

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (CYPROCONAZOLE Y TRIADIMENOL) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*TRICHODERMA* SP., Y *LECANICILLIUM* SP.) PARA EL MANEJO DE ROYA (*HEMILEIA VASTATRIX*) DEL CAFÉ (*COFFEA ARABICA*).

DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVELYN ANDREA MORALES RAMÍREZ

201246159

GUATEMALA, MAYO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (CYPROCONAZOLE Y TRIADIMENOL) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*TRICHODERMA* SP., Y *LECANICILLIUM* SP.) PARA EL MANEJO DE ROYA (*HEMILEIA VASTATRIX*) DEL CAFÉ (*COFFEA ARABICA*).

DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

EVELYN ANDREA MORALES RAMÍREZ

201246159

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, MAYO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR EN FUNCIONES
M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Aroldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, MAYO 2021

Guatemala, mayo 2021

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 titulado: **“Comparación de dos fungicidas químicos (cyproconazole y triadimenol) con dos fungicidas biológicos (*trichoderma* sp., y *lecanicillium* sp.) para el manejo de roya (*hemileia vastatrix*) del café (*coffea arabica*), diagnóstico y servicios en aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala, C.A. como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.**

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

EVELYN ANDREA MORALES RAMÍREZ
201246159

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por su infinito amor y misericordia que me permite llegar a alcanzar este propósito, porque todo lo alcanzado ha sido permitido por su bondad, por regalarme una vida llena de riquezas no materiales sino de personas y situaciones que me han permitido conocerle, adorarle y agradecerle por todo.

A MIS PADRES:

María Cristina Ramírez y Miguel Angel Morales. Por el apoyo incondicional de ambos, porque todo esfuerzo realizado por y para mí, me han hecho llegar hasta donde me encuentro, y es a quienes puedo dedicar esta meta.

A MIS HERMANOS:

Anahy Carolina, Gersom Josué y Ángel Eduardo. Por cada una de las diferentes formas de enseñarme como es el rumbo de la vida, por ayudarme a comprender todos los temas que desconozco, por ser mis ejemplos de luchas y triunfos.

A MIS FAMILIARES:

A mis primos, tías y demás parientes, los que están y los que ya no están, por las palabras de aliento y motivación que recibí de cada uno.

AGRADECIMIENTOS

A USAC Y FAUSAC

Por el conocimiento que he adquirido, por el honor y privilegio permitido de ser una egresada de la Facultad de Agronomía de la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala, grande entre las del mundo. Que los hijos de la USAC devolvamos al pueblo, técnicas, conocimiento y desarrollo como muestra de nuestra gratitud por los años de enseñanza.

Agradecimientos especiales a los diferentes catedráticos que han puesto empeño para compartir los conocimientos y experiencias adquiridas, así como por compartir el amor al área de desempeño en la que se encuentran.

A MIS SUPERVISORES Y ASESORES

Dr. Adalberto Rodríguez García, Dr. David Monterroso Salvatierra e Ing. Josselyn Barrios Chinchilla, por su apoyo desde el inicio en la fase de mi Ejercicio Profesional Supervisado, por las revisiones y correcciones realizadas en el proceso hasta la finalización de este documento.

A MIS AMIGOS

Laura Pérez y Lily Barrios por permitirme ser parte de un equipo no solo de cursos y laboratorios sino de una familia para la vida. A Juan Ramón Barrera, Wilmer Colocho, Emilio Alvarado, Brandon Ángel, Fernanda Rosales y David Escobar, que por diversas casualidades nos encontramos para llamarnos amigos. Erikson Zea, Eduardo Hernández, Víctor Silvestre y Rubelcy Montejo en quienes he encontrado apoyo inigualable.

A PERSONAS QUE ME HAN APOYADO

Son incontables las personas que me han dado una palabra de aliento, sin embargo, a partir de mi formación profesional cabe mencionar al Ing. Gustavo Álvarez, Dr. Edin Orozco e Ing. Pablo Condomí a quiénes me formaron en el área agronómica, dándome la oportunidad de desempeñarme bajo su cargo.

Un especial agradecimiento al Lic. Mauricio Rosales Vásquez, persona de valores y de suma inspiración, quién me brindó una oportunidad para desempeñarme en distintos ámbitos profesionales laborales, que ha sido motor y guía para continuar en el camino del éxito, enseñándome que se encontrarán etapas difíciles, pero sin olvidar que la vida es una maravilla.

ASOCIACIONES DE HUEHUETENANGO

ADESC (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”) por permitirme desarrollar con algunos de sus productores la investigación presentada en este documento, cabe resaltar nombres de personas de mucho aprecio como Walfre del Valle, Neftalí del Valle, Loida Herrera, Juan Salazar, Dionicio del Valle y Romeo del Valle.

ADIRSEC (Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco) por permitirme encontrar un hogar fuera de casa, por la confianza y bondad de compartir el conocimiento por experiencia que poseen, de igual manera cabe resaltar a Nicolás Velásquez, Heberto Velásquez, Dilia Mazariegos y Beyler Velásquez quienes fueron apoyo e inspiración para mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
CAPÍTULO I, DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>), ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C. A. PERÍODO FEBRERO – NOVIEMBRE 2018.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Georreferenciación y límites	3
1.2.2 Características climáticas	4
1.2.3 Caficultura Vista Hermosa del municipio Unión Cantinil, Huehuetenango.....	4
1.2.4 Conocimiento local	4
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 METODOLOGÍA	7
1.4.1 Fase de gabinete	7
1.4.2 Fase de campo	7
1.4.3 Fase de análisis.....	8
1.5 RESULTADOS	9
1.5.1 Determinación de la problemática en la producción de café (<i>Coffea arabica</i>)..	9
1.5.2 Condiciones económicas y sociales en las que se desarrolla la caficultura en ADESC, clasificadas en FODA.....	9
1.5.3 Priorización de las diferentes problemáticas según análisis de FODA	10
1.6 CONCLUSIONES	13
1.7 BIBLIOGRAFÍA	14
CAPÍTULO II, COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (CYPROCONAZOLE Y TRIADIMENOL) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (TRICHODERMA SP., Y LECANICILLIUM SP.) PARA EL MANEJO DE ROYA (HEMILEIA VASTATRIX) DEL CAFÉ (COFFEA ARABICA), ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	15

Contenido	Página
2.1 PRESENTACIÓN	16
2.2 MARCO TEÓRICO	17
2.2.1 Marco conceptual	17
2.2.2 Marco referencial.....	33
2.3 OBJETIVOS	36
2.3.1 Objetivo general	36
2.3.2 Objetivos específicos	36
2.4 HIPÓTESIS.....	36
2.5 METODOLOGÍA.....	37
2.5.1 Diseño experimental.....	37
2.5.2 Modelo estadístico	38
2.5.3 Factor de estudio.....	39
2.5.4 Hipótesis estadística	39
2.5.5 Unidad experimental	39
2.5.6 Descripción de tratamientos	40
2.5.7 Variables de respuesta.....	40
2.5.8 Método de cuantificación de la roya	41
2.5.9 Lecturas de variable	41
2.5.10 Arreglo espacial del experimento	42
2.5.11 Medición de eficacia y eficiencia	42
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
2.6.1 Eficacia y eficiencia de fungicidas químicos.....	43
2.6.2 Eficacia y eficacia de fungicidas biológicos	44
2.6.3 Comparación de eficacia y eficiencia entre fungicidas químicos y biológicos	45
2.6.4 Comparación de dos fungicidas químicos (Cyproconazole y triadimenol) y dos biológicos (<i>Trichoderma</i> y <i>Lecanicillium</i>)	46
2.6.5 Determinación del mejor producto según términos estadísticos	49
2.7 CONCLUSIONES	52
2.8 RECOMENDACIONES.....	53

Contenido	Página
2.9 BIBLIOGRAFÍA	54
2.10 APÉNDICE.....	57
CAPÍTULO III, SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL Y EN LA ALDEA EL COYEGUAL, SAN ANTONIO HUISTA, HUEHUETENANGO, GUATEMALA. C.A.	59
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020.....	59
3.1 ANTECEDENTES.....	60
3.2 OBJETIVO GENERAL.....	61
3.3 SERVICIOS PRESTADOS	61
3.3.1 Certificación de socios a la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes y de la Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco	61
3.3.2 Levantamiento de polígonos de parcelas productivas	67
3.3.3 Resultados y discusión	68
3.3.4 Capacitaciones de Normativa de Red de Agricultura Sostenible del sello de Rainforest Alliance.....	72
3.4 Conclusiones.....	74
3.5 Recomendaciones.....	75
3.6 ACÁPITE	76
3.7 BIBLIOGRAFÍAS	77
3.8 ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.	3
Figura 2. FODA de aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango.	10
Figura 3. Sección de planta de café.....	17
Figura 4. Especies de <i>Trichoderma</i> al inicio y al pasar 48 horas.	27
Figura 5. Confrontaciones de especies al paso de seis días.	27
Figura 6. <i>T. hamatum</i> CBS 123055.	28
Figura 7. <i>T. harzianum</i> DSMZ 63059.....	28
Figura 8. <i>T. hazianum</i> CBS130681.....	29
Figura 9. Dosis de aplicaciones en campo.....	30
Figura 10. Lesión de roya parasitada por <i>Lecanicillium</i> spp.	31
Figura 11. Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.	33
Figura 12. Selección de bandolas en cada una de las 5 en plantas de café en la parcela útil.....	41
Figura 13. Ejemplo del arreglo espacial, por unidad experimental.....	42
Figura 14. Comportamiento de incidencia.....	47
Figura 15. <i>Lecanicillium</i> y <i>Trichoderma</i> en control de la roya.	48
Figura 16. Georreferenciación de parcelas productivas de algunos productores de ADESC.....	63
Figura 17. Instalaciones de beneficio de los nuevos socios productores de café de ADESC.....	64
Figura 18. Informe de inspección interna, formato de Exportcafé como requisito para ser socio en ADESC.	65
Figura 19. Formato de convenio firmado por socio nuevo (izquierda) y las mejoras que necesita hacer (derecha) de ADESC	65
Figura 20. Polígono 1 y 2 del productor ADE17 – Froilán del Valle.	70
Figura 21. Polígonos 3 y 4 del productor ADE17 – Froilán del Valle	70
Figura 22. Polígonos 5 y 6 del productor ADE17 – Froilán del Valle	71
Figura 23. Polígonos 7 del productor ADE17 – Froilán del Valle	71

Figura	Página
Figura 24. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADESC.....	73
Figura 25A. Georreferenciación de parcelas productivas de algunos productores de ADIRSEC.	78
Figura 26A. Instalaciones de beneficio de los nuevos socios productores de café de ADIRSEC.	78
Figura 27A. Formato de convenio firmado por socio nuevo (izquierda) y las mejoras que necesita hacer (derecha) de ADIRSEC.	79
Figura 28. Polígono 1, 2 y 3 (izquierda a derecha) del productor ADIRS07 – Nicolás Velásquez.....	80
Figura 29A. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADIRSEC.....	80
Figura 30A. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADIRSEC.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Problemática del cultivo de café en Unión Cantinil.....	9
Cuadro 2. Fungicidas de contacto.	24
Cuadro 3. Fungicidas sistémicos.	25
Cuadro 4. Descripción de tratamientos y dosis de fungicidas químicos y biológicos.....	40
Cuadro 5. Porcentaje de incidencia de fungicidas químicos.	43
Cuadro 6. Porcentaje de incidencia de fungicidas biológicos.	44
Cuadro 7. Comparación de eficacia y eficiencia entre fungicidas químicos y biológicos. ..	46
Cuadro 8. Análisis estadístico cuadrado latino, luego de la primera aplicación de fungicidas químicos y biológicos.	49
Cuadro 9. Análisis estadístico cuadrado latino, previo a segunda aplicación de fungicidas químicos.....	50
Cuadro 10A. Hoja de recolección de datos en campo.	57
Cuadro 11. Coordenadas, área de producción y capacidad de producción de café de ADESC.....	68
Cuadro 12A. Coordenadas, área de producción y capacidad de producción de café de ADIRSEC.	79

RESUMEN

El trabajo de graduación se integra de tres capítulos: Diagnóstico, Investigación y Servicios que fueron prestados durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el período febrero a noviembre de 2018, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene información sobre la aldea Vista Hermosa, en el municipio de Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala, C. A., donde se llevó el desarrollo de los capítulos mencionados.

