Tiene como referencia su primera utilización en 1882 en Francia y en 1885, el fitopatólogo francés Alexis Millardet, anuncio, el éxito obtenido mediante el uso de la mezcla de sulfato de cobre y cal, como “fungicida”. El valor de este nuevo “fungicida”, llamado «caldo bordelés» por haberse originado en el poblado de Burdeos, fue establecido rápidamente, e inmediatamente

también, vinieron los mejoramientos de la fórmula primitiva y luego en cada lugar empezaron aplicarse formulas diversas, de acuerdo con los cultivos y el éxito obtenido (Rivera, Jairo, 2007).

i. Materiales para preparar el caldo Bordelés.

20 L de agua que no contenga cloro. Se recomienda utilizar agua de un rio limpio o de lluvia.

200 g de sulfato de cobre.

200 g de cal hidratada

2 cubetas de plástico de 5 L cada uno (ni rojo, ni amarillo).

1 caneca plástica de 20 L (ni roja, ni amarilla) (CEDICAFÉ. 2005)

i i. Preparación del caldo bordelés.

- Depositar en una cubeta 2 L de agua y disolver el sulfato de cobre,
- Si se utiliza agua tibia, la dilución es más rápida.
- En otra cubeta depositar la cal, agregar un poco de agua y formar una pasta.
- En la cubeta en el cual se preparó la pasta de cal, agregar agua hasta completar 5 L y disolver bien utilizando una vara de madera, no lo haga directamente con la mano.
- En la cubeta de 20 L depositar la solución de cal y luego sobre esta la solución de sulfato de cobre y disolver bien. Nunca deposite la cal sobre el sulfato de cobre.
- Completar con agua la capacidad de la cubeta de 20 L y revuelva muy bien con vara de madera, no lo haga directamente con la mano.
- Realizar prueba de acidez, sumergiendo un machete durante 3 min en el caldo y luego airéelo y obsérvelo. Si el machete se nota oxidado se debe a que el

caldo este ácido, por lo cual debe agregar más cal y hacer nuevamente la prueba.

- Colar muy bien antes de aplicar (Rivera, Jairo, 2017).

i i i . Como utilizar el caldo bordelés y sus recomendaciones.

El caldo bordelés es un protector de contacto que forma una lámina superficial, la cual no permite que el hongo penetre en los tejidos de las plantas, y evita que se desarrolle el patógeno. El caldo bordelés “no ejerce acción curativa”, solo impide que se desarrolle en otras partes de las plantas (CENTA, 2005).

Se utiliza como fungistático para el manejo de enfermedades como: *antracnosis*, roya, *mildéu*, cenicilla, *esclerotinia*, *cercospora*, *alternaria*, *phytophthora*, así también posee principios acaricidas y se comporta como repelente de algunos coleópteros. Contribuye al equilibrio nutricional de las plantas (Rivera, Jairo, 2007).

Al preparar el caldo, nunca agregar la solución de cal sobre la de cobre, ya que produce gases tóxicos, siempre utilizar recipientes Plásticos. La aplicación debe efectuarse poco tiempo después de haber realizado el preparado; como “máximo debe usarse un día después”. Debe usarse el día que fue preparado, no permite mezcla con otros productos. Puede llegar a obstruir la boquilla de la bomba si no es bien preparado, precisa remover el pulverizador para que no forme precipitaciones (CENTA, 2005).

b. Caldo visosa

El caldo visosa, es un caldo mineral que, el cual fue probado obteniendo buenos resultados por el profesor JoaoDa Cruz Filho, titular del departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Vinosa en el Brasil, apareció oficialmente publicado, el 12 de mayo de 1982 en Visosa (Rivera, Jairo, 2017).

Este preparado o caldo mineral que inicialmente fue dado a conocer como un novedoso fungicida para el control de la roya del café (*Hemileiavastatrix*), ha sido adaptado por los agricultores en muchos países para sus aplicaciones, no solo en sus cafetales sino en otros cultivos como las hortalizas y los frutales. (Rivera, Jairo, 2007).

El caldo Visosa, controla con eficiencia algunas enfermedades, enriquece a los vegetales con micronutrientes, con repercusiones altamente positivas en la producción. Finalmente, en los estudios realizados se incluyó que el caldo visosa fue superior a los fungicidas a base de oxiclورو de cobre y bayleton, en los aspectos de la eficiencia de su acción fungicida y en el aumento de su productividad, aparte de constituirse en un producto más barato en las manos de los productores (Rivera, Jairo, 2007).

i. Ingredientes y materiales para preparar el caldo Visosa

20 L de agua

100 g de sulfato de cobre.

100 g de cal hidratada.

125 g de sulfato de zinc.

80 g de sulfato de magnesio.

80 g de bórax.

2 cubetas plásticas de 20 L.

1 vara de madera para revolver la mezcla.

i.i. Preparación del caldo visosa

- Depositar en una de las cubetas 10 L de agua y disolver en esta los sulfatos de cobre, zinc, magnesio y bórax, revolviendo bien con la vara de madera, no revuelva directamente con la mano.
- En la otra cubeta depositar los otros 10 L de agua y disolver en esta la cal, revolviendo bien con la vara de madera.
- Luego mezclar el contenido del primer recipiente, es decir de aquel en el cual se revolvió los sulfatos de cobre, zinc, magnesio y el bórax, con el del otro recipiente y revolver constantemente con la vara de madera.
- Tener cuidado de depositar el contenido del primer recipiente sobre el contenido del segundo y nunca, al contrario (CEDECO, 2005).

i.i.i. Como utilizar el caldo visosa y sus recomendaciones.

El caldo visosa se utiliza en el manejo de enfermedades producidas por hongos como: roya, *Sigatoka*, *Antracnosis*, *Mildeu*, *Cenicilla*, *Esclerotinia*, *Cercospora*, *Alternaria*, *Phytophthora*, *Septoriosis*, en cultivos como café, plátano y banano, hortalizas y frutales. Es excelente para proteger el café de la roya, posee principios acaricidas y se comporta como repelente de algunos.

Para mayor seguridad en café, la primera aplicación debería hacerse con un fungicida sistémico para controlar la infección primaria y las que se hayan producido en las hojas jóvenes antes de junio. La segunda aplicación podrá hacerse posteriormente con toda seguridad, con un fungicida a base de cobre, entre 45 días y dos meses después de la primera aplicación (Avelino et al., 1991).

No utilizar recipientes metálicos para su preparación y su aplicación. Utilizar siempre aspersor con boquilla plástica. Caso contrario, el caldo visosa puede reaccionar con el metal y cambiar la composición final del caldo (toxicidad).

Utilizar agua tibia para que las sales se diluyan fácilmente. El caldo visoso debe ser utilizado al momento y se puede almacenar máximo 3 días. Al momento de aplicar el caldo, el suelo debe estar húmedo. Los caldos son productos tóxicos que deben de ser mantenidos fuera del alcance de los niños. (Picado, Jairo, 2007).

iv. Dosis de los caldos minerales:

Las dosis recomendadas y utilizadas en el campo de los caldos minerales se presentan a continuación en la cuadro 1 y cuadro 2, se encuentran las dosis de los caldos minerales.

Cuadro 1. Fungicidas contacto y sistémicos que ANACAFE ha evaluado a través del Centro de Investigaciones en Café -CEDICAFE-

Ingrediente Activo	Dosis por hectárea
Fungicidas de contacto	
Caldo bordelés (Sulfato de cobre + hidróxido de calcio)	4 kg de cada ingrediente
Hidróxido de cobre	3 kg
Óxido de cobre	3 kg
Oxicloruro de cobre	3 kg
Melaleuca alternifolia (orgánico)	700 cc
Extracto de aceite de Neem (orgánico)	2000 cc
Fungicidas sistémicos con un ingrediente activo	
Epoconazole	500 cc
Cyproconazole	400 cc
Triadimenol	500 - 700 cc
Tebuconazole	572 - 800 cc
Fungicidas sistémicos con dos ingrediente activo	
Tebuconazole + Triadimenol	500 - 700 cc
Epoconazole + Carbendazim	500 cc
Azoxystrobin + Cyproconazole	500 - 572 cc
Epoconazole + Pyraclostrobin	1000 cc

Fuente: ANACAFE, 2013

En el cuadro 1 se muestran las dosis recomendadas de fungicidas de contacto o caldos minerales por hectárea lo cual sirvió de referencia para la implementación de los mismos en la investigación.

El cuadro 2, presenta otras dosis de caldos minerales por manzana, el cual también se usó como base para preparar las concentraciones de los caldos minerales utilizados en la investigación.

Cuadro 2. Dosis de caldos minerales recomendados.