El diagnóstico se basó en un análisis FODA, el cual fue realizado para conocer sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se poseen en la aldea Vista Hermosa. Además, la elaboración del diagnóstico se realizó con obtención de información a través de charlas con los caficultores realizando visitas en el lugar y poder obtener la información de las problemáticas para priorizarlas, lo cual fue de utilidad para determinar el proyecto de investigación para realizar durante el periodo de EPS.

El proyecto de investigación se concibió como “Comparación de dos fungicidas químicos (Cyproconazole y Triadimenol) con dos fungicidas biológicos (*Trichoderma* sp., y *Lecanicillium* sp.) Para el manejo de roya (*Hemileia vastatrix*) del café (*Coffea arabica*). En esta investigación se concluyó que en la comparación de los fungicidas químicos el porcentaje de incidencia no tiene mucha variación entre Cyproconazole y Triadimenol, siendo 11.37 % y 13.31 % respectivamente, sin embargo, debido a la eficacia del producto se considera que Cyproconazole es un mejor ingrediente activo en comparación de Triadimenol. En la comparación de los fungicidas biológicos se obtuvo similitud en la incidencia, pero, debido a la eficacia del ingrediente activo, funcionó de mejor manera *Trichoderma* que *Lecanicillium*.

Según la eficacia accionó con similitud los fungicidas químicos y biológicos debido al porcentaje de incidencia que combatieron, en cuanto a eficacia funcionaron de mejor manera los fungicidas biológicos debidos que en la utilización de estos no se necesitó de una segunda aplicación sino bastó con una sola.

En cuanto a términos estadísticos se obtiene que los fungicidas biológicos realizaron mejor trabajo para combatir la roya anaranjada del café, que los fungicidas químicos, dando prioridad al fungicida biológico a base de *Trichoderma*.

Se realizó un servicio en el cual se desarrollaron tres actividades, las cuales se definieron según el resultado del diagnóstico elaborado en la fase inicial del EPS. El área de trabajo estuvo enfocada en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango.

La primera actividad fue la certificación por Rainforest Alliance para nuevos socios conociendo su actividad productiva y reflejarla según los requisitos existentes en ADESC, (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”).

La segunda actividad consistió en realizar el levantamiento de polígonos de las parcelas productivas de todos los socios para conocer su capacidad de producción en ADESC, así como de los nuevos productores.

La tercera actividad fue dar a conocer los criterios establecidos en la Red de Agricultura Sostenible a través de capacitaciones, para conservar el sello de Rainforest Alliance y puedan realizar las actividades necesarias para permanecer en el programa de certificación los próximos años en ADESC.

Estas tres actividades fueron de igual manera realizadas en la Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco (ADIRSEC), ubicada en el municipio de San Antonio Huista, Huehuetenango, brindándole el mismo desempeño para obtener resultados satisfactorios para los caficultores.



CAPITULO I

**DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*),
ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C. A. PERÍODO FEBRERO – NOVIEMBRE 2018**

GUATEMALA, MAYO DE 2021

1.1 PRESENTACIÓN

La aldea Vista Hermosa pertenece al municipio de Unión Cantinil, del departamento de Huehuetenango, la cual cuenta con una extensión de aproximadamente 1.55 km², a una distancia de 11.15 km de la cabecera municipal conocida como Cantón Central, Con respecto a sus límites se encuentran los municipios de San Antonio Huista al Oeste, al Norte colinda con Concepción Huista, al Sur con San Pedro Necta y al Este con Todos Santos Cuchumatán. (SIM. 2010)

Las características climáticas del lugar son: bosque húmedo montano bajo, subtropical templado. Cuenta con una altitud de 1,500 m a 2,200 m. s.n.m., la precipitación pluvial anual es de 1,000 mm a 2,000 mm. La temperatura media anual es de 15 °C a 20 °C. Se cuenta con suelos de tierras calizas altas del norte y con una pendiente mayor al 30 %. (OPM, 2007)

El conocimiento local de acuerdo con el sitio se realizó comunicación personal con los habitantes del área dando referencias de calidad de sitio entre las cuales se encuentra la pendiente, viento, lluvia, erosión y escorrentía. Las referencias del sitio son proporcionadas por los caficultores del lugar, las cuales se presentan a continuación. Las características del sitio son de pendiente muy elevada, poca escorrentía, erosión promedio y vientos fuertes durante temporales y en el área se encuentra una elevada pendiente, baja escorrentía, poca erosión y vientos fuertes según temporadas de lluvia o huracanes.

En dicho lugar se encuentra ADESC (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”), presidida por el señor Dionicio del Valle, la cual está conformada por socios del lugar y aldeas aledañas como La Esperanza y Los Planes. La producción registrada es de 8,7000 qq de café pergamino los cuales son entregados a diferentes intermediarios exportadores de café como Exporcafé, S. A. y ACODIHUE, los cuales se encargan de beneficiar a los productores asegurándoles la comercialización del café en pergamino.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Georreferenciación y límites

El diagnóstico y estudio se realizó en la aldea Vista Hermosa, del municipio de Unión Cantinil, del departamento de Huehuetenango, Guatemala, como se muestra en la figura 1, que consta de las coordenadas de latitud $15^{\circ}35'55.16''$ Norte y longitud $91^{\circ}45'49.94''$ Oeste. La altitud en el área es de 1,500 m a 2,200 m s.n.m, el área de la aldea es de 1.55 km², a una distancia de 11.15 km de la cabecera municipal conocida como cantón central. Con respecto a sus límites se encuentran los municipios de San Antonio Huista al Oeste, al Norte colinda con Concepción Huista, al Sur con San Pedro Necta y al Este con Todos Santos Cuchumatanes (SIM 2010).



Fuente: Google Earth 2018.

Figura 1. Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.

1.2.2 Características climáticas

Las características climáticas predominantes en el área de estudio se presentan a continuación.

Bosque húmedo montano bajo subtropical templado.

Altitud de 1,500 m a 2,200 m s.n.m.

Precipitación pluvial anual de 1,000 mm a 2,000 mm.

Temperatura media anual de 15 °C a 20 °C.

Suelos: tierras calizas altas del norte.

Pendiente mayor al 20 %. (OPM 2007).

1.2.3 Caficultura Vista Hermosa del municipio Unión Cantinil, Huehuetenango

En la aldea de Vista Hermosa se encuentra ADESC (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”), presidida por el señor Dionicio del Valle, conformada por 72 socios activos.

La producción registrada es de 8,700 qq de café pergamino que son entregados a diferentes intermediarios exportadores como Exporcafé, S. A. y ACODIHUE en la temporada de cosecha de 2017/2018.

1.2.4 Conocimiento local

De acuerdo con el sitio se tuvo comunicación personal con los habitantes del área quienes dieron referencias de calidad del sitio, entre las cuales se encuentra la pendiente, viento, lluvia, erosión y escorrentía.

Las referencias del sitio fueron proporcionadas por los actores, siendo estos los caficultores del lugar, las cuales se presentan a continuación, las cuales se obtuvieron a través de charlas, durante las visitas en sus parcelas productivas.

- Walfre del Valle: pendiente muy elevada, poca escorrentía, erosión promedio y vientos fuertes durante temporales.
- Neftalí del Valle: pendiente elevada, baja escorrentía, poca erosión y vientos fuertes según temporadas de lluvia o huracanes.
- Dionicio del Valle: la pendiente es muy pronunciada en cualquier parte de la aldea, los vientos son fuertes, la lluvia y el frío es muy intenso en la temporada de invierno.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Analizar el estado del cultivo de café (*Coffea arabica*), en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala. Período febrero – noviembre, 2018.

1.3.2 Específicos

- Determinar la problemática en la producción de café (*Coffea arabica*), en el área.
- Conocer las condiciones económicas y sociales en las que se desarrolla la caficultura en ADESC, Vista Hermosa, a través de realizar un FODA.
- Priorizar las diferentes problemáticas según el análisis FODA.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fase de gabinete

- Delimitación del área a trabajar, con la utilización de Google Earth Pro, para generar el mapa temático y planos del área de estudio.
- Identificación de actores clave para recolectar la información primaria, dentro de estos actores se puede realizar visitas y entrevistas con los caficultores, para obtener información a través de charlas y obtener el conocimiento local e información de su estado económico y social que tienen en la caficultura a través de ADESC.

1.4.2 Fase de campo

- Observación preliminar del área delimitada con enfoque a la problemática de la aldea.
- Recolección de la información primaria mediante la técnica seleccionada la cual será para la realización de un FODA, a través de charlas con los caficultores únicamente debido a que algunos de ellos no son personas con habilidades de lectura y escritura, realizar visitas en los lugares de producción y así poder obtener la información de las problemáticas para priorizarlas.
- Seleccionar con ayuda de los productores las principales problemáticas según sus intereses sociales y económicos en cuanto a la caficultura enseñándoles la realización de un FODA de forma verbal por razones mencionadas previamente.

- Dividir a través de la información recolectada con los caficultores entre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con las que se cuentan en el área y poder realizar el análisis con el cuadro de FODA.

1.4.3 Fase de análisis

- Ordenar los resultados para el análisis correspondiente.
- Clasificar las problemáticas de mayor interés según la relevancia dada a conocer por los productores y sus intereses.
- Interpretación y análisis de resultados obtenidos.
- Clasificar y priorizar las diferentes problemáticas reconocidas.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Determinación de la problemática en la producción de café (*Coffea arabica*)

En el lugar de estudio se hizo el análisis del estado de proceso de producción de café con cuatro diferentes caficultores quienes se presentan como los actores principales, debido a que son ellos quienes se encargan personalmente del área de producción, los cuales se exponen a continuación en el cuadro 1, a quienes se les preguntó acerca de los diferentes problemas con los que se cuenta en el cultivo del café por medio de charlas que se tuvieron durante visitas a parcelas productivas, como se mencionó previamente.

Cuadro 1. Problemática del cultivo de café en Unión Cantinil.

Productor	Problemas				
Walfre del Valle	Roya	Viento	Pendiente	Defoliación	Lluvia
Froilán del Valle	Roya	Lluvia	Caída de fruto	Pendiente	Viento
Dionicio del Valle	Pendiente	Roya	Lluvia	Viento	Escorrentía
Neftalí del Valle	Roya	Viento	Lluvia	Pendiente	

1.5.2 Condiciones económicas y sociales en las que se desarrolla la caficultura en ADESC, clasificadas en FODA

Se realizó junto con diferentes productores recorridos en las parcelas productoras de su cultivo, en los cuales ellos iban dando información económica y como esta tiene diferentes represalias sociales cuando se tiene problemas en cuanto a la cosecha del café siendo este un cultivo anual. Algunos efectos de que se tenga una mala cosecha pueden ser buscar otras vías de ingresos económicos como la migración hacia países norteamericanos, quienes lo ven como una salida fácil por la cercanía a las fronteras del norte.

ADESC aporta una facilidad de comercialización del café, dándole incrementos al precio estándar del mercado, dándoles diferentes tipos de certificaciones a los productores, los cuales deben de cumplir con reglamentos respecto al cuidado del ambiente por desechos de productos como los agroquímicos.

Al recolectar la información por medio charlas únicamente por razones previas mencionadas con los productores se puede realizar un análisis y resumen de las problemáticas económicas y sociales que tienen en común, por medio de la técnica de FODA como se muestra en la figura 2.



Figura 2. FODA de aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango.

1.5.3 Priorización de las diferentes problemáticas según análisis de FODA

Al realizar una priorización de los diferentes problemas que se tienen en dicha aldea, se tiene que el cultivo de café se ve afectado por diferentes motivos, sin embargo, la presencia de plagas y enfermedades hace que el cultivo este en riesgo, aún más cuando se hace utilización excesiva de agroquímicos principalmente en el control de la roya.

Fortalezas: los productores poseen algunas variedades que son resistentes a enfermedades, principalmente a la roya, pero no en toda el área productiva sino en algunos lotes, a pesar de toda la problemática que envuelve el cultivo de café en cuanto al manejo de este y depreciación del producto, siguen en el proceso y desarrollo del cultivo debido a que es por herencia y cultura familiar el permanecer en la producción de este tomándole cariño a esto. Otra fortaleza para los pobladores es que la caficultura es la principal actividad económica en el lugar, por lo cual toman suma importancia en dicho tema.

Oportunidades: las personas con las que se obtuvo la información indicaron que cada vez que llegan a darles capacitaciones procuran ponerlas en práctica para obtener resultados óptimos, así como también siguen los pasos según técnicos asesores en cuanto a buenas prácticas agrícolas.

Debido a que la actividad de es principal fuente de ingresos, para ellos se convierte en un tema de carácter importante y prioritario, del cual deben de estar actualizandose en técnicas de mejoras a lo que están dispuestos de aprender. Sin embargo, por la baja secuencia de asesoría en el manejo del cultivo ellos suelen tomar ideas propias en el manejo de este. Tomando en cuenta que tienen iniciativa e interés en la producción, por la importancia que tiene para ellos puede convertirse en una fortaleza.

Así también, cada vez que algún productor tiene algún problema que no puede resolver inmediatamente y de forma independiente es ayudado por otros caficultores dispuestos a ayudarse entre sí, en algunos casos económicamente o de transporte debido a que el acceso en las parcelas de producción es de mucha dificultad, y no todos poseen vehículos con la capacidad de movilizar insumos o incluso el mismo producto.

Debilidades: el manejo debido se hace según las buenas prácticas agrícolas de forma preventiva en cuanto a manejo de plagas y enfermedades, sin embargo, debido a diferentes factores como deficiencia económica o se dedican a otros labores o negocios entonces hacen estos manejos de tipo curativo, algunas veces a pesar de la necesidad del manejo lo posponen cada vez más.

Esto da paso a que los productores cuando hacen las aplicaciones utilicen dosis altas y también a que no den el tiempo necesario de residualidad para las siguientes aplicaciones, obteniendo estas dosis altas los costos aumentan por el alto uso de los agroquímicos, así como también las dosis siempre serán altas cuando se aplica de forma curativa y no de forma preventiva.

Amenazas: así como los productores cuentan con variedades resistentes, también poseen variedades que no son resistentes a enfermedades como la roya, por distintos motivos como calidad de taza para los diferentes compradores de café, por ello se conservan este tipo de variedades. Debido a que las personas suelen migrar hacia países de Norteamérica, como se mencionó previamente, para obtener mejores oportunidades de ingresos económicos, a veces los diferentes trabajos de manejo del cultivo no pueden realizarse a tiempo debido a la falta de recurso humano incluso siendo este tipo de trabajo realizado por la misma familia.

La migración de las personas puede detenerse si su economía mejorara en su actividad económica principal, siendo esta la caficultura, son ellos mismos quienes tienen otras ocupaciones ajenas al cultivo, sin embargo, si las personas pudieran dedicarse completamente a la mejora y mantenimiento del cultivo, mejoraría la producción, calidad y se podrían realizar los trabajos en el tiempo que el cultivo lo necesite.

1.6 CONCLUSIONES

- La problemática en la producción de café se prioriza en la roya, pendiente y sequía, siendo factores ambientales entonces los que provocan estos problemas como el desarrollo y propagación de plagas y enfermedades, como lo mencionaron los actores.
- En el lugar se tienen diferentes características las cuales permite conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, permitiendo que aún se pueda realizar una producción óptima a pesar de las dificultades que el proceso conlleve.
- La presencia de plagas y enfermedades son parte principal de la problemática en el lugar, la resistencia que las plagas y enfermedades han generado debido al el uso excesivo de agroquímicos para el control de estas.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Google Earth. 2018. Vista Hermosa, Guatemala. USA. <https://www.google.com.gt/maps/place/Vista+Hermosa/@15.5998919,91.7702416,3970m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x858c521ab1482725:0x76712466d670c8b7!8m2!3d15.6019838!4d-91.7611838>
2. OMP (Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala). 2007. Caracterización del municipio Unión Cantinil del departamento de Huehuetenango. Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala. 25 p. Sin publicar.
3. SIM (Servicio de Información Municipal, Guatemala). 2010. Ubicación del municipio Unión Cantinil. Guatemala, InforPressCA. Consultado 23 mar. 2018. <http://www.inforpressca.com/unioncantinil/ubicacion.php>

 *Rolando Barrios*

CAPITULO II

COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (CYPROCONAZOLE Y TRIADIMENOL) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (TRICHODERMA SP., Y LECANICILLIUM SP.) PARA EL MANEJO DE ROYA (HEMILEIA VASTATRIX) DEL CAFÉ (COFFEA ARABICA), ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

GUATEMALA, MAYO DE 2021

2.1 PRESENTACIÓN

La producción de café en Guatemala es una de las principales actividades agrícolas que proporciona empleos y da al país un ingreso económico en término de divisas dado el café que se cultiva en alturas apropiadas para una alta calidad de taza.

La introducción de nuevas plagas junto a la inadecuada aplicación de agroquímicos, el mal uso de materiales resistentes y todas las acciones productivistas aunadas al cambio climático han causado perjuicios en los sistemas de producción agrícola (SPA). Así, con el ingreso en 1980 de *Hemileia vastatrix*, hongo que produce la enfermedad de la roya anaranjada del café, las acciones de control de la enfermedad han girado en torno al uso indiscriminado de fungicidas cúpricos, otros de contacto y principalmente sistémicos.

A partir de 1990 se han ido implementado prácticas de manejo integrado de los cultivos, uno de sus componentes es el control biológico, el cual se utilizó inicialmente con insectos, usados en el control de las plagas en los cultivos. El control biológico es una medida alternativa la cual se ha implementado en el uso de microorganismos para el control de otros, como en las enfermedades dadas en los cultivos, tal es el caso de la roya anaranjada del café.

En la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango se produce café como cultivo principal para el desarrollo social y económico, sin embargo, debido a los cambios en el clima, las plagas y enfermedades han podido adaptarse al entorno, al no darles un adecuado manejo causan serios daños en el cultivo del café. La principal enfermedad que ha causado daños en el cultivo es la roya anaranjada del café. En el control biológico se utilizan microorganismos para contrarrestar patógenos, como es en el caso de la roya anaranjada del café.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

2.2.1.1 Descripción botánica del cultivo del café

A continuación, se presentan la descripción botánica y la planta de café (figura 3).

Nombre Científico: *Coffea arabica*.

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnolipsida.

Orden: Gentianales.

Familia: Rubiaceae.

Subfamilia: Ixoroideae.

Tribu: Coffeae.

Género: *Coffea*.

(UNNE, 2014)



Fuente: Anacafé, 2015.

Figura 3. Sección de planta de café.

Descripción: La planta del café es un arbusto que normalmente mide de un metro a metro y medio, posee hojas perennes, opuestas, aceradas. Sus flores son de coloración blanca, agrupadas en espiga, con estambres soldados a los pétalos, anteras largas, pistilo largo, dando una drupa conocida como cereza o uva, la cual es ovoidea que se torna de coloración verde y roja en su plena maduración de diez a quince milímetros de diámetro. Este fruto se forma de una semilla ovoide, de coloración gris, como se observa en la figura 3, la sección de planta de café.

Algunas de las variedades de las cuales se producen en Guatemala son: Arábica, Catuaí, Catimor, Caturra, Borbón, Pacamara, Robusta, Pache Rojo, Pache Verde entre otras (López 2006).

2.2.1.2 Condiciones climáticas

El café es un cultivo permanente, el cual a partir de la siembra empieza a producir a los tres años o cuatro años, su ciclo de producción es anual, donde se pueden realizar hasta tres cortes de maduración, es decir según el área donde este se encuentre las cosechas pueden durar desde octubre a marzo, para conocer cuando este se encuentra listo para ser cortado, su coloración es roja (López 2006).

Este cultivo puede adaptarse a diferentes zonas climáticas, desde climas tropicales a húmedos, de altitudes de 600 m a 1,800 m s.n.m, donde puede llegar a desarrollarse con normalidad.

En distintas zonas no se cuenta con irrigación, por lo que se necesita una precipitación mínima de 750 mm al año hasta 3,000 mm y temperaturas de 16 °C a 22 °C (López 2006).

2.2.1.3 Condiciones edáficas

Estas condiciones deben de ser en suelos profundos, con un drenado promedio, siendo los mejores los limos volcánicos, se prefiere que sean suelos ácidos, de pH de 4.2 a 5.1 para una mejor calidad (López 2006).

2.2.1.4 Sombra

El efecto de la sombra dependerá de la zona donde el cultivo se encuentre, debido a las altas temperaturas y las horas de luz que pueda recibir, esta también se necesita según las temporadas, debido a que durante el invierno se realizan podas, mientras que en verano para conservación de la humedad en el suelo se deja que la sombra tenga mayor cobertura sobre el cultivo.

En zonas de altura no es de suma necesidad la sombra como en áreas bajas, sin embargo, debe de cuidarse que en mientras se encuentre en zonas más elevadas se corre el riesgo que el cultivo pueda sufrir heladas sino se posee una cubierta sobre el mismo (López 2006).

La densidad de la sombra dependerá de la especie de sombra que se tenga y la localidad, en Guatemala generalmente se utilizan variedades como Leucaena, Chalum y Gravilea, principalmente se eligen variedades que pueda dárseles un segundo uso como materia orgánica, alimento de ganado o leña en algunos casos. (López 2006).

2.2.1.5 Fertilización

En el cultivo de café deben de hacerse fertilizaciones para obtener una mayor producción de este, existen diferentes fertilizaciones entre las cuales están las fertilizaciones al suelo siendo de forma granular o sólida y las fertilizaciones foliares, las cuales son aplicaciones líquidas.

Se tienen algunas ventajas en las aplicaciones de fertilizaciones foliares debido a que estas son directas y son para realizar correcciones directas de elementos menores (López 2006).

2.2.1.6 Poda

Para una mayor producción de café también debe de realizarse podas en el cultivo para poder tener renuevos en las plantas, también se puede tener vigorosidad en la planta si se hacen las podas en la temporada correcta, la cual se recomienda que sea haga luego de la cosecha para que la planta se recupere antes de la floración (López 2006).

2.2.1.7 Exportación de café

Guatemala durante muchos años fue uno de los exportadores de mejor calidad de café, sin embargo, muchos países centroamericanos actualmente han ido aumentando su producción de café y contando con la misma calidad del café guatemalteco, esto ha hecho que la exportación disminuya consecutivo conforme al paso de los años debido al efecto de oferta y demanda (López 2006).

2.2.1.8 Roya del café

La roya anaranjada del café (*Hemileia vastatrix*), siendo un hongo el cual de suma importancia económica debido a que causa pérdidas en producción y por lo tanto genera costos para prevenirla o suprimirla.

Puede infectar todas las especies del género *Coffea*, sin embargo, se presenta con mayores índices en variedades como Typica, Caturra, Catuaí, Pache, entre otras (Anacafé 2015).

2.2.1.9 Descripción taxonómica de la roya

Hemileia vastatrix es el patógeno causante de la roya del café, del género *Hemileia*, de la clase Basidiomycota. Esta produce uredosporas que se dan únicamente en el género de las plantas de *Coffea*, considerándose un patógeno obligado debido a su sobrevivencia dentro de los tejidos de las hojas de la planta únicamente.

2.2.1.10 Origen de la roya

Se reportó desde 1860 en Asia por Berkeley quien la describió como se conoce actualmente. El primer reporte en América fue en Brasil en 1970. En Guatemala se reportó por primera vez en 1980, actualmente se encuentra en todas partes donde se produce café en el país (Anacafé 2015).

2.2.1.11 Etapa de diseminación

El patógeno crece dentro de la hoja, produciendo infección a través de las estomas de las hojas donde se pueden observar pequeñas manchas amarillas en el envés de las hojas, al paso del tiempo se forman las uredosporas las cuales al ojo humano se ven como polvo de color naranja, si no se hacen prevenciones o supresiones inmediatas puede abarcar toda la hoja provocando la caída de esta (Anacafé 2015).

2.2.1.12 Etapa de colonización

Cuando el patógeno se encuentra en la planta se forman estructuras llamadas haustorios que entran en contacto con las células de las plantas para tomar de ellas los nutrientes lo cual favorece el crecimiento del patógeno, tornándose en su coloración naranja y dejando a la hoja sin nutrientes la cual se descolora formando manchas cloróticas donde luego aparecen las pústulas naranjas (Anacafé 2015).

2.2.1.13 Etapa de germinación

Para que el patógeno pueda desarrollarse necesita las condiciones climáticas favorables, normalmente en las épocas lluviosas o templadas, con un rango de temperatura de 16 °C a 28 °C donde se producen tubos germinativos para poder ingresar por las estomas de la hoja (Anacafé 2015).

2.2.1.14 Etapa de reproducción

Al paso de aproximadamente treinta días el hongo ha madurado, ha formado soros para su supervivencia los cuales se encargan de producir uredinosporas en las hojas para formar un nuevo ciclo infectivo donde factores climáticos, insectos y el humano intervienen para la dispersión del hongo (Anacafé 2015).