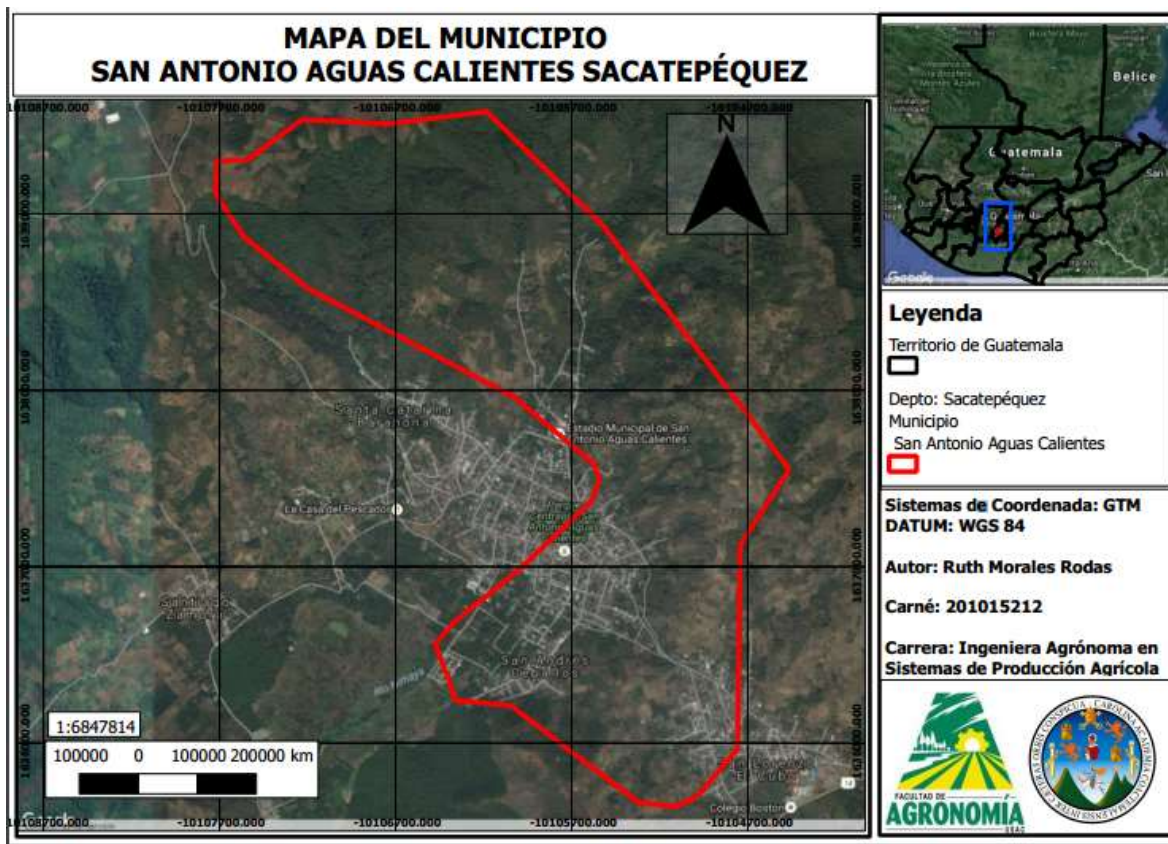
Nombre comercial	Modo de acción	Ingrediente activo	Dosis comercial/Mz	Dosis /mochila 16 L
Caldo viscosa	Contacto	Sulfato de cobre (SC), Sulfato de zinc (SZ), Sulfato magnesio (SM), Ácido bórico (AB), Urea (46%), Cal hidratada (HC)	2,00 kg (SC) 2,4 kg (SZ) 1,6 kg (SM) 1,6 kg (AB) 1,6 kg (Urea) 2,00 kg (HC)	80 g (SC) 96 g (SZ) 64 g (SM) 64 g (AB) 64 g (Urea) 80 g (HC)
Caldo bordelés	Contacto	Sulfato de cobre (SC), Cal hidratada (HC)	6 kg (SC) 8 kg (HC)	220 g (SC) 320 g (HC)
Caldo sulfocálcico	Contacto	Azufre+óxido de calcio	10 L de la mezcla compuesta por 2 kg azufre + kg óxido de calcio en 10 L de agua	400 cc de la mezcla sulfocálcica
Oxicloruro de cobre	Contacto	Oxicloruro de cobre 50% de cobre metálico	5,5 lbs	100 g
Trilogy 64 EC	Contacto	Aceite de Nim	4.0 L	80 cc
Hidróxido de cobre	Contacto	Cobre	4.0 L	73 g
Óxido de cobre	Contacto	Cobre	4.0 L	73 g

Fuente: CENICAFE, 2015

2.3 Marco referencial

2.3.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio se ubica en el San Antonio Aguas Calientes (Lugar poblado), departamento de Sacatepéquez latitud: 14.5397 N, longitud: -90.769 O. Con altitud de 1,530 m s.n.m., con una superficie de 17 km². Se presenta un mapa de la región se muestra en la figura 3.



Fuente: elaboración propia, 2016.

Figura 3. Mapa de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.

2.3.2 Suelo

De acuerdo a la clasificación de suelos utilizada en Guatemala Simmons, indica que las series de clasificación de suelos del municipio de San Antonio Aguas Calientes son: Alotenango (Al): suelos excesivamente drenados, característicos de lugares inclinados a muy inclinados, es decir alta pendiente, con color café oscuro a muy oscuro, con consistencia suelta, con una fertilidad alta, textura franco arenoso y erosión alta, con una profundidad de 25 cm a 50 cm de espesor.

Serie de suelos de los valles (SV): Pertenece a los suelos misceláneos no diferenciados, caracterizado por ser uno de los tipos de suelos más productivos de la región (MAGA, 2013).

Desde el punto de vista agronómico, el suelo del municipio es apto para la agricultura y el área forestal realizando un aprovechamiento sostenible, siendo indispensable para la fuente de aguas y ecosistemas integrados. La mayor parte del territorio está ocupada con agricultura limpia anual, lo que muestra que la actividad económica principal es la agricultura. Sin embargo, los suelos en esta área son aptos para bosques, pero no se están utilizando adecuadamente ya que con un 26.85 % del suelo cuenta con coníferas (MAGA, 2003).

1.3.3 Estudios realizados sobre caldos minerales contra la roya del café.

A. Según el estudio “Evaluación de caldos minerales más biofertilizantes y un extracto botánico para el control de la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk & Br., en la aldea Cerro de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala”, realizado por (Sánchez, Sebastián, 2015), el uso de caldos minerales los cuales fueron: caldo Bordelés, caldo multiminerales, caldo Visosa caldo sulfocálcico, en contraste con el extracto botánico de Hojas de sábila y de papaya, dio como resultados en el comportamiento de los

valores del porcentaje de infección de roya en el café, un 43 % evidenciando la acción fertilizante de los biofertilizantes, los cuales aportan macronutrientes y micronutrientes a la planta (Sánchez, 2015).

Según “ANACAFE, 2012, fungicidas de contacto solamente inhiben la germinación de esporas, evitan la penetración en la planta, utilizados con niveles bajos de incidencia de roya a un nivel de 5 %”. Lo que comprueba los resultados obtenidos, para el uso de los tratamientos de biofertilizantes y caldos minerales, los cuales bajaron la incidencia y severidad a un 20 % (Sánchez, 2015).

También se obtuvo que el tratamiento biofertilizantes + caldos minerales alcanza unos valores del 41 % de defoliación, dicho valor es considerado bajo comparado con los valores alcanzados bajo la acción del resto de tratamientos, se deduce entonces que aumenta la resistencia a favor de la planta contra los ataques de la roya y mantiene el índice de defoliación dentro de un intervalo del 20 % al suplirle nutrimentos esenciales y necesarios (Sánchez, 2015).

- B. El estudio de Evaluación de fungicidas para el control de la roya del café (*hemileia vastatrix* berk & br.), llevado a cabo en finca la candelaria, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala; realizado por (García, Alberto, 2014), muestra que en la Investigación al evaluar el efecto de los fungicidas tanto de contacto como sistémicos para el control de roya del café, realizando cuatro aplicaciones iniciando en el mes de mayo, se obtuvo como resultados que los dos tratamientos de fungicida sistémicos evaluados, (Alto 10 SL) Cyproconazole y (Atlas 25 EW) Tebuconazole demostraron ser los más efectivos para el control de la roya, reduciendo su incidencia (García, 2014).

En contraste con el estudio de severidad realizado, se obtuvieron los siguientes resultados: Los tratamientos con menor severidad son los tratamientos de fungicidas sistémicos, los tratamientos (Alto 10 SL) Cyproconazole con 5 % de severidad y

(Atlas 25 EW) Tebuconazole con un 6 % de severidad, sin embargo, el tratamiento de fungicida de contacto (Vigilante) Azufre + Cobre también muestran bajos niveles de severidad con un 12 % de severidad (García, 2015)

Esto indica que el fungicida de contacto en el estudio obtuvo buenos resultados, aunque los fungicidas sistémicos obtuvieron mejores resultados, debido a que en este estudio se utilizaron ambos para ser comparados.

- C. Según el análisis de 5 fungicidas de contacto para el control de la roya del café, realizado por CEDICAFE, 2013; Con el objetivo de generar alternativas de control en la lucha química contra la roya, evaluó la eficiencia biológica de cinco fungicidas de contacto elaborados con sales inorgánicas y uno de origen botánico. El estudio se ubicó en un lote de cafetal de la variedad Catuaí, en finca "Las Nubes", San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, a 1,124 m s.n.m., con un régimen de precipitación promedio anual de 5,340 mm. (CEDICAFE, 2013).

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizaron 4 aplicaciones por tratamiento con una frecuencia de 30 días entre aspersiones, iniciando el 8 de mayo de 2013. Por medio de muestreos se estableció la eficiencia del control expresada a través del porcentaje de hojas infectadas por roya. Se practicaron muestreos previos a cada aspersión y 30 días después de las mismas y un muestreo adicional 72 días después de la cuarta aplicación para ampliar las observaciones. En todos el tratamiento se adicionó el coadyuvante TS34 en la dosis de 150 cm³ por / 200 L de agua (CEDICAFE, 2013).

Los resultados medidos como porcentajes de infección de roya, se analizaron estadísticamente a 30 y 72 días después de la cuarta aplicación, el desempeño de los tratamientos durante los 162 días que duraron las observaciones. Los tratamientos 2 "Caldo Bordelés", 4 "Oxicloruro de Cobre" y 5 "Trilogy 64 EC", de acuerdo a las condiciones en que se desarrolló el estudio (4 aplicaciones con

frecuencia mensual), 30 días después de la cuarta aplicación estadísticamente mostraron mejor desempeño con niveles de infección de 27.50 %, 33.13 %, 37.50 % y 40.00 % respectivamente (CEDICAFE, 2013).

El tratamiento tres “Caldo Sulfocálcico” no mostró un buen control de la enfermedad, reportando 60.08 % de infección, mostrando incrementos mensuales superiores a los tratamientos ya indicados y muy cerca del testigo. El testigo absoluto (sin tratamiento), alcanzó una infección de 70.22 %. Se realizó un muestreo adicional 72 días después de la cuarta aplicación (162 días después del primer muestreo). El análisis estadístico para este tiempo de observación, no reportó diferencias significativas entre los tratamientos 5, 2 y 1 que se ubicaron en un rango de infección entre 42.79 % y 45.36 % El tratamiento 4 “Oxicloruro de Cobre” en ese tiempo perdió su acción de control. En ese sentido, el tratamiento 3 “Caldo Sulfocálcico” mantuvo su tendencia al alza, finalizando con 62.32 %, confirmando su poca eficiencia, mientras que el testigo sin tratamiento llegó a 71.77 % (CEDICAFE, 2013).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general.

Evaluar dos concentraciones distintas de los caldos minerales, para el manejo del hongo roya de café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), en el cultivo de café orgánico en el municipio de San Antonio aguas calientes, Sacatepéquez.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar cuál de los productos a aplicar tiene mejores resultados, al utilizarlo en el manejo de roya de café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br).
2. Identificar la mejor concentración que limita el desarrollo de esporas y colonias del hongo roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br).
3. Determinar la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) en el tiempo que se realizara su control.

2.5 HIPÓTESIS

El caldo mineral Visosa ocasionara un mejor control de roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en café orgánico (*Coffea arabica*), siendo la segunda concentración mejor que la primera concentración, en comparación con las concentraciones del caldo mineral llamado Bordelés, debido a que el caldo Visosa ataca al hongo, aporta nutrición de la planta y sirve como un insecticida orgánico para el control de plagas.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Diseño experimental

En la investigación se utilizó el diseño estadístico bloques completamente al azar, debido a las condiciones heterogéneas de la parcela, en función de la topografía, distintos tipos de sombra y la limitante propia de la topografía del terreno.