2.2.1.15 Condiciones climáticas

Para la reproducción el hongo necesita condiciones como la lluvia, al caer causa salpicaduras que le sirven para la dispersión de esporas, necesita humedad en el envés de la hoja, temperatura de 16 °C a 28 °C y poca luminosidad (Anacafé 2015).

2.2.1.16 Epidemia

Aparición de una enfermedad como la roya que puede dispersarse rápidamente y con altos índices de infección en una misma población o área (Anacafé 2015).

2.2.1.17 Fases de la roya

Las fases de la epidemia de la roya se presentan en fase lenta, la cual donde es la incubación del hongo en la planta con una infección menor al 10 % la cual se presenta en las lluvias tempranas; la fase terminal o máxima es la que sucede cuando en la zona se concentran las lluvias de invierno y causa la caída de las hojas debido a una alta severidad; y la fase rápida o explosiva en la cual la fase lenta sucede de forma rápida y tiene fácil dispersión, con un crecimiento diario de hasta 0.32 % (Anacafé 2015).

2.2.1.18 Control químico

Este tipo de control es mayormente utilizado como control supresivo, el cual ha tenido éxito siempre y cuando sea aplicado correctamente, tomando en cuenta la época de aplicación, frecuencia de aplicación, dosis correcta o recomendada por casas comerciales, calibraciones en el equipo de aspersión, realizar muestreos previos para conocer la severidad en la que se encuentra la enfermedad (Anacafé 2015).

2.2.1.19 Fungicidas de contacto

Estos son utilizados principalmente para control preventivo, la mayoría son de origen botánico y son preparados artesanalmente, dando una capa protectora a las hojas en el envés de las hojas. Algunos de los fungicidas de contacto se presentan en el cuadro 2 (Anacafé 2015).

Cuadro 2. Fungicidas de contacto.

Nombre comercial	Modo de acción	Ingrediente activo	Dosis comercial/mz	Dosis/moc hila 16 L
Caldo viciosa	Contacto	Sulfato de cobre	2.00 kg	80 g
		Sulfato de zinc	2.4 kg	96 g
		Sulfato magnesio	1.6 kg	64 g
		Ácido bórico	1.6 kg	64 g
		Urea 46 %	1.6 kg	64 g
		Cal hidratada	2.00 kg	80 g
Caldo bordelés	Contacto	Sulfato de cobre	6 kg	220 g
		Cal hidratada	8 kg	320 g
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 cm ³ de la mezcla sulfocálcica
Óxicloruro de cobre	Contacto	Óxicloruro de cobre 50 % de cobre metálico	5.5 lbs	100 g
Hidróxido de cobre	Contacto	Cobre	4.0 L	73 g

Fuente: Anacafé, 2015.

A. Fungicidas sistémicos

Este tipo de fungicida son los que son capaces de penetrar la planta y moverse de forma translaminar, yendo del haz al envés de la hoja moviéndose por los tejidos de esta. Estos pertenecen al grupo de los triazoles los cuales bloquean las moléculas de la roya, algunos de ellos se muestran en el cuadro 3 (Anacafé 2015).

Cuadro 3. Fungicidas sistémicos.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de acción	Dosis comercial cm ³ /mz
Alto 10 SL	Cyproconazole	Triazol	Sistémico	280
Opus 12.5 SC	Epoxiconazole	Triazol	Sistémico	350
Esfera Max 53.5 SC	Cyproconazole	Triazol + Trifloxystrobin	Sistémico	175
Opera 18.3 SE	Epoxiconazole	Triazol + Estrobilurina	Sistémico	350
AS 30 EC	Triazol + Triadimefon	Triazol	Sistémico	500
Amistar Xtra 28 SC	Azoxystrobin + Cyproconazole	Azoxystrobin + Triazol	Sistémico	375
Caporal	Triadimenol	Triazol	Sistémico	500
Silvacur	Tebuconazole + Triadimenol	Triazol + Triazol	Sistémico	500

Fuente: (Anacafé, 2015).

2.2.1.20 Control biológico

Este es un tipo de control donde un ser vivo funciona como hiperparásito, es decir que un ser vivo lucha por sobrevivencia sobre otro ser vivo, en el caso de la roya se puede hacer utilización de varios microorganismos como *Bacillus subtilis*, *Verticillium hemileiae*, o *Trichoderma spp.*, principalmente para cultivos que llevan sellos de certificación de calidad, entre otros (Orozco 2015).

La utilización de fungicidas biológicos genera diferentes beneficios para el cultivo ya que la roya no genera resistencia como suele suceder en muchos casos con los fungicidas sistémicos. Otro beneficio es que al paso del tiempo y por la constante utilización no se ha encontrado que genere enfermedades a las personas encargadas de aplicar fungicidas en sus cultivos.

Además, para ciertos caficultores que se encuentran dentro de programas de certificación, es necesario que se encuentren dentro de las normas internacionales establecidas del uso de productos químicos (Norma RAS 2017).

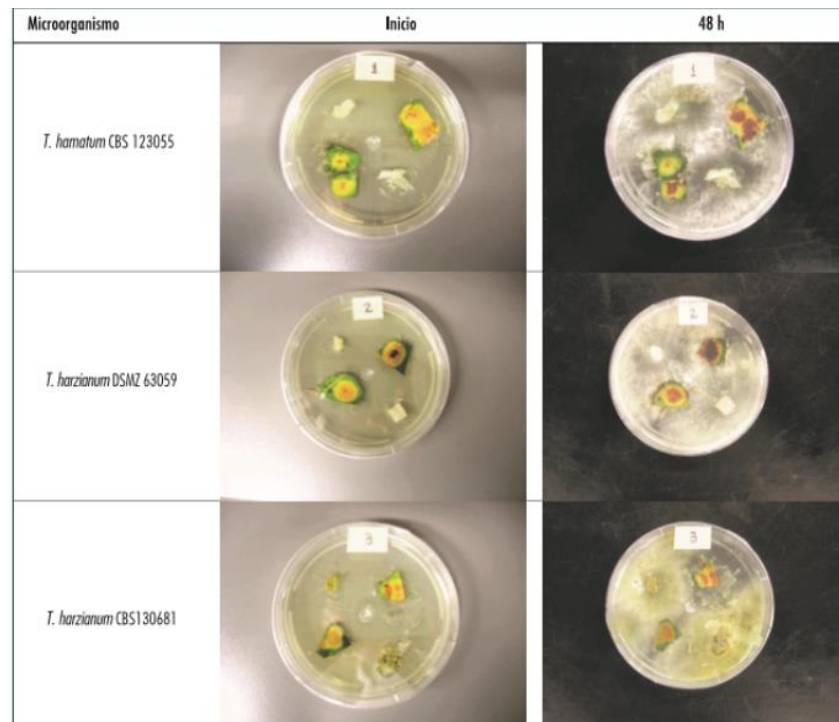
Para la utilización de fungicidas biológicos en campo y obtener óptimos resultados se deben de realizar ensayos previos en laboratorio.

2.2.1.21 Hiperparásito *Trichoderma* spp

Se han encontrado diferentes especies de *Trichoderma* en el suelo asociado a las raíces el cual ha funcionado como hiperparásito en otros hongos, el cual en la fase final este realiza una función de antibiótico natural creando lesiones en la pared celular del hongo causante de enfermedades en las plantas, penetrándolo y consumiendo los nutrientes de este (Rolz 2013).

Los modos de acción de *Trichoderma* spp., son tres, por microparasitismo donde por medio de contacto con el hongo patógeno y acción enzimática este penetra dentro del hongo patógeno por acción antagonista y provocando la degradación del otro; por antibiosis, produciendo compuestos orgánicos volátiles que impide que patógenos puedan existir o producirse por el ambiente; y por competencia, donde por espacio, nutrientes y/o por supervivencia es que este suele tener una facilidad para reproducirse y movilizarse, por lo tanto tiene facilidad de ganarle al patógeno que se presente junto a este (Castro y Rivillas 2014).

Rolz (2013) confrontó *Trichoderma* spp., con *Hemileia vastatrix*, en medio PDA, en la figura 4 puede observarse las tres especies de *Trichoderma* las cuales son: 1 – *T. hamatum* CBS 123055, 2 – *T. harzianum* DSMZ 63059, 3 – *T. harzianum* CBS130681, en el momento de colocación de ambos hongos y al paso de 48 h.



Fuente: Anacafé, 2015.

Figura 4. Especies de *Trichoderma* al inicio y al pasar 48 horas.

Al paso de seis días se realizó otra se hizo observación de las confrontaciones de los hongos, la cual se puede ver en la figura 5 (Rolz 2013).



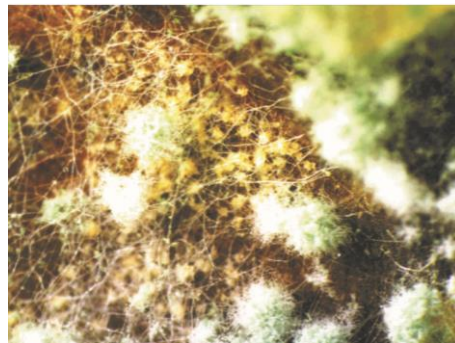
Fuente: Rolz, 2013.

Figura 5. Confrontaciones de especies al paso de seis días.

El parasitismo de *Trichoderma* es diferente al parasitismo clásico, el cual funciona por la competencia de nutrientes en la hoja, debido a que este es un hongo de tipo filamentoso por producción de antibióticos (Rolz 2013).

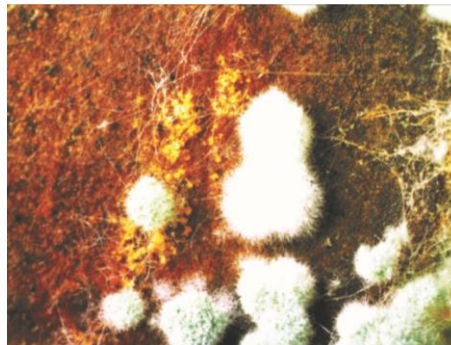
En las figuras 6, 7 y 8 se puede observar el antagonismo existente entre *Trichoderma* spp y *Hemileia vastatrix*, como resultado existe la invasión sobre *Hemileia vastatrix* por el micelio filamentoso de *Trichoderma*.

El efecto que produce en las diferentes especies y cepas puede ser diferente, sin embargo, en todas se tiene una respuesta favorable de antagonismo (Rolz 2013).



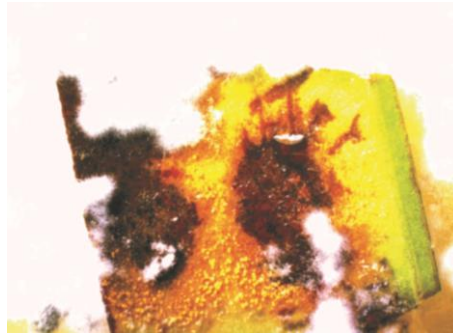
Fuente: Rolz, 2013.

Figura 6. *T. hamatum* CBS 123055.



Fuente: Rolz, 2013.

Figura 7. *T. harzianum* DSMZ 63059.



Fuente: Rolz, 2013.

Figura 8. *T. hazianum* CBS130681.

Por su parte, Guerra y Welchez (2013) realizaron un ensayo en campo en el departamento de Copan, Honduras, donde el café se encuentra a una altura de 900 m a 1,300 m s.n.m, precipitación de 1,759 mm a 1,950 mm anuales, y una temperatura promedio de 20 °C, y la variedad de café conocida como catuai amarillo.

Se utilizaron diferentes fungicidas biológicos, entre ellos *Trichoderma*. No se encontraron diferencias significativas entre ellos; sin embargo, las diferencias significativas se encontraron en base al testigo el cual se usa tradicionalmente, siendo este sulfato de cobre, por lo tanto, se concluyó que la utilización de este tipo de fungicidas biológicos si presenta diferencias significativas sobre otro tipo de control de la roya anaranjada del café.

2.2.1.22 Hiperparásito *Lecanicillium* spp

Este hongo tiene la capacidad de desarrollarse en organismos vivos o muertos, lo que hace con la roya es introducir su tubo germinativo dentro de las membranas celulares de este genera un extracto metabólico, inhibe la germinación de la uredospora, cambia su morfología y genera la muerte del hongo, funcionando como un hiperparásito (Roldán 2016).