El diseño se estructuró de cuatro bloques o repeticiones con el debido testigo, cada tratamiento se distribuyó al azar en la parcela de campo respectiva, donde en cada una de las parcelas se tenían siete plantas como mínimo, y un máximo de veinte plantas. Las cuáles fueron las unidades experimentales, el número mínimo de estas fue igual al número de tratamientos a utilizados.

El objetivo al haber utilizado dicho diseño fue tener comparaciones precisas entre los tratamientos a estudiar y para reducir la varianza, teniendo un control de la misma y del error experimental que provoca el declive del terreno.

2.6.2 Modelo estadístico

2.6.2.1 Diseño experimental

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

μ : media general.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j : El efecto de j -ésimo bloque

E_{ij} : El error experimental en la j del tratamiento.

2.6.2.2 Croquis de campo

En la figura 4, se muestra el diseño de la parcela en utilizado en campo durante el tiempo de la investigación realizada en el periodo diciembre 2016 al mes de marzo del 2017, con sus respectivos tratamientos aplicados, en la parcela de café orgánico, en la finca Cape, Maya. S.A.

CB1	T1	CV1	CB2	CV2
CV2	CB2	T1	CV1	CB1
CB2	CV2	T1	CB1	CV1
CV1	CB2	CV2	T1	CB1

Fuente: elaboración propia

Figura 4. Croquis de la disposición de los tratamientos de la parcela de campo, en la investigación.

2.6.2.3 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos utilizados en la investigación realizada, fueron cinco con el testigo, las dos distintas concentraciones del caldo bordelés y dos concentraciones diferentes del caldo visosa. Siendo así el tratamiento uno es el testigo absoluto al cual se le aplico agua, el tratamiento dos fue la primera concentración de caldo bordelés, el tratamiento tres fue

la segunda concentración de caldo bordelés, el tratamiento cuatro es la primera concentración de caldo Visosa y el tratamiento cinco es la segunda concentración de caldo visosa, estos se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los fungicidas de contacto, utilizados en la investigación realizada en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016.

Tratamiento	Abreviatura	Concentración
Tratamiento testigo	T1	
Caldo bordelés 1	T2, CB1	11.4 kg Sulfato de cobre /ha ,11de cal/ha
Caldo bordelés 2	T3, CBA2	8.5 kg de cal/ha+ 8.5 kg de Sulfato de cobre/ha
Caldo visosa1	T4, CV1	: 2.85 kg/ ha de Sulfato de cobre + 3.4 kg/ha de Sulfato de zinc, 2.28 kg de Sulfato de magnesio + 2.28 kg/ha de ácido bórico + 2.85 kg/ ha de cal.
Caldo visosa 2	T5, CV2	: 3.5 kg /ha de Sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de Sulfato de zinc, 2.85 kg de Sulfato de magnesio + 2.85 kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal.

Fuente: elaboración propia.

2.6.3 Descripción de la unidad experimental

La unidad experimental en la parcela de investigación, fueron las plantas evaluadas y el no. de hojas por estrato, de cada una de las plantas que se tomaron al azar, de la misma manea se tomó una rama en los estratos bajo y una rama estrato alto, siendo identificados de las cuales se tomaron un número de hojas muestreadas fueron 5 hojas por rama de estrato.

2.6.4 Período experimental.

El experimento se estableció en el mes de diciembre de 2016 y finalizó en el mes de abril de 2017.

2.6.5 Método y equipo de aplicación

La aplicación se realizó vía aspersion con bomba de mochila de mano con capacidad de 16 L. Se aplicó en el envés de las hojas donde se concentra la enfermedad. Utilizando una boquilla tipo abanico, plástica.

2.6.5.1 Intervalo de aplicaciones

Se realizaron la aplicación cada 25 días durante un periodo de cuatro meses iniciando en el mes de diciembre del 2016 y terminando en el mes de marzo del 2017.

2.6.6 Variables de respuesta

La variable de respuesta de la investigación es: la severidad que es el porcentaje de infección de roya en el área foliar, la cual se midió mediante una escala ya elaborada de la severidad de la roya del café, mediante la toma de datos antes de cada aplicación y una semana después de cada aplicación. Y el estudio del progreso de la enfermedad a lo largo del periodo de la investigación realizada.

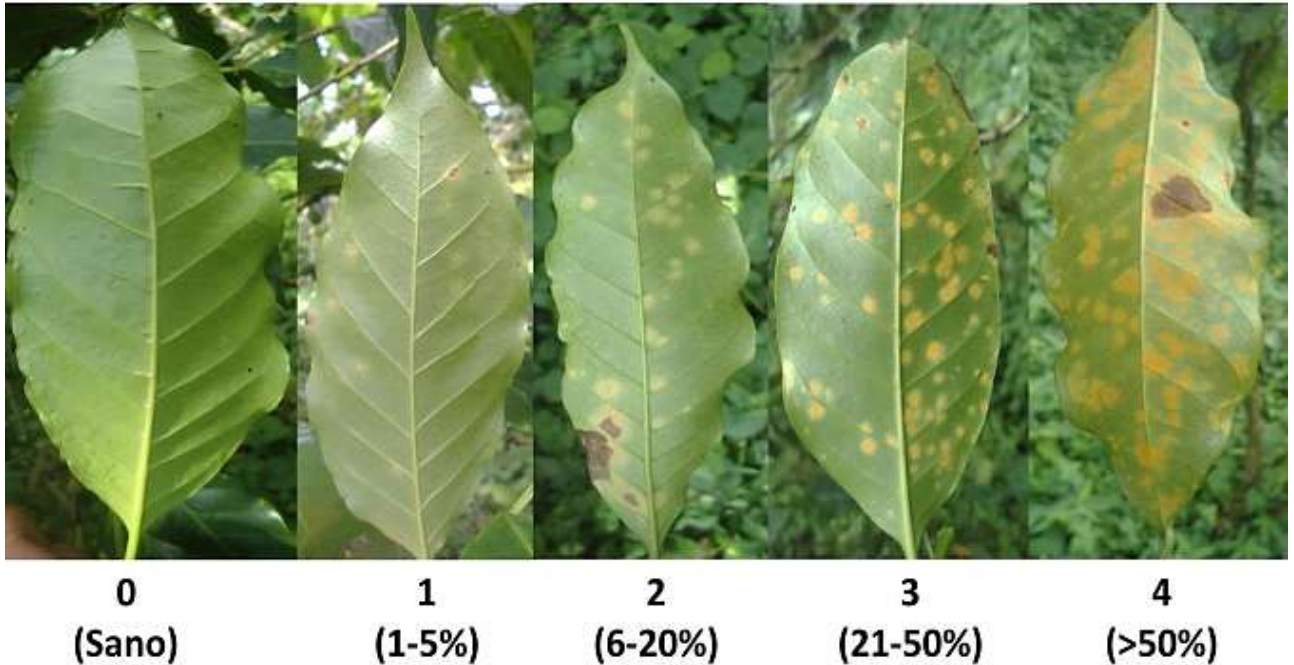
2.6.6.1 Escala y fórmula utilizada

La fórmula utilizada en la investigación para obtener el porcentaje de severidad de roya del café fue la siguiente.

$$\% S = \frac{\text{\% de área foliar de hojas infectadas}}{\text{Total hojas de la muestra}} \times 100$$

2.6.6.2 Escala de severidad de la roya de café

La escala utilizada en la investigación para medir la severidad de la roya en las hojas es la que se presenta a continuación, en la figura 5.



Fuente: ANACAFE, 2010.

Figura 5. Escala de severidad de roya en el café.

La escala de severidad que se muestra en la figura 5, toma rangos de porcentaje de la misma desde que la hoja está sana hasta que la misma tiene más del 50 %, de severidad de roya de café. En la investigación al inicio existían hojas con un 90 % a 95 % de severidad, y al finalizarla existían hojas con un 15 % - 10 % de severidad.

2.6.6.3 Lectura y cuantificación de la roya de café

La lectura de la roya del café, se realizó tomando datos antes y después de cada aplicación de los tratamientos, siendo estos tomados a los 10 días después de la aplicación y a los 15 días después de ser transcurridos los 10 días de la aplicación para observar los cambios en la enfermedad.

2.6.6.4 Lectura de la severidad en las hojas de café orgánico

La lectura de la severidad se realizó en las hojas de café, esta se llevó a cabo en campo, en las parcelas establecidas; para lo cual se identificaron dos plantas de café orgánico aleatoriamente, a las cuales se les señaló con un pedazo de lana de distinto color según los tratamientos, colocando una hebra de lana en cada una de las ramas tomadas al azar, cada una de las plantas en el estrato superior y otra en el estrato inferior.

Siendo así las hojas muestreadas de cada una de las ramas seleccionadas al azar, un número de cinco hojas como mínimo, tomando así el porcentaje de severidad de cada hoja, según la escala utilizada, mostrada en la figura 5.

Cada uno de esos datos se procesó obteniendo totales de cada repetición de los tratamientos y seguidamente medias totales de los tratamientos, para poder realizar los análisis correspondientes.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos en el proceso de investigación, fueron obtenidos mediante la toma de datos en el campo y el análisis estadístico de los mismos, evaluando dos distintas concentraciones de dos caldos minerales, el caldo bordelés y el caldo visosa, con el respectivo testigo.

Para lo cual se da a conocer en el cuadro 4, que muestra una serie de datos en porcentaje de la severidad de la roya de café obtenidos antes y después de cada aplicación de los tratamientos, en la parcela de investigación de café orgánico, en un tiempo de cuatro meses, iniciando en el mes de diciembre del 2016 y finalizando en el mes de marzo del 2017.

Cuadro 4. Datos de porcentaje de severidad en hojas con roya en café orgánico, (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) obtenidos en la parcela de investigación, en el municipio de San Antonio Aguas calientes, 2016-2017.

TRATAMIENTO	Días							
	Porcentaje							
	0	10	25	35	50	60	85	95
T1 R1	50	65	60	65	55	40	45	49.5
T1R2	45	50	45	60	57	50	45	48
T1R3	40	41.05	48	50	47	50	40	45
T1R4	30	35	40	45	48	53	53	50
T2 R1	28	25	20	20.75	19	23	23.5	20
T2r2	35	30	26.5	27.43	25	22.5	21	18
T2r3	40	36	30	34.1	27	25	21	17.5
T2r4	31	31	29	21.15	21.35	26	25.5	24
T3r1	30	28.2	19.25	22.45	18.65	19.85	18.65	16
T3r2	45	43	23.5	19.25	28	34.6	23.75	20
T3r3	28	26.4	34.25	20.75	20	22	21	19
T3r4	50	49	22.25	21.5	21	23	22.15	21
T4r1	45	42.45	35.75	28.5	25	19.8	18.5	13.15
T4r2	41	40	26.25	20	18	20	16.65	14
T4r3	33	31.75	34.5	20.05	21	23	20	18
T4r4	40	38	11.6	17.5	23	25.75	27	24
T5r1	43	35	48.65	30	20.45	12	17	15
T5r2	35	32	34.55	30.55	29	25	23.75	17
T5r3	46.25	40	19.6	19.95	20	21.75	18.5	15
	37	35	40.85	35.05	28	20.05	19.5	18
Medias %	38.69	37.83	32.47	30.45	28.57	27.82	26.02	24.10

Los datos anteriores inician a los 0 días, cuando se inició el primer muestreo en la parcela de café orgánico, seguidamente se tienen datos obtenidos a los datos obtenidos en un muestreo realizado a los 10 días de haber realizado la aplicación, luego se hizo un muestreo

a los 15 días siguientes, prosiguiendo hasta los 95 días que terminó la investigación. Los datos se tomaron antes de la aplicación y después de la misma. Esto con el fin de ser contrastados y observar los cambios de la enfermedad en el periodo de la investigación.