Navas (2014) observó la aparición de micelio de coloración blanca sobre el patógeno *Hemileia vastatrix*. Se realizó un estudio de identificación en el cual presentó características del hongo conocido anteriormente como *Verticillium*, actualmente es reconocido como *Lecanicillium*.

Al tenerlo en observación se obtuvieron resultados de digestión de uredosporas de distintos tipos de royas, por lo que se reconoce a *Lecanicillium* como el responsable de segregar sustancias que penetran las paredes celulares de las uredosporas provocando la desintegración de la roya (Navas 2014).

Roldán (2016) en campo realizó un ensayo para confrontar *Lecanicillium lecanii* vs *Hemileia vastatrix* con diferentes dosis de *Lecanicillium lecanii*, en comparación con un fungicida sistémico y un testigo como se muestra en la figura 9 (Roldán 2016).

Tratamiento	Concentración	Dosis
<i>Lecanicillium lecanii</i>	1×10^7 esporas/mL	6.25×10^{12} esporas/ha
<i>Lecanicillium lecanii</i>	1×10^8 esporas/mL	6.25×10^{13} esporas/ha
<i>Lecanicillium lecanii</i>	1×10^9 esporas/mL	6.25×10^{14} esporas/ha
Pyraclostrobin Epoxiconazole	⁺ 133 g/L + 50 g/L	500 mL/ha
Testigo		

Fuente: Roldán, 2016.

Figura 9. Dosis de aplicaciones en campo.

Los muestreos en campo se realizaron a los 45 días de las aplicaciones donde los resultados que se obtuvieron no mostraron diferencias significativas entre las tres diferentes dosis de aplicación, reduciendo un 15 % a 17 % de incidencia, mientras que el fungicida sistémico logró reducir un 39 %, sin embargo, se recomienda que la consistencia de *Lecanicillium lecanii* sigue en campo, con lo cual se esperan mejoras, mientras que en el caso del fungicida sistémico deben de seguirse haciendo aplicaciones dadas las fechas recomendadas.

Por lo tanto, con la aplicación de *Lecanicillium lecani* se produce una menor incidencia de *Hemileia vastatrix*, por lo que se considera un hiperparásito funcional contra la roya (Roldán 2016).

Para efectos de aplicación del hongo *Lecanicillium lecanii* para combatir la roya en campo se puede observar a través de ensayos de incidencia donde se prueban diferentes tratamientos probando dosis de *Lecanicillium* en comparación de testigos, al realizar la utilización de este hongo puede observarse que se tiene diferencias significativas respecto a la incidencia muestreada en el testigo analizado.

Así como también se hacen comparaciones de los coadyuvantes para observar si este tiene algún efecto, sin embargo, el único efecto causado es por la utilización del hiperparásito *Lecanicillium*, el cual funciona de manera eficaz cuando se aplica previo a las épocas lluviosas. La forma en que este se manifiesta luego de la aplicación se muestra en la figura 10 (Vargas 2017).



Fuente: Vargas, 2017.

Figura 10. Lesión de roya parasitada por *Lecanicillium* spp.

2.2.1.23 Manejo integrado de la roya

Para la prevención de la roya debe de tenerse en cuenta los daños que puede llegar a causar en las poblaciones, conocer la epidemia y según las zonas donde se encuentre el cultivo la facilidad que tendrá esta de reproducirse.

Para un manejo integrado de la roya deben de tomarse en cuenta puntos importantes y requerimientos para la prevención de la enfermedad tales como la sombra del cultivo, los programas de nutrición, podas, las variedades a utilizar, realizar muestreos para determinar el porcentaje de infección o incidencia. Se deben de conocer los tipos de control para el manejo de la roya (Anacafé 2015).

2.2.1.24 Cuantificación de enfermedad

La incidencia se define como el número de hojas que se encuentra afectadas en la bandola por la plaga o enfermedad, la cual se expresa en porcentajes para la mejor interpretación para realizar análisis estadísticos.

Severidad es el porcentaje de área dañada por la enfermedad relativo al tamaño del hoja, fruto o área total que se esté evaluando (Comunicación personal Monterroso* 2019).

2.2.2 Marco referencial

2.2.2.1 Georreferenciación y límites

La investigación se realizó en la aldea Vista Hermosa, del municipio de Unión Cantinil, del departamento de Huehuetenango, Guatemala, como se muestra en la figura 11, que consta de las coordenadas de latitud $15^{\circ}35'55.16''$ Norte y longitud $91^{\circ}45'49.94''$ Oeste. La altitud en el área es de 1,500 m a 2,200 m s.n.m, el área de la aldea es de 1.55 km^2 , a una distancia de 11.15 km de la cabecera municipal conocida como cantón central. Con respecto a sus límites se encuentran los municipios de San Antonio Huista al Oeste, al Norte colinda con Concepción Huista, al Sur con San Pedro Necta y al Este con Todos Santos Cuchumatanes (SIM 2010).



Fuente: Google Earth, 2018.

Figura 11. Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.

2.2.2.2 Características climáticas

Las características climáticas predominantes en el área de estudio se presentan a continuación.

Bosque húmedo montano bajo subtropical templado.

Altitud de 1,500 m a 2,200 m s.n.m.

Precipitación pluvial anual de 1,000 mm a 2,000 mm.

Temperatura media anual de 15 °C a 20 °C.

Suelos: tierras calizas altas del norte.

Pendiente mayor al 20 %. (OPM 2007).

2.2.2.3 Caficultura Vista Hermosa del municipio Unión Cantinil, Huehuetenango

En la aldea de Vista Hermosa se encuentra ADESC (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”), presidida por el señor Dionicio del Valle, conformada por 72 socios activos.

La producción registrada es de 8,700 qq de café pergamino que son entregados a diferentes intermediarios exportadores como Exporcafé, S. A. y ACODIHUE.

2.2.2.4 Conocimiento local

De acuerdo con el sitio se tuvo comunicación personal con los habitantes del área quienes dieron referencias de calidad del sitio, entre las cuales se encuentra la pendiente, viento, lluvia, erosión y escorrentía.

Las referencias del sitio fueron proporcionadas por los caficultores del lugar, las cuales se presentan a continuación.

- Walfre del Valle: pendiente muy elevada, poca escorrentía, erosión promedio y vientos fuertes durante temporales.
- Neftalí del Valle: pendiente elevada, baja escorrentía, poca erosión y vientos fuertes según temporadas de lluvia o huracanes.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

- Comparar dos fungicidas químicos (Cyproconazole y Triadimenol) con dos fungicidas biológicos (*Trichoderma* sp., y *Lecanicillium* sp.) para el manejo de roya (*Hemileia vastatrix*), del café (*Coffea arabica*), aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la eficacia y eficiencia de los fungicidas químicos (Cyproconazole y Triadimenol).
2. Evaluar la eficacia y eficiencia de los fungicidas biológicos (*Trichoderma* sp., y *Lecanicillium* sp.).
3. Comparar la eficacia y eficiencia entre los fungicidas químicos (Cyproconazole y Triadimenol) y los biológicos (*Trichoderma* sp., y *Lecanicillium* sp.).
4. Determinar cuál es el mejor producto para el control de la roya en términos estadísticos.

2.4 HIPÓTESIS

En la aplicación de fungicidas para controlar *Hemileia vastatrix*, los biológicos tendrán la mejor eficacia y eficiencia en comparación de los fungicidas químicos, menores costos de adquisición y riesgos de aplicación.

2.5 METODOLOGÍA

El experimento se basó en el análisis de trabajos previos sobre la utilización de hiperparásitos como fungicidas, de los cuales se menciona a Rolz (2013), quién evidenció el antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* sobre *Hemileia vastatrix*, mientras Roldán (2016), evaluó el efecto hiperparásito de tres concentraciones de *Lecanicillium lecanii* sobre *Hemileia vastatrix* y Guerra & Welchez hicieron utilización de diferentes fungicidas biológicos a la comparación a fungicidas sistémicos, obteniendo óptimos resultados sobre la roya anaranjada del café, entre los fungicidas biológicos utilizados se encontraba *Trichoderma*.

Para la selección de la utilización de *Lecanicillium* se encontró que Vargas (2017), hizo uso de diferentes dosis de *Lecanicillium*, donde asegura que la utilización de este realiza un trabajo beneficioso para poder combatir la roya anaranjada del café sin necesidad de hacer utilización de coadyuvantes. Navas (2014), por observación encontró micelio de coloración blanca sobre la roya anaranjada del café, el cual estudió, obteniéndose por sus características a *Lecanicillium*, el cual se utilizó como hiperparásito sobre el patógeno de la roya, en donde se obtuvieron resultados favorables al observar que este provocaba la desintegración del patógeno.

2.5.1 Diseño experimental

En la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, *según referencias locales se obtienen condiciones topográficas y ambientales pronunciadas de pendiente alta y dirección del viento. Se estableció un diseño experimental cuadrado latino (DCL), el cual se constituyó de 4 tratamientos y 4 repeticiones para que éstas puedan bloquear las condiciones mencionadas.

2.5.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico es el diseño cuadrado latino para el análisis de la variable de respuesta es incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*), que se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + C_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, t \quad h = c = t$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, t$$

En donde:

Y_{ijk} = Valor observado correspondiente al k – ésimo tratamiento en la i -ésima fila con la j -ésima columna.

μ = Media general de la variable de respuesta.

F_i = Efecto de la i - ésima fila en la variable dependiente y mide la separación de la media $\mu_{i\dots}$ en relación con la media μ , esto es: $F_i = \mu_{i\dots} - \mu$; $\mu_{i\dots}$ = media poblacional de la i -ésima línea.

C_j = Efecto de la j - ésima columna en la variable dependiente y mide la separación de la media $\mu_{\dots j}$ en relación con la media μ , esto es: $C_j = \mu_{\dots j} - \mu$; $\mu_{\dots j}$ = media poblacional de la j -ésima columna.

τ_k = Efecto del k - ésimo tratamiento en la variable dependiente y mide la separación de la media $\mu_{\dots k}$ en relación con la media μ , esto es: $\tau_k = \mu_{\dots k} - \mu$; $\mu_{\dots k}$ = media poblacional del k -ésimo tratamiento.

ε_{ijk} = Error experimental asociado al valor observado Y_{ijk} .

2.5.3 Factor de estudio

Incidencia de *Hemileia vastatrix* como resultado a la aplicación de fungicidas químicos Cyproconazole y Triadimenol, en comparación de fungicidas biológicos *Trichoderma* spp y *Lecanicillium* spp, en plantas de café (*Coffea arabica*).

2.5.4 Hipótesis estadística

Ho: Todos los tratamientos tienen la misma eficacia y eficiencia en el manejo de la roya anaranjada del café.

Ha: Al menos uno de los fungicidas mostrará diferencia significativa del resto, en cuanto al control de la roya anaranjada del café

2.5.5 Unidad experimental

Las unidades experimentales fueron parcelas con plantas de café de cuatro años, de las variedades Típica, Caturra y Pache Rojo, la cuales son las tres susceptibles a la roya del café, ubicadas en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala, en condiciones climáticas y edáficas similares entre sí, mencionadas previamente.

Las unidades experimentales fueron de 5 plantas como parcela útil. Las unidades experimentales como parcela neta fueron de 21 plantas, como se muestra en la figura 13.

2.5.6 Descripción de tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron fungicidas sistémicos y biológicos aplicados a las unidades experimentales, descritos en el cuadro 4. Se utilizaron dos fungicidas sistémicos de ingredientes activos: Cyproconazole y Triadimenol. El número de repeticiones fue de 4, con 4 unidades experimentales por tratamiento con el diseño experimental de cuadrado latino (DCL).

Cuadro 4. Descripción de tratamientos y dosis de fungicidas químicos y biológicos.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis
T1	Cyproconazole	280 cm ³ /mz
T2	Triadimenol	350 cm ³ /mz
T3	<i>Trichoderma</i> spp	25 gr/mz
T4	<i>Lecanicillium</i> spp	25 gr/mz

Fuente: elaboración propia, 2018.