Los datos anteriores, se expresan en porcentajes de severidad de roya de café obtenidos antes de la primera aplicación de los tratamientos, y los datos obtenidos al final de la investigación. Para esto se midió el porcentaje de área foliar afectada por hoja muestreada y por planta. Se obtuvo el total del porcentaje de área foliar afectada y se dividió entre el total de hojas muestreadas.

Por último se analizaron los datos por medio del programa infostat con un análisis de covarianza, siendo estos evaluados para determinar si las tomas de datos realizadas antes de cada aplicación tenían alguna dependencia de los datos tomados al final de cada aplicación. Los datos obtenidos se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Datos de porcentaje de severidad de roya café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br), obtenidos de la parcela de investigación de café orgánico, San Antonio Sacatepéquez, Guatemala, 2016-2017.

BLOQUES	TRATAMIENTOS	Porcentaje de severidad	
		X	Y
1	T1R1	50	49.5
1	T2R1	28	20
1	T3R1	30	25
1	T4R1	45	13.15
1	T5T1	43	7
2	T1R2	45	48
2	T2R2	35	18
2	T3R2	45	25
2	T4R2	41	14
2	T5R2	35	11.35
3	T1R3	40	45

3	T2R3	40	25
3	T3R3	28	19
3	T4R3	33	18
3	T5R3	46.25	14.45
4	T1R4	30	40
4	T2R4	31	24
4	T3R4	50	21
4	T4R4	40	18
4	T4R4	37	10.9

2.7.1 Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks.

Esta prueba indica la normalidad de los datos obtenidos en el transcurso de la investigación, se presenta porcentajes de severidad de roya del café en café orgánico. La prueba posee hipótesis estadísticas que se presentan a continuación:

- ▶ H_0 : los datos siguen una distribución normal
- ▶ H_a : los datos no sigientes una distribución normal

En la figura 6, Se muestra la gráfica de normalidad que conforman los datos obtenidos de porcentaje de severidad de roya de café, pertenecientes a la parcela de investigación.

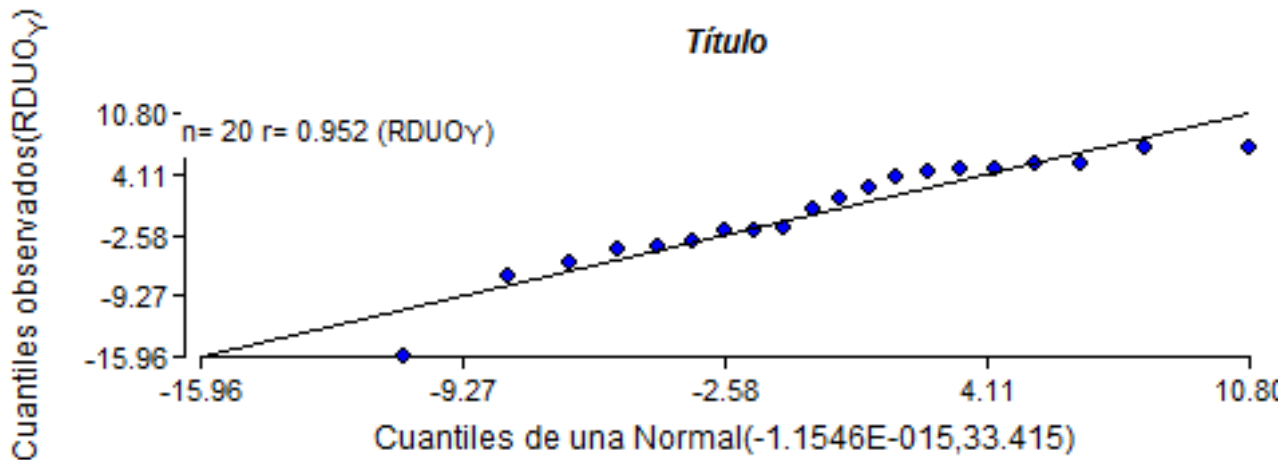


Figura 6. Gráfica de la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks.

De la gráfica obtenida de la prueba de normalidad se puede decir que posee un $r = 0.952$ la cual es mayor a 0.5 lo cual indica que los datos son normales. Por lo que se acepta la hipótesis nula, la cual indica que los datos siguen una distribución normal a lo largo de la investigación.

2.7.2 Análisis de varianza de la severidad de la roya de café, en café orgánico.

Este análisis de varianza se realizó con los datos de severidad obtenidos del cuadro No. 3, el cual presenta los porcentajes de severidad al inicio de la investigación y al final de la investigación realizada.

2.7.2.1 Hipótesis estadística

- H_0 : no existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la disminución del porcentaje de infección (severidad) de la roya de café.

- Ha: si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la disminución del porcentaje de infección (severidad) de la roya de café.

Cuadro .6. Variables del análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Ajustado	CV
Y	20	0.98	0.96	9.85

De lo anterior se puede decir que, se posee 20 unidades experimentales. Siendo y la variable dependiente, en este caso es el porcentaje de variación de severidad de roya de café, en café orgánico al final de la investigación. Los tratamientos aplicados poseen un coeficiente de variación de 9.85 sobre el porcentaje de severidad de la roya y se puede decir que son significativos debido a que tiene un valor de p mayor a 0.05. En el cuadro 7, se presenta el análisis de varianza de los datos obtenidos del porcentaje de severidad de roya de café, de la parcela de investigación.

Cuadro 7. Análisis de varianza ANDEVA, de la aplicación de los caldos minerales para el control de roya de café en café orgánico, 2017.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	P-Valor	Coeficiente variación
Modelo	2989.99	8	373.75	66.31	>0.001	
Bloques	72.55	3	24.18	4.29	0.0311	

Tratamientos	2848.25	4	712.06	126.3 3	<0.0001	
X	0.13	1	0.13	0.02	0.8823	-0.1
Error	62.00	11				
Total	3051.99	19				

En el análisis de varianza puede observar que la p- valor del modelo es de menor o igual a 0.001 y el valor de p- valor para la variable de los caldos minerales es mayor o igual a 0.001. Esto indica que el modelo estadístico y los tratamientos son significativos en la investigación, debido a que P- valor es menor de 0.05. Así también se puede observar que el p-valor de la variable X, la cual es la toma de datos al inicio de los tratamientos es mayor a 0.5 y un coeficiente de variación de -0.1 por lo que se puede decir que la toma de datos antes de cada aplicación no infiere en la toma de datos después de cada aplicación de los tratamientos utilizados en la investigación.

Al analizar los resultados se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alterna H_a , la cual dice que: “si existe diferencia significativa entre los tratamientos en la disminución del porcentaje de infección (severidad) de la roya de café.

2.7.3 Prueba de medias Tukey

La prueba de medias de Tukey para los tratamientos tiene como finalidad, por medio de obtención de medias de los tratamientos evaluados, mostrar cuál de estos tiene mejor resultado, al disminuir el porcentaje de severidad de la roya de café, la cual se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey para los caldos minerales aplicados. San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016-2017.

Tratamientos	Medias	N	E.E	Letra
T5	16.27	4	1.20	A
T4	17.30	4	1.19	B
T3	19	4	1.19	B
T2	19.84	4	1.26	C
T1	48.16	4	1.21	D

Error: 5.6367 gl: 11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

Del cuadro anterior se puede decir que N es el número de aplicaciones de los caldos minerales realizadas, las cuales fueron cuatro. Las medias describen el porcentaje de severidad media, que corresponden a cada tratamiento. La letra indica cuál de los caldos minerales aplicados, fue mejor en disminuir el porcentaje de severidad de la roya de café. Dicha letra se presenta en orden alfabético, esto quiere decir que mientras aumenta de orden alfabético, menor diferencia significativa tienen los tratamientos o caldos minerales sobre la disminución de severidad de roya de café, en la parcela de investigación.

Según prueba de medias muestra que el mejor tratamiento es el tratamiento cinco el cual es el caldo visosa en su segunda concentración, la cual es: 3.5 kg /ha de sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de sulfato de zinc, 2.85 kg de sulfato de magnesio + 2.85 kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal, por lo que se recomienda su uso.

Según el análisis estadístico, los caldos minerales fueron significativos en la disminución de la roya del café, así mismo se puede decir, que el mejor tratamiento es el caldo visosa en la segunda concentración, el cual tiene 3.54 % de severidad menos que en los demás caldos minerales.

Los resultados descritos se pueden contrastar con la información obtenida por ANACAFE 2012, donde los fungicidas de contacto solamente inhiben la germinación de esporas, evitan la penetración en la planta, utilizados con niveles bajos de severidad de roya a un nivel de 5%". Por lo que se sustenta con dicha información el comportamiento de los caldos minerales sobre la severidad de la roya en café, en la investigación así mismo como sus resultados obtenidos.

También se pueden comparar con los resultados obtenidos en el estudio realizado por CEDICAFE, 2013; en el usos de 5 caldos minerales, estudio que tuvo como resultado que el porcentaje de severidad de roya en el café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), al utilizar caldo bordelés fue de 42.79 % y al utilizar caldo visosa fue de 40 %, teniendo mejor resultado el segundo, teniendo como dato inicial un 80 % de severidad de la enfermedad.

Lo anterior indica que se logró la disminución de un 40 % de la enfermedad, en comparación a la investigación realizada en la cual se obtuvo según los resultados evaluados una disminución de un 37 % de la severidad de la roya en café orgánico, siendo menor esta.

Por lo cual es importante resaltar que la investigación se realizó en una región del país distinta, siendo esta el municipio de San Antonio Aguas calientes, en comparación a la región del municipio de Suchitepéquez en el que se realizó el estudio de CENICAFE, 2013.

Así como también la diferencia de climas y de año, debido que actualmente se está marcando más los cambios en el clima en el país.

2.7.4 Curva epidemiológica

Es un instrumento que muestra el progreso de la epidemia de una enfermedad a través del tiempo. En este caso se muestra el progreso de la roya de café a través del tiempo con el efecto de los tratamientos, medida a través de la variable severidad.