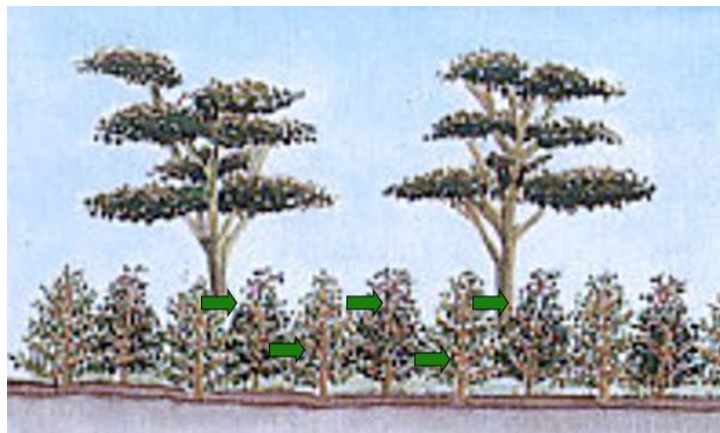
2.5.7 Variables de respuesta

La variable de respuesta se midió en el porcentaje de incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*) en bandolas (ramas) de plantas de café (Comunicación personal Monterroso* 2019).

2.5.8 Método de cuantificación de la roya

El método utilizado en el estudio fue desarrollado por Monterroso (2000) en trabajos desarrollados en Nicaragua para la cuantificación integrada de las plagas del café. En cada unidad experimental se seleccionaron las cinco plantas centrales. La lectura de incidencia se inició en la primera planta la bandola que se encuentra entre el medio y la copa, el segundo recuento en la segunda planta la bandola que se encuentra entre el medio y la parte baja, como se muestra en la figura 12, así hasta contar en las cinco plantas centrales, de la parcela útil.

Los datos se registraron en la hoja de campo que se muestra en el cuadro 10A. La incidencia se obtuvo de la siguiente forma: $\% \text{ incidencia} = (\text{número de hojas con roya en bandola} / \text{número de hojas en bandola}) * 100$.



Fuente: Monterroso, 2019.

Figura 12. Selección de bandolas en cada una de las 5 en plantas de café en la parcela útil.

2.5.9 Lecturas de variable

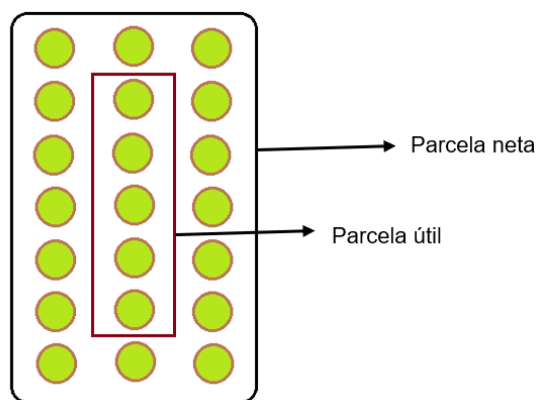
Las lecturas empezaron a tomarse varias semanas previas a realizarse la primera aplicación, así consecutivamente cada 2 semanas en las próximas 26 semanas.

La segunda aplicación se realizó cuando la incidencia muestreada llegó al 10 % en cualquiera de las parcelas de prueba (Comunicación personal Monterroso* 2019).

2.5.10 Arreglo espacial del experimento

Se realizaron 4 repeticiones, cada repetición estuvo conformada por 4 tratamientos, y cada tratamiento contó con 4 unidades experimentales. En la figura 13 se muestra el arreglo espacial.

El espacio para cada unidad experimental o parcela neta contó con 21 plantas y un área de 56 m², tomando en cuenta la fila del entorno, sin embargo, la parcela útil fue de 5 plantas.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 13. Ejemplo del arreglo espacial, por unidad experimental.

2.5.11 Medición de eficacia y eficiencia

La eficacia y eficiencia se estimó con la comparación cuantitativa de las medias de incidencia obtenidas en las lecturas basadas según el planteamiento de la hipótesis, donde esta refiere que en las aplicaciones de los productos biológicos se obtendría menor incidencia de roya en las plantas de café.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron al realizar la evaluación de los tratamientos para el control de la roya, y la discusión obtenida del análisis de estos. Las lecturas significativas de los muestreos se encuentran en el cuadro 5.

2.6.1 Eficacia y eficiencia de fungicidas químicos

Se realizaron lecturas cada 15 días durante 36 semanas en las cuatro repeticiones de los dos fungicidas químicos; siendo estos Cyproconazole y Triadimenol. Las lecturas de la incidencia obtenida se presentan en el cuadro 5. Donde se puede observar que para mantener bajo el control la roya se necesitó de dos aplicaciones, marcadas de color verde. La primera se realizó en inicios del mes de julio y la segunda aplicación se realizó a inicios de la tercera semana octubre. Los índices altos de roya se debieron a las épocas lluviosas las cuales provocaron que esta se diseminara con facilidad.

Cuadro 5. Porcentaje de incidencia de fungicidas químicos.

Fecha	Cyproconazole (%)	Triadimenol (%)
20/04/2018	2.01	1.67
04/05/2018	2.55	1.43
14/05/2018	2.08	1.46
28/05/2018	3.63	1.34
08/06/2018	3.18	1.81
22/06/2018	4.07	4.68
06/07/2018	14.95	11.37
20/07/2018	1.25	1.56
03/08/2018	0.00	0.00
17/08/2018	1.19	1.17
30/08/2018	1.55	1.55
14/09/2018	1.69	1.53
27/09/2018	9.22	9.48
15/10/2018	13.40	13.31
01/11/2018	1.98	2.40
15/11/2018	1.78	1.79
29/11/2018	4.66	4.81
14/12/2018	5.35	5.62
11/01/2019	4.78	4.50

En comparación entre los fungicidas químicos Cyproconazole y Triadimenol, no se encuentra alguna diferencia significativa, es decir, que entre estos no hay diferencias que den mejores resultados para combatir la roya, sino que funcionan de igual manera en las plantas de café, presentando en cuanto a promedios de los porcentajes de incidencia valores similares.

2.6.2 Eficacia y eficacia de fungicidas biológicos

Se realizaron lecturas cada 15 días durante 36 semanas en dos repeticiones de los dos fungicidas biológicos, siendo estos *Trichoderma* y *Lecanicillium*. Las lecturas de la incidencia obtenida se presentan en el cuadro 6, donde se puede observar que para mantener bajo el control de la roya fue suficiente de una aplicación la cual se realizó a inicios del mes de julio, según comunicación personal Monterroso* 2019. la aplicación es necesaria debido a que la incidencia fue mayor al 10 %.

Cuadro 6. Porcentaje de incidencia de fungicidas biológicos.

Fecha	<i>Trichoderma</i> (%)	<i>Lecanicillium</i> (%)
20/04/2018	2.17	2.17
04/05/2018	2.18	2.17
14/05/2018	2.17	1.46
28/05/2018	2.77	2.05
08/06/2018	2.71	4.13
22/06/2018	4.61	2.88
06/07/2018	10.21	11.02
20/07/2018	0.00	0.00
03/08/2018	0.00	0.00
17/08/2018	0.00	1.31
30/08/2018	0.00	1.82
14/09/2018	0.00	1.45
27/09/2018	0.00	2.70
15/10/2018	0.00	2.70
01/11/2018	0.00	0.00
15/11/2018	0.86	2.64
29/11/2018	1.59	2.95
14/12/2018	1.99	3.24
11/01/2019	1.74	2.80

Debido a la comparación de los promedios de porcentajes de incidencia puede observarse que entre productos biológicos no hubo mayor diferencia significativa entre ellos, sin embargo, *Trichoderma* mantiene durante meses la incidencia en 0, mientras que *Lecanicillium* presenta porcentajes de incidencias bajos únicamente.

2.6.3 Comparación de eficacia y eficiencia entre fungicidas químicos y biológicos

Con la obtención de las medias totales de los porcentajes de incidencia se pudo obtener que para que surtiera efecto los fungicidas químicos se necesitó de dos aplicaciones las cuales se muestran de color verde en el cuadro 5, sin embargo, para los fungicidas biológicos se necesitó únicamente de una aplicación, esto se pone a comparación en el cuadro 6.

Los porcentajes de incidencia son menores luego de la primera aplicación en los fungicidas biológicos que en los fungicidas químicos, estos porcentajes bajos de incidencia en los fungicidas biológicos permanecen constantes, sin embargo, en los fungicidas químicos fue necesaria una segunda aplicación al paso del tiempo, la cual se muestra en coloración verde en el cuadro 7, de acuerdo con Monterroso (2019), se estima necesario el aumento del 10 % indicador para realizar aplicaciones.

El aumento de la incidencia en la primer y segunda aplicación, en el caso de los fungicidas químicos, se debió a las lluvias que se presentaron, provocando el drástico aumento de la roya.

Vargas (2017), recomienda en el caso de los fungicidas biológicos que las aplicaciones deben de realizarse previo a las lluvias para que no existan esta clase de elevaciones drásticas de incidencia de roya, evitando la alta diseminación de esta.

Cuadro 7. Comparación de eficacia y eficiencia entre fungicidas químicos y biológicos.

Fecha	Cyproconazole (%)	Triadimenol (%)	<i>Trichoderma</i> (%)	<i>Lecanicillium</i> (%)
20/04/2018	2.01	1.67	2.17	2.17
04/05/2018	2.55	1.43	2.18	2.17
14/05/2018	2.08	1.46	2.17	1.46
28/05/2018	3.63	1.34	2.77	2.05
08/06/2018	3.18	1.81	2.71	4.13
22/06/2018	4.07	4.68	4.61	2.88
06/07/2018	14.95	11.37	10.21	11.02
20/07/2018	1.25	1.56	0.00	0.00
03/08/2018	0.00	0.00	0.00	0.00
17/08/2018	1.19	1.17	0.00	1.31
30/08/2018	1.55	1.55	0.00	1.82
14/09/2018	1.69	1.53	0.00	1.45
27/09/2018	9.22	9.48	0.00	2.70
15/10/2018	13.40	13.31	0.00	2.70
01/11/2018	1.98	2.40	0.00	0.00
15/11/2018	1.78	1.79	0.86	2.64
29/11/2018	4.66	4.81	1.59	2.95
14/12/2018	5.35	5.62	1.99	3.24
11/01/2019	4.78	4.50	1.74	2.80

En las aplicaciones de los fungicidas biológicos *Lecanicillium* y *Trichoderma* los porcentajes de incidencia bajaron de 10.21 % y 11.02 % a cero, debido a la aplicación de estos, realizando un control total de la roya. La incidencia con la aplicación de químicos no pudo mantenerse baja por mucho tiempo, debido a que, ante estos, como se mencionó anteriormente, el hongo de la roya ha generado resistencia a este tipo de fungicidas debido a que la utilización es constante e incorrecta.

2.6.4 Comparación de dos fungicidas químicos (Cyproconazole y triadimenol) y dos biológicos (*Trichoderma* y *Lecanicillium*)

La comparación de los fungicidas químicos (Cyproconazole y Triadimenol) y biológicos (*Trichoderma* y *Lecanicillium*), se hizo mediante la aplicación de estos, realizando lecturas de incidencia cada 15 días por un tiempo estimado de 36 semanas para conocer el comportamiento de la incidencia de la roya según la capacidad del fungicida para combatir o realizar su función de hiperparásito con el patógeno de la roya.

El comportamiento de los cuatro diferentes fungicidas se puede visualizar en la figura 14, que se presenta a continuación, donde las aplicaciones realizadas están señaladas de color rojo los fungicidas químicos y color azul los fungicidas biológicos.