El cuadro 9, muestra los datos tomados antes y después de las aplicaciones el número de días y el análisis de los datos por medio de un programa epidemiológico.

Cuadro 9. Datos de porcentaje de severidad de la roya de café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) procesados en el programa ABCPE Parcial, en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, 2016-2017.

Tiempo	Severidad de la roya de café. (%)	ABCPE PARCIAL 1
0	0.000	154.4
20	38.600	305.6
30	37.800	281.2
45	32.500	252
55	30.500	235.2
70	28.300	224.4
80	27.800	215.2
95	26.000	200
105	24.00	96

En el cuadro 9, se muestran en orden los datos procesados en el programa área bajo la curva y el progreso de la enfermedad. Como se puede observar en el día número 105 de la investigación después de haber realizado la última aplicación de los tratamientos, se obtuvo un área bajo la curva de 96, la cual disminuyó con respecto al primer día de evaluación de la parcela. Esto indica que los tratamientos tuvieron un efecto sobre la enfermedad roya del café, en la parcela de café orgánico de la investigación, obteniendo una disminución de la severidad de la enfermedad.

2.7.5 Progreso de la enfermedad

Por medio de esta gráfica se muestra el progreso de la roya del café, en comparación al tiempo transcurrido de la investigación, en la parcela de investigación de café orgánico, en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.

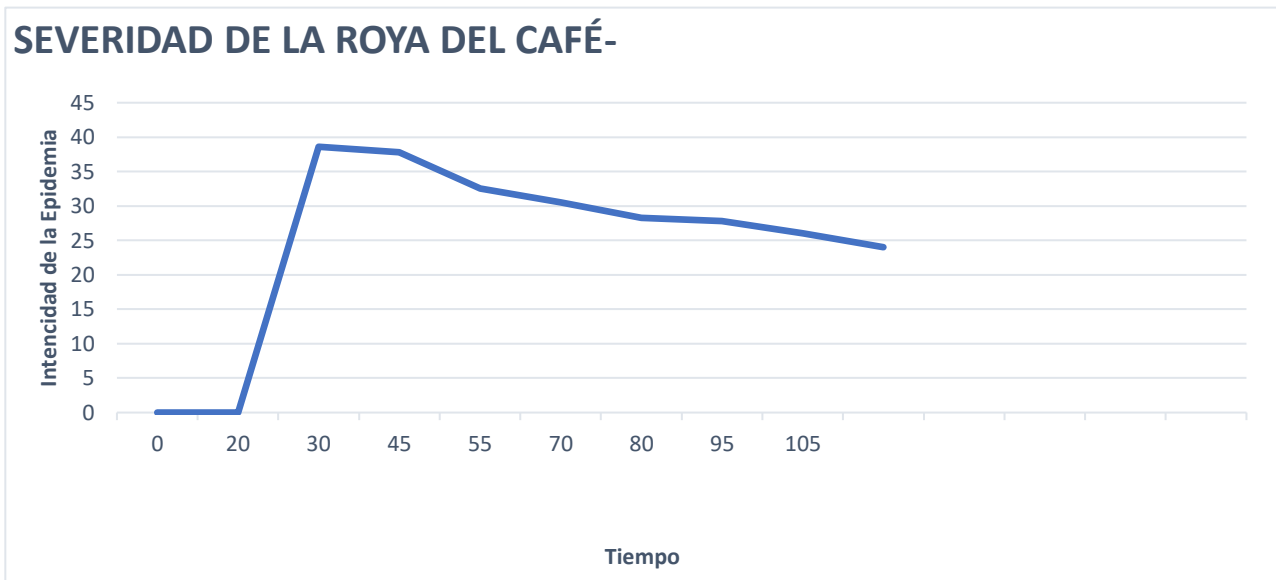


Figura 7. Curva del progreso de la enfermedad de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br).

En la figura 7 se presenta la gráfica del progreso de la enfermedad, en este caso la severidad de la roya del café, se puede observar que desciende conforme avanza el tiempo, debido a la aplicación de los tratamientos en las plantaciones de café. Como se observa en la gráfica en el día 105 de la investigación el porcentaje de severidad de la enfermedad, disminuyó a un 24 %. Por lo que si hubo una diferencia significativa en la disminución de la roya de café en la parcela de investigación de café orgánico.

2.7.6 Análisis de regresión lineal

Se realizó en la investigación para observar que tan relacionados se encuentran los datos obtenidos del porcentaje de severidad de la roya. Estos datos, se muestra en el cuadro

10, datos utilizados en el análisis de regresión lineal, los cuales son el porcentaje de severidad total con respecto al tiempo.

Cuadro 10. Datos del porcentaje de severidad de la roya del café con respecto al tiempo en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, periodo de 2016-2017

Tiempo	SEVERIDAD
20	38.600
30	37.800
45	32.500
55	30.500
70	28.300
80	27.800
95	26.000
105	24.000

El análisis de regresión lineal el cual tiene un R^2 de 0.96, lo cual indica que los datos tienen una relación entre ellos de 96 %, por lo que existe una relación positiva entre el tiempo transcurrido de la investigación y los datos de severidad de roya de café, tomados en la parcela a de café orgánico.

Los coeficientes de la regresión lineal obtenidos son la variable de respuesta, la severidad y el tiempo. Obteniendo un valor estadístico para la severidad de 30.69 y para el tiempo de -0.17, el p-valor es menor o igual a 0.0001 por lo que también nos indica que ambos tienen relación.

En el cuadro 11. Se observa el análisis de varianza de la regresión lineal de los datos de severidad de roya de café.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la regresión lineal de los datos de severidad de roya de café orgánico y el tiempo de la investigación realizada, 2016-2017.

F.V	SC	GI	CM	F	P-valor
Modelo	18.54	1	188.54	129.84	<0.001
Tiempo	188.54	4	188.54	129.84	<0.001
Error	8.71	6	1.45		
Total	197.27	7			

Como puede observarse, en el cuadro 11, del análisis de la varianza, hay relación lineal entre el tiempo que duro la investigación y la severidad de la roya de café ($p < 0.0001$), siendo alfa la severidad y beta el tiempo. Tomando la información sobre los coeficientes de regresión se puede escribir la ecuación del modelo ajustado:

$$\hat{y} = a + bx = 30.19 - 0.17x$$

Esta recta permite estimar el valor de y (valor predicho) para un valor de x . El modelo ajustado puede ser usado con fines predictivos.

La figura 8, se obtuvo de los porcentajes de severidad de la roya de café, obtenidos en la investigación.

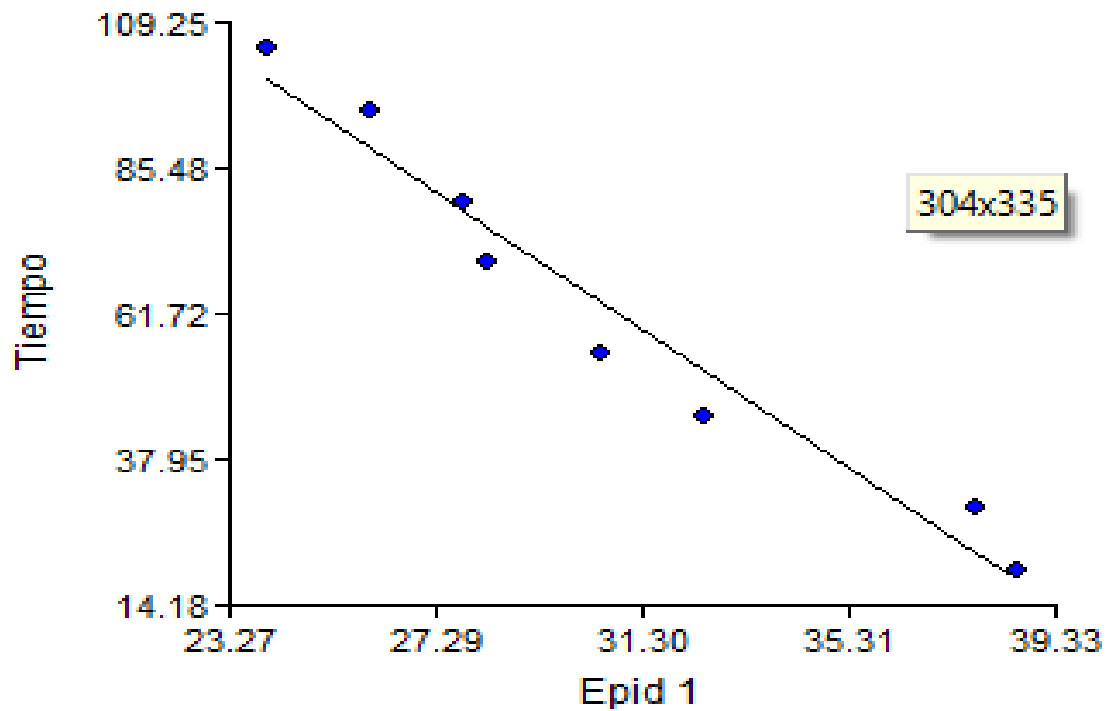


Figura 8. Regresión lineal del tiempo vs. La severidad de la roya de café orgánico.

Como se puede observar según el análisis de regresión lineal los datos son correctos y existe relación en la toma de datos, en el tiempo y los datos de la severidad de roya de café orgánico, tomados en la parcela de investigación.

2.7.7 Climadiagrama

Se realizó un climadiagrama, con datos obtenidos la estación meteorológica La Suiza Contenta, ubicada en San Lucas Sacatepéquez. De la cual obtuvieron los siguientes datos meteorológicos que se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Datos de la estación meteorológica Suiza contenta, San Lucas Sacatepéquez, año 2016-2017.

MES/AÑO	P.P en mm	temperatura °C
NOVIMEMBRE/2016	10.4	24.2
DICIEMBRE, 2016	9.3	24.2
ENERO, 2017	0.4	25.4
FEBRERO,2017	2	25.4
MARZO, 2017	25.5	25.6
ABRIL, 2017	48.8	25.4

Con los datos del cuadro 12, se realizó un climadiagrama que se presenta en la figura 8.