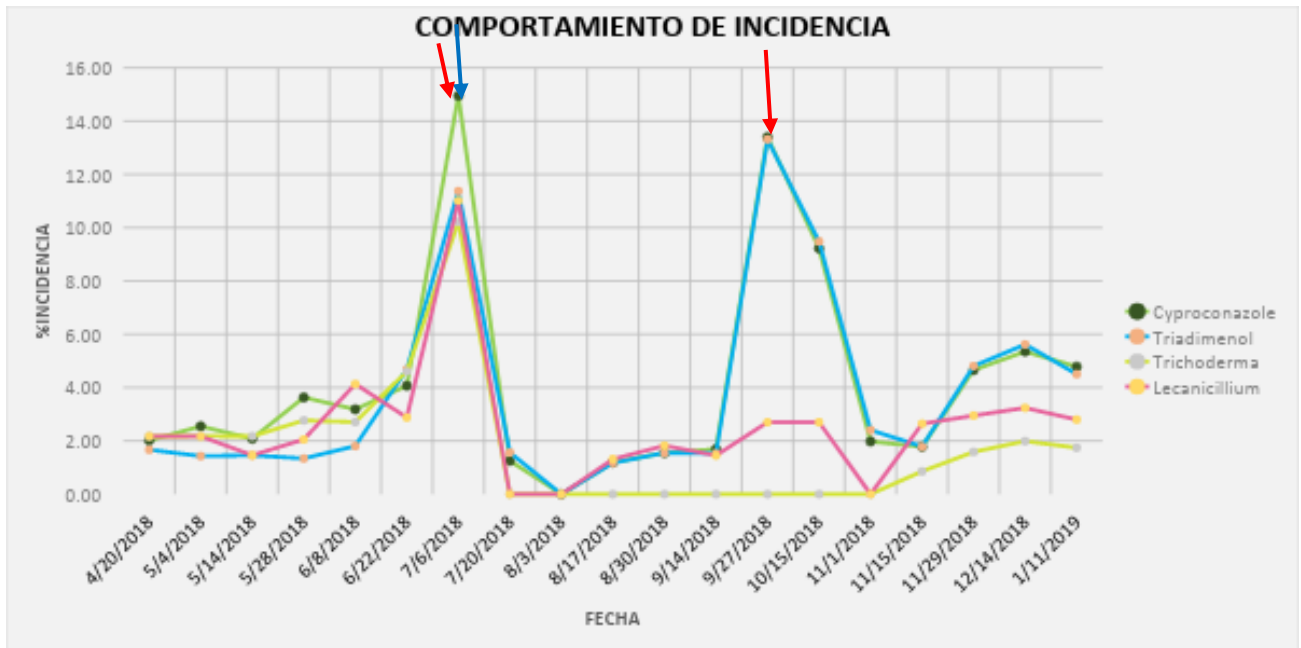


Figura 14. Comportamiento de incidencia.

Luego de la primer aplicación de los cuatro fungicidas los porcentajes de incidencia disminuyeron porque la aplicación de estos fungicidas lograron combatir a la roya, sin embargo, al paso del tiempo nuevamente fueron elevándose en el caso de las aplicaciones de los fungicidas químicos, debido a la resistencia de la roya o adaptabilidad de la misma ante el funcionamiento de los ingredientes activos Cyproconazole y Triadimenol, por lo que fue necesario una segunda aplicación cuando los porcentajes de incidencia nuevamente fueron mayores al 10 % como se mencionó anteriormente.

Junto con la resistencia que la roya ha generado a estos ingredientes activos se encuentran las condiciones climáticas, que al ser variadas provoca que la incidencia se presente drásticamente, sin embargo, en el caso de los biológicos quedan residuos de estos en las cicatrices de donde se encontraba anteriormente roya y donde fue combatido como se muestra en figura 15.



Figura 15. *Lecanicillium* y *Trichoderma* en control de la roya.

En la figura 15 puede observarse claramente el funcionamiento de los hongos *Lecanicillium* y *Trichoderma* como hiperparásitos de la roya anaranjada del café, alrededor de la roya y en las cicatrices del daño causado se puede observar micelio blanco como sucedió en la investigación de Navas (2014). Los hongos sobreviven gracias a la roya, luego de alimentarse de esta, permanecen en la planta sin causarle daño alguno, lo que no permite que la roya pueda presentarse nuevamente con facilidad, contrario al caso de los fungicidas químicos donde la roya ya ha creado resistencia a los ingredientes activos.

2.6.5 Determinación del mejor producto según términos estadísticos

2.6.5.1 Términos estadísticos

El diseño estadístico utilizado es cuadrado latino (DCL), se realizaron varios análisis estadísticos debido a que existen diferentes puntos estratégicos como previo a las aplicaciones, durante las aplicaciones de los fungicidas donde aún se encuentran regularmente similares en porcentaje de incidencia no presentará alguna diferencia significativa. Por lo tanto, se realiza un análisis estadístico en la primera lectura luego de la aplicación para conocer la reacción que tuvieron estos, el cual se observa en el cuadro 8, como ejemplo de los diferentes análisis donde la mayoría presentó el tipo de varianza y sin diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 8. Análisis estadístico cuadrado latino, luego de la primera aplicación de fungicidas químicos y biológicos.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Incidencia (%)	16	0.38	0	255.31	
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	11.82	9	1.31	0.41	0.8909
Fila	1.86	3	0.62	0.19	0.8982
Columna	1.86	3	0.62	0.19	0.8982
Tratamiento	8.11	3	2.7	0.84	0.5204
Error	19.34	6	3.22		
Total	31.15	15			

Se observa en el cuadro 8 que no existe diferencia significativa entre los fungicidas químicos y biológicos, así como en los demás análisis donde los porcentajes de incidencia son similares como se observa en el cuadro 5.

Por lo cual se procede a realizar un nuevo análisis estadístico previo a realizar la segunda aplicación para los tratamientos con fungicidas químicos, el cual se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis estadístico cuadrado latino, previo a segunda aplicación de fungicidas químicos.

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Incidencia (%)	16	0.98	0.95	17.83	
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	279.92	9	31.1	34.15	0.0002
Fila	3.74	3	1.25	1.37	0.339
Columna	5.44	3	1.81	1.99	0.2168
Tratamiento	270.74	3	90.25	99.1	<0.0001
Error	5.46	6	0.91		
Total	285.39	15			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.33590					
Error: 0.9107 gl: 6					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3 – <i>Trichoderma</i>	0	4	0.48	A	
T4 – <i>Lecanicillium</i>	2.7	4	0.48		B
T1 – Cyproconazole	9.22	4	0.48		C
T2 – Triadimenol	9.48	4	0.48		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Se observa en el cuadro 9 que se presenta una diferencia significativa en la comparación de los tratamientos en p-valor, lo cual indica que debe de realizarse un análisis o comparación de Tukey para conocer cuál es el mejor de estos tratamientos, observando las categorías con la letra mayúsculas A, B, C y D, siendo colocadas de manera ascendente, es decir que la primer categoría presentó menor incidencia y la última categoría es la que mayor porcentaje de incidencia de roya presentó.

Por lo tanto, realizando un análisis estadístico se puede determinar al tratamiento 3 siendo *Trichoderma*, como mejor fungicida, luego el tratamiento 4 siendo *Lecanicillium*, después el tratamiento 1 siendo Cyproconazole y por último el tratamiento 2, siendo Triadimenol debido al porcentaje de incidencia menor que presentó en las lecturas previo a la segunda aplicación de los fungicidas químicas.

Este punto se toma como el más importante en la investigación debido a que es donde se tomó la decisión para realizar la segunda aplicación de fungicidas, por lo cual el realizar la segunda aplicación de químicos queda demostrado que los fungicidas biológicos ayudan a que la incidencia de la roya se mantenga baja o nula.

El mejor fungicida biológico fue *Trichoderma*, debido a que este presentó menores porcentajes que *Lecanicillium*, esto se debió a la adaptabilidad del hongo hiperparásito al área de aplicación en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil.

2.7 CONCLUSIONES

1. Se acepta la hipótesis de trabajo, los fungicidas biológicos produjeron porcentajes menores de incidencia que los fungicidas químicos.
2. El porcentaje de incidencia entre los fungicidas químicos es del no tiene mucha variación entre Cyproconazole y Triadimenol siendo 11.37 % y 13.31 % respectivamente, sin embargo, debido a la eficacia del producto se considera que Cyproconazole es un mejor ingrediente activo en comparación con Triadimenol en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.
3. La incidencia tiene similitud entre los fungicidas biológicos, sin embargo, debido a la eficacia del ingrediente activo, funcionó de mejor manera *Trichoderma* que *Lecanicillium*, en la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala.
4. Según la eficacia accionaron con similitud los fungicidas químicos y biológicos debido al porcentaje de incidencia que combatieron, en cuanto a eficiencia funcionaron de mejor manera los fungicidas biológicos debido que en la utilización de estos no se necesitó de una segunda aplicación sino bastó con una sola.
5. En términos estadísticos se obtiene que los fungicidas biológicos realizaron un mejor trabajo para con la roya anaranjada del café, que los fungicidas biológicos, dando prioridad al fungicida biológico a base de *Trichoderma*.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Los fungicidas biológicos presentaron las mejores respuestas para el manejo de la roya siendo evaluados aisladamente, lo que da indicio para realizar una evaluación del comportamiento de ambos fungicidas biológicos combinados, y/o realizando dos aplicaciones de los fungicidas en el ciclo productivo de la planta.
2. Realizar aplicaciones de prevención al inicio de la epidemia y al final de ésta, para poder eliminar los inóculos de la enfermedad, así como también podría incrementar beneficios al eliminar los residuos de la enfermedad.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1999. Fitopatología. 2 ed. México, Limusa. 838 p.
2. Anacafé (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2015. Manejo integrado de la roya (*Hemileia vastatrix*, Berk. et Br.). Guatemala. Consultado 22 mar. 2018. http://anacafe.org/glifos/images/4/4f/Manejo_Integrado_de_la_Roya2.pdf.
3. Cabral, E. 2013. Hongos, diversidad vegetal. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Consultado 18 mar. 2018. <http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/Estudio%20HONGOS.pdf>
4. Campbell, NA; Mitchell, LG; Reece, JB. 2001. Biología: Conceptos y relaciones. 3 ed. México, Pearson Educación. 365 p.
5. Castro, A; Rivillas, A. 2014. *Trichoderma* spp. modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café. Colombia, Cenicafe. Consultado 7 mar. 2019. https://www.cenicafe.org/es/publications/Boletin_38_FINAL2014.pdf
6. Cuervo, Y; Espadas, M; Zita, G. 2015. Fitopatología. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Consultado 22 mar. 2018. http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/Fitopatologia.pdf
7. Google Earth. 2018. Vista Hermosa, Guatemala. USA. <https://www.google.com.gt/maps/place/Vista+Hermosa/@15.5998919,91.7702416,3970m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x858c521ab1482725:0x76712466d670c8b7!8m2!3d15.6019838!4d-91.7611838>
8. Guerra, J; Welchez, J. 2013. Evaluación de la efectividad de cuatro fungicidas biológicos en el control del hongo de la roya de café *Hemileia vastatrix*. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Consultado 18 mar. 2018. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1758/1/CPA-2013042.pdf>
9. Holt, JR; Iudica, AC. 2016. Diversity of life. Consultado 16 mar. 2018. Disponible en <http://comenius.susqu.edu/biol/202/taxa.htm>.
10. Kirk, PM; Cannon, JC; Stalpers, JA. 2008. The fungi. In Ainsworth & Bisbys. Dictionary of the fungi. Great Britain, CAB. 771 p.
11. López, R. 2006. Caracterización de tres variedades de café (*Coffea arabica*), en tres zonas ecológicas del país. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Consultado 17 mar. 2018. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02455.pdf>

12. Monterroso Salvatierra, D. 2018. Incidencia de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) (entrevista). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área Integrada.
13. _____. 2019. Método integrado para estimar la magnitud de las plagas más importantes del sistema del café. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Área Integrada. 14 p. (en prensa).
14. Monterroso, D; Mendoza, G; Monterrey, J. 2000. Recuento integral de plagas en el sistema café. In APS-Caribbean Division Meeting y Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria. San José las Lajas, La Habana, Cuba, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (SISA) / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 11-15.
15. Navas, I. 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, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Consultado 13 mar. 2019. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2866/1/IVAN%20ALBERTO%20NAVAS%20GARCIA.pdf>
16. Norma RAS, Argentina. 2017. Norma para la agricultura sostenible. Argentina, Red de Agricultura Sostenible. Disponible en: www.san.ag
17. OMP (Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala). 2007. Caracterización del municipio Unión Cantinil del departamento de Huehuetenango. Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala. 25 p. Sin publicar.
18. Orozco, E. 2015. Manejo agroecológico de la roya de café. Italia, FAO. Consultado 22 mar. 2018. <http://www.fao.org/3/a-i5137s.pdf>
19. Roldán, E. 2016. Evaluación del efecto hiperparásito de tres concentraciones de *Lecanicillium lecanii* sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Consultado 23 mar. 2018. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5886/1/CPA-2016T084.pdf>
20. Rolz, C. 2013. Evidencia de un antagonismo *in vitro* de especies de *Trichoderma* contra *Hemileia vastatrix* (roya del café). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. Consultado 23 mar. 2018. http://uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero25/8_evidencia%20de%20un.pdf
21. SIM (Servicio de Información Municipal, Guatemala). 2010. Ubicación del municipio Unión Cantinil. Guatemala, InforPressCA. Consultado 23 mar. 2018. <http://www.inforpressca.com/unioncantinil/ubicacion.php>

22. UNNE (Universidad Nacional del Nordeste, Argentina). 2014. Guía de consulta botánica II. Argentina, UNNE, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Consultado 22 feb. 2014. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/Caracter%EDsticas%20Magnoliidae.pdf>
23. Vargas, D. 2017. Efecto de la aplicación de *Lecanicillium lecanii* sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*). Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía. Consultado 13 mar. 2019. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3432/1/40419.pdf>

 Rolando Barrios

2.10 APÉNDICE

Cuadro 10A. Hoja de recolección de datos en campo.