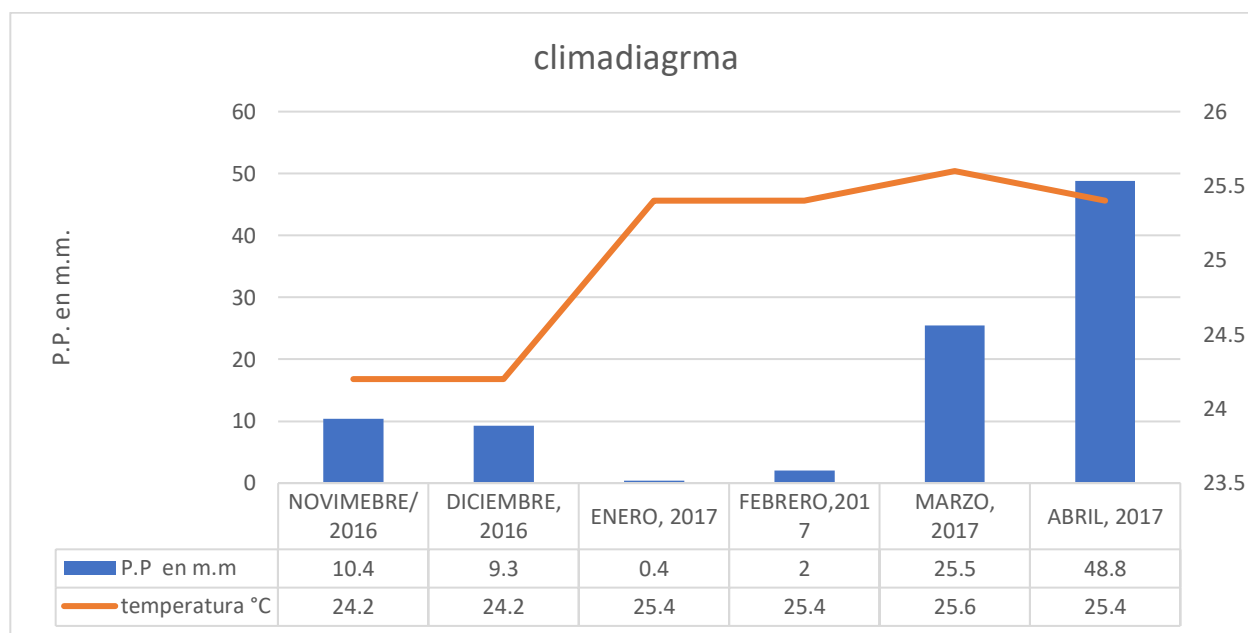


Figura 9. Climadiagrama

En el climadiagrama se observa que en los meses de noviembre y diciembre del 2016, época en la que se inició la investigación; se presentaron lluvias así mismo en los meses

de enero, febrero, marzo y abril. Con la diferencia que en el mes de enero fue mínima la lluvia.

2.7.8 Estudio de costos

Se realizó un estudio de costos, para definir el tratamiento con menor costo, debido a que no se midió la cosecha por el tiempo en que se realizó la investigación. Según estos costos se define cual es la mejor opción de los tratamientos, para aplicar en contraste con el análisis estadístico. En el cuadro 18, se muestra el análisis económico.

Cuadro 13. Costos de los caldos minerales aplicados en el control de roya en café orgánico en la investigación realizada en, San Antonio Aguas Calientes, año 2016-2017.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
1. Mano de obra				Q.280.00
a. Fumigación	Jornal	Q. 70.00	4 aplicaciones	Q. 280.00
2. Insumos de los fungicidas costo /ha				
a. Caldo bordelés concentración uno T2				
sulfato de cobre	kg	11.4	Q. 60.00	Q. 684.00
cal hidratada	kg	11	Q. 22.50	Q. 27.50
				Q. 711.5
B. Caldo bórdeles concentración dos T3				
sulfato de cobre	kg	8.5	Q. 60.00	Q. 510.00
Cal hidratada	kg	8.5	Q. 2.50	Q. 21.25
				Q. 531.25
C. Caldo visosa concentración unoT4				
sulfato de cobre	kg	2.85	Q. 60.00	Q. 171.00
Sulfato de zinc	kg	3.4	Q. 20.00	Q. 68.00
sulfato de magnesio	kg	2.28	Q. 6.00	Q. 13.68
Ácido bórico	kg	2.28	Q. 25.00	Q.5 7.00
Cal hidratada	kg	2.85	Q. 2.50	Q. 17.13

				Q. 316.81
D. Caldo visosa concentración dos T5				
sulfato de cobre	kg	3.5	Q. 60.00	Q. 210.00
Sulfato de zinc	kg	4.46	Q. 20.00	Q. 89.2
sulfato de magnesio	kg	2.85	Q. 6.00	Q. 17.10
Ácido bórico	kg	2.85	Q. 25.00	Q. 71.25
Cal hidratada	kg	3.5	Q. 2.50	Q. 8.75
				Q.396.3
costo total por fungicida				
A. caldo bordelés concentración uno				
Aplicación			Q. 70.00	
Costo del fungicida			Q. 711.50	
				Q. 781.50
B. Caldo bórdeles dos				
Aplicación			Q .70.00	
Costo del fungicida			Q .531.00	
				Q. 601.00
C. Caldo visosa concentración uno				
Aplicación			Q. 70.00	
Costo de fungicida			Q. 316.81	
				Q. 386.81
D. Caldo visosa concentración dos				
Aplicación			Q. 70.00	
costo del fungicida			Q. 396.3	
				Q. 466.3

Según los datos del cuadro 13, el tratamiento número tres es el de menor costo en comparación con los demás, el cual es el caldo visosa en su primera concentración.

Según el análisis estadístico el caldo visosa en su segunda concentración que es 3.5 kg/ha de sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de sulfato de zinc, 2.85 kg de sulfato de magnesio + 2.85

kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal. esta es el causante de una menor severidad en cuanto a la roya del café en la plantación de café orgánico, con una diferencia significativa de 1.3 % de severidad menor, en comparación del tratamiento cuatro que corresponde al caldo visoso en su primera concentración.

Por lo que según el análisis económico, basado en los costos se recomienda el uso del caldo visoso en su primera concentración siendo esta: 2.85 kg/ ha de sulfato de cobre + 3.4 kg/ha de sulfato de zinc, 2.28 kg de sulfato de magnesio + 2.28 kg/ha de ácido bórico + 2.85 kg/ha de cal.

2.8 CONCLUSIONES

1. Se presenta una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos y la baja en la severidad de la roya de café, en la plantación de café orgánico, evaluados.
2. El tratamiento que provoco menor porcentaje severidad de la roya de café, en la parcela de café orgánico, fue el tratamiento no.5 que es el caldo visosa en su segunda concentración, la cual es 3.5 kg /ha de sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de sulfato de zinc, 2.85 kg de sulfato de magnesio + 2.85 kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal.
3. Según el análisis económico basándose en los costos de los tratamientos el mejor tratamiento para aplicar es el caldo visosa en su segunda concentración la cual es: 2.85 kg ha de sulfato de cobre + 3.4 kg/ha de sulfato de zinc, 2.28 kg de sulfato de magnesio + 2.28 kg/ha de ácido bórico + 2.85 kg/ha de cal.
4. Se evaluó el comportamiento de la severidad de la roya en el tiempo, sobre la plantación de café orgánico, tomando datos antes y después de la aplicación de los tratamientos, de severidad en porcentaje se formó la curva del progreso de la enfermedad, observando la correlación de los datos los cuales tienen una correlación 0.95 %.
5. Según el climadiagrama en los meses que se realizó la investigación existió cierto nivel de precipitación pluvial en milímetros en la zona de estudio, con lo que se visualizó que en los meses que antigua mente en la región no llovía, como es el mes de diciembre, enero; en la actualidad si ocurre y es donde se puede ver el cambio climático afectando la zona y los cafetales.

2.9 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del caldo Visosa en su segunda concentración, debido a que fue el mejor tratamiento, siendo esta 3.5 kg /ha de sulfato de cobre + 4.46 kg/ha de sulfato de zinc, 2.85 kg de sulfato de magnesio + 2.85 kg/ha de ácido bórico + 3.5 kg/ha de cal.
2. Se recomienda según el análisis económico el uso del caldo visosa en su primera concentración la cual es: 2.85 kg/ ha de sulfato de cobre + 3.4 kg/ha de sulfato de zinc, 2.28 kg de sulfato de magnesio + 2.28 kg/ha de ácido bórico + 2.85 kg/ha de cal.
3. Se recomienda iniciar a realizar las aplicaciones del caldo mineral visosa, en los meses de mayo, utilizando un adherente, para observar los resultados y contrastarlos con los obtenidos en esta investigación, para observar que cambios puede haber. Debido a que la investigación se realizó en los meses de diciembre del 2016 al mes de abril del año 2017. Meses en los cuales si se observó precipitación con la diferencia que en los meses de enero al mes de febrero los niveles son bajos en comparación a la época lluviosa.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala.) 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 213 p.
2. _____. 2013. La roya del café es una enfermedad temible pero puede controlarse (en línea). Guatemala. Consultado 18 set. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php/Recomendaciones_Control_Roya
3. _____. 2015a. Manejo integrado de la roya (en línea). Guatemala. Consultado 18 set. 2016. Disponible en http://anacafe.org/glifos/images/4/4f/Manejo_Integrado_de_la_Roya2.pdf
4. _____. 2015b. Roya del café (en línea). Guatemala. Consultado 21 set. 2016. Disponible en http://anacafe.org/glifos/images/4/4f/Manejo_Integrado_de_la_Roya2.pdf
5. _____. 2015c. Variedades de café (en línea). Guatemala. Consultado 18 set. 2016. Disponible en http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Variedades_del_cafe
6. APS (The American Phytopathological Society, US). 2011. Coffee rust (*Hemileia vastatrix*). USA. Consultado 13 mar. 2015. Disponible en <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>.
7. Arcila Purgarin, J. 2007. Sistema de producción de café en Colombia; Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Colombia, Cenicafe. 60 p.
8. Arias Rodríguez, N. 2012. Taxonomía del café (en línea). Cafecooludec. Consultado 18 set. 2016. Disponible en <http://cafecooludec.blogspot.com/2012/10/taxonomia-del-cafe.html>
9. Arneson, PA. 2000. Coffee rust. US, APS, The American Phytopathological Society, The Plant Health Instructor. Consultado 13 mar. 2015. Disponible en <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>
10. Avelino, J; Muller, R; Eskes, A; Santacreo, R; Holguin, F. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad; Desafíos de la caficultura de Centroamérica. San José, Costa Rica, IICA. 99 p.
11. Avelino, J; Muller, RA; Eskes, A; Santacreo, R; Holguin, F. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. *In* Bertrand, B. y Rapidel, B. (eds.). Desafíos de la caficultura de Centroamérica. San José, Costa Rica, IICA. p. 194-241.

Consultado 9 set. 2016. Disponible en <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>

12. Campos-Almengor, OC; Colom, DS; Reyes, JN; Mazariegos, RJ. 2014. Análisis de 5 fungicidas de contacto para el control de roya del café (en línea). Guatemala, Anacafé. Consultado 18 set. 2016. Disponible en <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Fungicidas-control-roya>
13. Campos-Almengor,OG; Santos Colom, D; Reyes, JN; Mazariegos, RJ. 2006. Nuevos análisis sobre eficiencia de fungicidas sistémicos contra la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk & Br. (en línea). El Cafetal no. 38:10-12. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en [http://www.anacafe.org/glifos/images/2/2e/Web_Revista_12_El_Cafetal_\(1_Cua_trimestre\)_Anacafe_14.pdf](http://www.anacafe.org/glifos/images/2/2e/Web_Revista_12_El_Cafetal_(1_Cua_trimestre)_Anacafe_14.pdf)
14. Campos-Almengor,OG; Santos Colom, D; Reyes, JN; Mazariegos, RJ. 2006. Nuevos Análisis de 5 fungicidas de contacto para el control de la roya del café. (en línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:fungicidas-control-roya>.
15. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2010. Caldo bordelés, (en línea). El Salvador. Consultado 20 set. 2016. Disponible en https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_05.pdf
16. Di Rienzo, J; Macchiavelli, R; Casanoves, F. 2012. Aplicaciones de modelos lineales mixtos en InfoStat. Córdoba, Argentina, Grupo InfoStat. 11 p.
17. Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, México. 2013. Ficha técnica de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome (en línea). México. p. 5-23. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://amecafe.org.mx/downloads/FichaTécnicaRoyadelCafeto.pdf>
18. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2016. Datos meteorológicos de la estación Suiza Contenta, San Lucas Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala. Hojas de registro.
19. Picado, Jaime,A; Alfredo. . Ficha técnica de caldosulfocalsico. CEDECO, Costa Rica. 2005.
20. León Sánchez, WS.2016. Evaluación de caldos minerales más biofertilizantes y un extracto botánico para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk &

Br.), en la aldea Cerro de Oro, Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC.65 p.

21. Leal Trujillo, SE. 2011. Evaluación de fungicidas químicos y biológicos para el manejo de ojo de gallo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 71 p.
22. Navas García, IA. 2014. Evaluación de fungicidas para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), diagnóstico y servicios en finca La Candelaria, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, C. A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. Consultado 9 set. 2016. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2935.pdf.
23. Ramírez B, VH; Arcila P, A; Jaramillo R, A; Rendón-S, JR; Cuesta G, G; Menza F, HD; Mejía M, CG; Montoya, DF; Mejía M, JW; Torres N, JC; Sánchez A, PM; Baute B, JE; Peña Q, AJ. 2010. Floración del café en Colombia y su relación con la disponibilidad hídrica, térmica y de brillo solar. *Cenicafé*, 61(2):132-158. Consultado 18 set. 2016. Disponible en [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(02\)132-158.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(02)132-158.pdf)
24. Rivillas, OC; Serna, GC; Cristancho, AM; Gaitán, BA. 2011. La roya del cafeto en Colombia (impacto, manejos y costos del control, resultados de investigación) (en línea). Chinchiná, Caldas, Colombia, Centro Nacional de Investigación del Café (Cenicafé). 53 p.
25. San Antonio Aguas Calientes (en línea). Guatemala, MAGA. Consultado 18 set. 2016. Disponible en <http://www.deguate.com/municipios/pages/sacatepequez/san-antonio-aguas-calientes/economia.php#.V912Joh97IU>
26. Soto Muñoz, KR. 2012. Selección de genotipos promisorios de café (*Coffea arabica* L.) basados en caracteres agromorfológicos, resistencia a plagas y enfermedades en finca Las Flores, Barberena, Santa Rosa, Guatemala, C. A. (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 94. Consultado 20 set. 2016. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2747.pdf
27. TiroMex (en línea). 2016. Syngenta. Consultado 21 set. 2016. Disponible en <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/TimorexGold.pdf>

2.11 ANEXOS

2.11.1 Fotografías tomadas durante la realización de la investigación.



Figura 10. Fotografía de hojas de café orgánico, con roya de café tomadas como muestra de la parcela de investigación en el mes de enero del 2016.



Figura 11. Fotografía de hojas de café orgánico, con roya de café tomadas como muestra de la parcela de investigación en el mes de enero del 2016.



Figura 12 Fotografía de la vista panorámica de San Antonio Aguas Calientes desde la parcela de la investigación




Figura 13. Fotografía de una planta de café orgánico en el mes de abril del 2017, de la parcela de investigación, San Antonio Aguas Calientes.



Figura 14. Fotografía de una planta de café orgánico en el mes de mayo del 2017, de la parcela de investigación, San Antonio Aguas Calientes.



Figura 15. Fotografía de una planta de café orgánico, de la parcela de investigación en el mes de mayo de año 20



CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN LA ASOCIACIÓN SOTZ´IL, EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES, SACATEPÉQUEZ, Y EN EL CASERÍO PAYA´, COMALAPA CHIMALTENANGO

3.1 INTRODUCCIÓN

Durante el periodo del ejercicio profesional supervisado, se realizaron los servicios fueron enfocados a solucionar la problemática de las comunidad, y otros que servirán como base para la implementación del trabajo de investigación en la asociación en la cual se realizó el EPS.

Los servicios fueron realizados en el municipio de San Antonio Aguas Calientes Sacatepéquez y en el Caserío Paya´, Comalapa Chimaltenango, áreas asignadas para la realización del EPS por la Asociación Sotz´il. Obteniendo Como resultado la elaboración del documento llamado Recopilación de estudios de suelos elaborados en la Cadena Volcánica Kaqchikel y Prácticas ancestrales de la agricultura, que servirá como referencia y apoyo para los futuros epevistas que lleguen a la Asociación Sotz´il.

El documento muestra el uso actual de los suelos de la Cadena Volcánica Kaqchikel, así como también para qué son aptos dichos suelos, su potencial de fertilidad, sus características físicas y químicos.

El segundo servicio se tituló Fortalecimiento de capacidades practicas sobre instalación y mejoramiento de huertos medicinales y conocimientos tradicionales. Este servicio busco fortalecer los conocimientos ancestrales de la comunidad, recuperando especies nativas de la región del Caserío Paya´, Comalapa.

El tercer servicio se enfocó en capacitar a diez caficultores del municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez, en temas de suelos, el uso de fungicidas para la roya del café, obteniendo como resultado el uso de fungicidas de caldos minerales en las plantaciones.

3.2 Servicio 1. Elaboración de una recopilación de estudios de suelo elaborados en la Cadena Volcánica kaqchikel, y prácticas ancestrales en la conservación de suelos.

3.2.1 Definición del problema.

La Asociación Sotz'il, es una organización enfocada la formulación de propuestas para los pueblos indígenas y a preservar los recursos y cultura de los mismos. Por lo cual se ha realizado una serie de proyectos y servicios enfocados en la cadena volcánica Kaqchikel.

Para este servicio se estudió la situación del suelo y se realizó un documento como material, que contiene los estudios de suelo realizados en cada uno de los municipios que integran dicha cadena volcánica, por distintas entidades entre ellas el MAGA, que ha realizado estudios de suelo semi detallados que dan a conocer la situación actual del recurso suelo en el año 2008 al año 2010.

3.2.2 OBJETIVOS

A. Objetivo General

Describir las condiciones de los suelos pertenecientes a diez municipios que integran la Cadena Volcánica Kaqchikel.

B. Objetivos Específicos

- Mostrar la importancia del recurso natural suelo, a través de uso actual en los diez municipios estudiados que integran la Cadena Volcánica Kaqchikel.
- Sistematizar las distintas prácticas ancestrales en el uso del suelo realizadas en diez municipios de la Cadena Volcánica kaqchikel.

3.2.3 METODOLOGÍA

- Se realizó una recopilación de información de fuentes secundarias, como documentos de estudios de suelos de la Cadena Volcánica Kaqchikel, como los estudios realizados por el MAGA, 2010 y 2013.
- Visita a cada uno de los municipios de la cadena Volcánica Kaqchikel, para la obtención de información de fuentes primarias, sobre las prácticas ancestrales de conservación de
- Se realizó un mapa en SIG, de la ubicación de la Cadena Volcánica Kaqchikel, indicando cuales fueron los municipios estudiados,
- Toda esta información se integró en el documento, y se entregó a la Asociación.

3.2.4 RESULTADOS

Las condiciones de los suelos en los municipios que integran la Cadena Volcánica Kaqchikel, difieren entre regiones, como es el caso de los suelos que pertenecen a los municipios de Sacatepéquez, son de orden suelo tipo Molisol ó Andic Haplustolls, familia ceniza , Andisol, Isectisol, Alfisoles, los cual es resultado de la topografía y el origen de

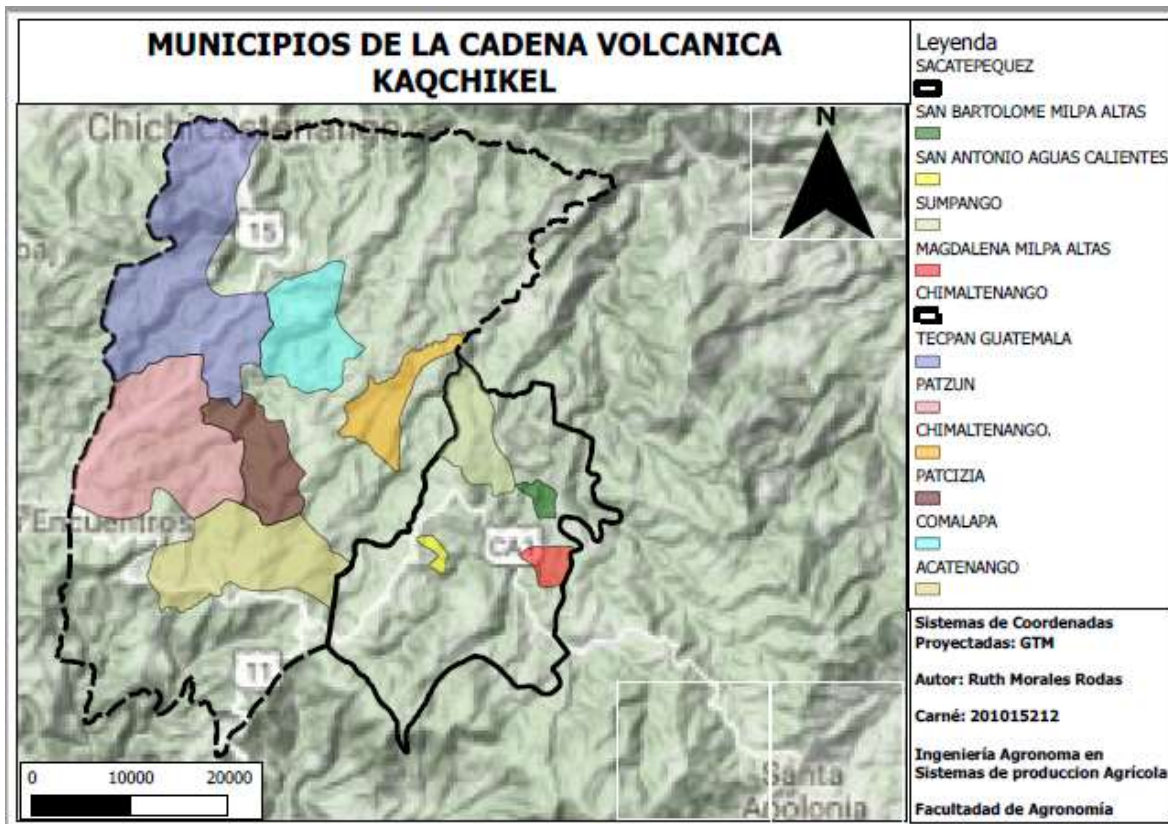
los suelos siendo en su mayoría fértiles pero de texturas finas lo cual hace que sean propensos a sequías, y que la infiltración del agua sea rápida.

En el caso de los municipios de Chimaltenango los suelos pertenecen al orden Andisol y Molisol, los cuales poseen texturas más gruesas con fertilidad alta escasos de elementos menores en algunos casos y de manganeso y zinc.

El suelo es un recurso natural importante el cual ha sido degradado con el transcurso del tiempo por los agricultores de estas regiones, haciendo mal uso de los rastrojos, realizando prácticas de conservación de suelos y aplicando cantidades de medidas de agro fertilizantes químicos los cuales muchas veces no ayudan a la plantas, porque no son aplicados debidamente y solo salinizan o acidifican el suelo.

Las buenas prácticas agrícolas ancestrales aún permanecen en algunos municipios viéndose evidentes en los municipios del departamento de Chimaltenango, y en menor cantidad en Sacatepéquez, debido a la cercanía a la ciudad capital la mayor parte de las personas trabajan en la ciudad capital.

En la figura 16 se muestra el mapa realizado, con los municipios estudiados de la región.



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Mapa de los municipios de la Cadena Volcánica Kaqchikel.

3.3 Servicio 2. Fortalecimiento de capacidades prácticas sobre instalación de huerto medicinal y conocimientos tradicionales

4.3.1 Definición del problema

Antigua mente las personas campesinas cultivaban, sembraban y labraban la tierra con ciertos conocimientos o tradiciones que se enseñaban de generación a generación, los cuales forman parte de la cultura Maya, a través del tiempo se ha perdido, aun que detrás de cada uno de estos conocimientos existe una lógica la cual es la respuesta al por que se realizan cada una de estas prácticas.

Esto ocurre debido a que las personas portadoras de las prácticas tradicionales no han transmitido sus conocimientos a sus generaciones o bien estos los comunican pero su descendencia no las practica y esto provoca conflictos internos en la sociedad maya indígena.

Por lo cual se optó por realizar un fortalecimiento a los agricultores pertenecientes al caserío Paya', Comalapa perteneciente al departamento de Chimaltenango; en sus prácticas agrícolas, enfocado en temas técnicos en las áreas de suelo, enfermedades de cultivos etc. y como las pueden manejar de una mejor manera siendo amigables con el medio ambiente sin perder sus conocimientos tradicionales.

Además se suma la implementación de huertos medicinales, los cuales se iniciaron donando pilones de plantas medicinales, lo cual va de la mano con sus conocimientos, la medicina tradicional o empírica.

3.3.2 OBJETIVOS

A. Objetivo General

- Fortalecer las buenas prácticas agrícolas enfocadas al medio ambiente y a los conocimientos ancestrales, con los agricultores del caserío Paya', Comalapa, Chimaltenango.

B. Objetivos específicos

- Dar a conocer a los campesinos alternativas para el manejo de sus cultivos, amigables con el medio ambiente y sus tradiciones.
- Crear huertos medicinales en las casas de los agricultores, para que puedan darles uso a las plantas medicinales y aplicar sus conocimientos tradicionales tanto en el cultivo como en el uso.

3.3.3 METODOLOGÍA

- Se realizó una primera visita en la cual se presentaron los temas al COCODE de Payá, Comalapa, Chimaltenango, para ser aprobado y ver el interés de ellos hacia el tema.
- Seguida mente se realizaron 15 visitas en las cuales, se impartieron las charlas a los agricultores, y la ejecución de los huertos medicinales.
- Los huertos medicinales se realizaron con la ayuda de los campesinos, utilizando como macetas de plástico y de metal para ser re utilizados.

3.3.4 RESULTADOS

Se fortalecieron los conocimientos sobre el recurso suelo, sus funciones y características física y químicas, plagas y enfermedades y huertos medicinales.

Se fortalecieron las prácticas ancestrales, al implementaron huertos medicinales y de esta manera se recuperaron especies nativas perdidas en la región.

Se lograron obtener 10 huertos medicinales con 10 familias de la región, con 15 especies que se describieron en una ficha técnica que fue entregada con un folleto de prácticas realizada en la comunidad, con las familias.



Figura No. 17 Grupo de agricultores y familias capacitadas.



Figura 18. Fotografía de huerto medicinal establecido.

3.4 Servicio 3. Capacitaciones a los caficultores del municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.

3.4.1 Definición del problema

El municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez ubicado en latitud norte $14^{\circ}32'00''$ y en la longitud $90^{\circ}46'00''$ O, en el cual su producción agrícola está basada en el cultivo de café , del cual se encuentran parcelas de café convencional y café orgánico de distintas variedades entre estas el arábigo , Catuai, Caturra y borbón.

En las parcelas existentes de café orgánico se visualiza que no han sido bien manejadas, en plagas, enfermedades y en el ámbito de fertilidad del suelo, además aún no se ha realizado ningún estudio para ver la condición actual del suelo. Uno de los problemas es la roya de café y las pérdidas que dan como resultado a los caficultores, por lo que ellos buscan opciones menos costosas para poder controlar dicho hongo en sus plantaciones de café.

En respuesta a estos problemas se optó por brindarles capacitaciones a los caficultores sobre el suelo sus propiedades químicas y físicas, fungicidas y su correcto uso, la roya del café y su combate.

3.4.2 OBJETIVOS

A. Objetivo general

Brindarles apoyo técnico a los caficultores de la región, para darle solución a lo problemas de sus plantaciones de café.

B. Objetivos específicos

- Dar a conocer la importancia del suelo como recurso y su buen uso como cuidados para la región en los terrenos de los caficultores.
- Mostrar cual es el uso adecuado de fungicidas y como se deben aplicar y el cuidado personal.
- Brindarles mejores opciones para el control de la roya en el café menos costosas.

3.4.3 METODOLOGÍA

Para cada capacitación se consultaron documentos como fuente de información, para ser brindada correctamente. Se les proporcionó un documento con cada una de las prácticas realizadas con la información y bibliografía correspondiente, para poder ser utilizada por los caficultores.

Se realizaron prácticas de campo y se visitó cada uno de los terrenos de los caficultores.

3.4.4 RESULTADOS

Se capacitaron a diez caficultores, teniendo como resultado una mejor conservación de suelo en los terrenos de los caficultores, debido a que es una zona apta a sequías, según estudios del MAGA. 2013, y a fuertes vientos.

Los caficultores optaron por utilizar caldos minerales, para el control de roya de café en la región.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. Bermejillo, E. 2015. Sistema milpa. México. Consulta 21 nov. 2016. Disponible en <http://viaorganica.org/como-milpa-defendemos-nuestro-maiz-y-construimos-el-futuro/>
2. CEFOL (USAC, Centro de Estudio Folklóricos, Guatemala). 2002. Viviendas Mayas. Tradiciones de Guatemala 2(57): 141-143, 157-158, 192-194.
3. Cruz, A; De Paz, M, J; 2015. Prácticas de laboratorio edafología i: Propiedades físicas del suelo". Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Área Tecnológica, Sub-área Manejo de Suelo y Agua. 15 p.
4. Dirección General de Culturas Populares, SEP, México. 2016. Embarazo y parto en la medicina tradicional del área purépecha; Xóchitl Prado (en línea). Consultado 23 mayo 2017. Disponible en <http://www.colmich.edu.mx/files/relaciones/020/pdf/XochitlPrado>FAO, Italia. 2016a. Seguridad alimentaria (en línea). Roma, Italia. Consultado 21 nov. 2016. Disponible en http://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=184:seguridad-alimentaria-y-nutricional&Itemid=254
5. FAO, Italia. 2016b. Qué es suelo (en línea). Roma, Italia. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
6. Gerlero, J. 2015. Recreación y turismo, una vinculación necesaria (en línea). Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.redcreacion.org/documentos/simposio4vg/JGerlero.html>
7. Guatepymes.com. 2016. Municipio de San Antonio Aguas calientes (en línea). Guatemala. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=7811>
8. Macías Peacock, B; Pérez, J. 2009. Consumo de plantas medicinales por mujeres embarazadas (en línea). México. Consultado 24 mayo 2017. Disponible en http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=68456&id_seccion=4121&id_ejemplar=6857&id_revista=250
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2010. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala. p. 175-185.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala. p. 130-290.

11. Manual de laboratorio de introducción a la fitopatología. 2013. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 11-23.
12. Miranda, M. 2013. Recomendaciones para el combate de la roya. 3 ed. San José, Costa Rica, ICAFE. 35 p
13. Moisés, P. s.f. Guía técnica, manejo racional de plaguicidas, tecnología para su aplicación en café. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 68 p.
14. Mora, G. 2008. Epidemiología vegetal. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 28, 56-65.
15. OMS, Argentina. 2012. Plaguicidas (en línea). Argentina. Consultado 20 set. 2016. Disponible en www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte/plaguicidas.html
16. Pérez, C. 2015. Traje típico de San Antonio Aguas Calientes (en línea). Consultado 26 oct. 2016. Disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=781>
17. Prensa Libre, Guatemala. 2015. Fiesta titular del municipio de San Antonio Aguas Calientes (en línea). Prensa Libre, Guatemala, junio:15. Consultado 26 oct. 2016. Disponible en <http://www.prensalibre.com/hemeroteca/1965-san-antonio-aguascalientes-de-fiesta>
18. SAGARPA (Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2016. Instalación de un huerto medicinal (en línea). México. Consultado 29 nov. 2017. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Establecimiento%20de%20huerto%20de%20plantas%20medicinales.pdf>
19. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
20. Solís, J. 2003. Interpretación del protocolo EUREPGAP, para la implementación de las buenas prácticas agrícolas en frutas y hortalizas frescas. Guatemala, EARTH / AGEXPORT. 99 p.

3.6 ANEXOS

3.6.1 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número uno.



Figura 19. San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.



Figura 20. San Antonio Aguas Calientes la laguna.



Figura 21. Conservación de suelos de Paya', Comalapa.



Figura 22. Preparación del suelo para el cultivo de maíz, Tecpán.

3.6.2 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número dos.



Figura 23. Propagación de plantas, para los huertos medicinales.



Figura 24. Capacitación de Huertos Medicinales, Paya', Comalapa

3.6.3 Fotografías tomadas durante la realización del servicio número tres.



Figura 25. Capacitación a los Caficultores.



Figura 26. Visita al terreno de los Caficultores.



Figura 27. Visita a un terreno de Café de mayor extensión.