REPETICIÓN 1		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Total de hojas	Media
Tratamiento 1	Hojas con roya							
	Hojas por bandola							
	Incidencia (%)							
Tratamiento 2	Hojas con roya							
	Hojas por bandola							
	Incidencia (%)							
Tratamiento 3	Hojas con roya							
	Hojas por bandola							
	Incidencia (%)							
Tratamiento 4	Hojas con roya							
	Hojas por bandola							
	Incidencia (%)							
							Media total	

Fuente: elaboración propia, 2018.



CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN
CANTINIL Y EN LA ALDEA EL COYEGUAL, SAN ANTONIO HUISTA,
HUEHUETENANGO, GUATEMALA. C.A.**

GUATEMALA, MAYO DE 2021

3.1 ANTECEDENTES

La producción de café en Guatemala es una de las principales actividades que generan un ingreso para la sostenibilidad de las familias productoras de dicho cultivo. Para obtener un valor agregado a éste, los caficultores dan un cuidado especial a su cultivo para que puedan ser beneficiados a través de entidades como Rainfores Alliance, quienes se encargan de velar por una producción sana y sin generar contaminación al ambiente.

Es a través de Rainforest Alliance que los caficultores pueden ser parte de programas como AAA Sustainable-Quality-Program por de Nespresso™, quienes dan el valor agregado por la sostenibilidad, calidad y trazabilidad que se tiene en el proceso de producción hasta la comercialización del café.

En este tipo de entidades y programas se les da a los caficultores seguimientos en el proceso de producción hasta la comercialización para poder certificarlos como un producto de calidad, así también se evalúa constantemente a los productores para conocer que los procesos y requerimientos se cumplan como las normas establecen.

A través de Rainforest Alliance es que se da el conocimiento a la Red de Agricultura Sostenible. La Norma RAS establece diferentes criterios de los cuales se da desde grandes a pequeños agricultores o asociaciones formada por pequeños caficultores, donde cada uno tiene que cumplir los requerimientos establecidos si desea ser partícipe de este programa y obtener el valor agregado dado, el cual se le otorga dando un precio mayor y premios sociales, así como también se les da oportunidad de participar en otros programas derivados de las mismas entidades.

En la aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, se encuentra la Asociación de Desarrollo Económico y Social de los Chujes -ADESC- la cual cuenta con el sello de Rainfores Alliance, lo que hace que a los productores miembros de ella se les da el seguimiento necesario para que puedan permanecer en este programa y gocen de los beneficios de pertenecer a estos grupos mencionados.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Apoyar con servicios profesionales al departamento de desarrollo e investigación de la Asociación de Desarrollo Económico Social “Los Chujes” (ADESC) y en la Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco (ADIRSEC), en las actividades requeridas según las distintas necesidades en las áreas productivas del lugar.

3.3 SERVICIOS PRESTADOS

3.3.1 Certificación de socios a la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes y de la Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco

3.3.1.1 Objetivos

- Establecer nuevos productores certificados por Rainforest Alliance, en ADESC y ADIRSEC.

3.3.1.2 Metodología

- Realizar un reconocimiento del área productiva del productor de café para determinar si esta se encuentra en condiciones óptimas para establecer una certificación, realizando un levantamiento topográfico, así como el reconocimiento de un área productiva óptima.
- Conocer el área del beneficio húmedo del productor y verificar que la infraestructura se encuentre en buenas y aptas condiciones, así mismo que se observe que se da un uso correcto al lugar para el proceso del café lavado.
- Se realiza una serie de preguntas al caficultor para conocer el manejo del cultivo del café, conjunto con un manual dado por Rainforest Alliance, el cual está basado en la Normativa RAS (Red de Agricultura Sostenible).
- Se procede a realizar la verificación de la información obtenida con el caficultor, así como también se realiza un archivo para cada miembro nuevo de la asociación y se realizan procedimientos para el cálculo de producción y que este productor pueda entregar su café certificado según su capacidad de rendimiento.

3.3.1.3 Resultados

Los productores de café solicitan pertenecer a ADESC y ADIRSEC, los cuales transmiten las solicitudes para poder realizar los recorridos en las áreas productivas que poseen, se procede a realizar los recorridos en las parcelas junto con ellos para establecer el área de producción disponible para poder entregar su café en el Nespresso™, con la utilización de aplicaciones especializadas para obtener la ubicación del lugar, como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Georreferenciación de parcelas productivas de algunos productores de ADESC.

Se realizó un recorrido por las instalaciones e infraestructura de los productores que se deseaban certificar, verificando que se les dé un apropiado uso, así como en condiciones aptas para el proceso del beneficio húmedo que se le da al café lavado como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Instalaciones de beneficio de los nuevos socios productores de café de ADESC.

Juntamente con el productor se procede a llenar los requisitos escritos para poder certificarse, junto con el expediente necesario conteniendo la solicitud y acuerdos para poder certificarse cada año en el programa de Sostenibilidad por medio de Rainforest Alliance, como se muestra en la figura 18 y 19.

INFORME DE INSPECCIÓN INTERNA

POR
EXPORTCAFÉ S.A.

AUDITOR: Andrés Morales

LUGAR Y FECHA: San Francisco, Duque Central, Honduras

Nombre del productor	Código	Fecha de Inspección interna
<u>Orlando Escobar</u>	<u>202</u>	<u>15/08/2018</u>
Nombre de la Finca:	<u>San Francisco</u>	
Epoca de inspección interna:	<u>Pre</u>	
Otras observaciones:		

Departamento de Sostenibilidad Exportcafé S.A.

Figura 18. Informe de inspección interna, formato de Exportcafé como requisito para ser socio en ADESC.

CONVENIO DE CERTIFICACIÓN RAINFREST ALLIANCE

Entre: ADESC y Orlando Escobar

Ubicados en: San Francisco, Duque Central, Honduras

Que comprometen a cumplir con las siguientes condiciones:

CLÁUSULA 1. RESPONSABILIDADES DEL PRODUCTOR/FINCA

1.1. OBJETIVO DEL CONVENIO

El presente convenio tiene como objetivo establecer las condiciones para la producción sostenible.

1.2. Adecuar y cumplir las condiciones que la organización establece en caso de inspección o cumplimiento de las normas de RAINFREST ALLIANCE y de los requerimientos de la organización.

1.3. Cumplir y cumplir el plan de producción, así como, mantener su productividad.

1.4. Proporcionar toda la información que el inspector interno y la certificación audite y tenerla presente al momento de toda la inspección de la finca.

1.5. Informar oportunamente al responsable del Sistema de control interno sobre cualquier cambio en el sistema de producción.

1.6. Mantener a los miembros de la organización informados por la organización.

1.7. El presente convenio se firmará en la organización y a nombre del Sistema de control interno.

1.8. No comprometer a terceros sobre los compromisos establecidos y no interferirlos con los compromisos de la finca.

CLÁUSULA 2. RESPONSABILIDADES DE LA ORGANIZACIÓN

2.1. Respetar el Sistema de control interno y proporcionar los recursos necesarios para realizar las inspecciones internas de evaluación del cumplimiento de las normas de certificación de RAINFREST ALLIANCE.

2.2. Capacitar al personal de la producción sostenible y de la documentación de la finca.

2.3. Asesorar al personal técnico y técnico que pueda surgir en la implementación de la certificación sostenible.

2.4. Organizar el apoyo y la verificación de la producción sostenible programada en común acuerdo con el productor.

2.5. Mantener la trazabilidad del producto certificado en el menor tiempo posible y de acuerdo a la finca.

CLÁUSULA 3. DURACIÓN DEL CONTRATO

Dicho convenio será válido por un periodo de 12 meses a partir de la fecha de firma o posterior.

Lugar y fecha: San Francisco, Duque Central, Honduras

Orlando Escobar
Representante de la Finca

Andrés Morales
Representante de la Finca

Departamento de Sostenibilidad Exportcafé S.A.

Figura 19. Formato de convenio firmado por socio nuevo (izquierda) y las mejoras que necesita hacer (derecha) de ADESC.

Se encontraban hasta el momento 72 productores asociados en ADESC, sin embargo, los nuevos aspirantes a ser socios fueron seis en ADESC, a los cuales tres se les logró asignar un código de entrega, mientras que los otros tres se quedaron en solicitud de la asociación, dependiendo de la calidad de café y otros requisitos internos.

En ADIRSEC se encontraban hasta el momento 40 productores asociados, los nuevos aspirantes a ser socios fueron dos, a los cuales se les logró asignar código de entrega de café para el próximo año productivo.

Los ejemplos de los socios de ADIRSEC se pueden observar en las figuras 25A, 26A y 27A.

3.3.2 Levantamiento de polígonos de parcelas productivas

3.3.2.1 Objetivo

- Realizar el levantamiento de polígonos de las parcelas productivas de los socios de la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.

3.3.2.2 Metodología

- Establecer junto con el productor las parcelas que tiene establecidas para entregar el café en pergamino en la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.
- Hacer el recorrido correspondiente en cada una de las parcelas establecidas para conocer los puntos y poder juntamente realizar el levantamiento de los polígonos lo más exactos posibles.
- Realizar los polígonos de cada una de las parcelas estableciéndolos en programas especializados.
- Determinar según el área que cada uno de los productores tiene según lo dado en los polígonos.
- Calcular la capacidad que cada uno de los productores tiene de producción de café, según el área determinada.

3.3.3 Resultados y discusión

Los socios pertenecientes a la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC-, y la Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-deben de declarar el área que se tiene para que se les pueda indicar la cantidad de café pergamino puedan entregar.

La medida utilizada es de cuerdas equivalente a 22.83 m²: La cantidad aproximada producida por cuerda es de 12 qq de café maduro, la cual se divide en 4.5 para que se pueda obtener la cantidad en quintales pergamino que tienen capacidad de producir los caficultores, esto se realiza por cada productor como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Coordenadas, área de producción y capacidad de producción de café de ADESC.

ADE17	Polígono 1	Polígono 2	Polígono 3	Polígono 4	Polígono 5	Polígono 6	Polígono 7	Total	qq/cer eza	qq/perga mino
Área (ha)	0.175	0.657	0.219	0.438	0.438	0.788	0.525	3.24	887.63 04	197.2512
Área (cda)	3.99525	14.99931	4.99977	9.99954	9.99954	17.99004	11.98575	73.96 92		
Coorden adas	15.613, - 91.774	15.610, - 91.769	15.611, - 91.767	15.611, - 91.766	15.605, - 91.763	15.599, - 91.765	15.597, - 91.763			
	15.613, - 91.775	15.610, - 91.769	15.610, - 91.767	15.610, - 91.766	15.605, - 91.763	15.600, - 91.765	15.598, - 91.763			
	15.613, - 91.775	15.610, - 91.769	15.610, - 91.767	15.609, - 91.766	15.604, - 91.764	15.601, - 91.765	15.598, - 91.762			
	15.613, - 91.774	15.610, - 91.769	15.611, - 91.767	15.609, - 91.766	15.604, - 91.764	15.599, - 91.766	15.597, - 91.763			

En el cuadro 11 se muestran la cantidad de polígonos del productor Froilán del Valle con código de asociado ADE17, con 7 parcelas productivas, y un total de 73.96 cuerdas, de las cuales puede producir 887.63 quintales de café maduro, y 197.25 quintales pergamino.

En las figuras 20, 21, 22 y 23 se visualizan los polígonos elaborados al realizar los recorridos por los linderos y parcelas del productor que se ha tomado para demostración, ya que a la fecha en que se realizó este trabajo se encontraban 72 productores asociados en ADESC, con código para entrega de café, mientras que los nuevos productores fueron 6, a los cuales también se les recopiló la información de las parcelas que tenían disponibles para poder producir y entregar café pergamino.

En la fecha de realización se encontraban 40 productores asociados en ADIRSEC con código para entrega de café, mientras que los nuevos productores fueron 2, a los cuales también se les recopiló la información de las parcelas que tenían disponibles para poder producir y entregar café pergamino.

Aunque el código de productores en ADESC se encuentra en el número 102, los productores activos son 75, contando los tres nuevos socios, debido a que algunos productores tienen inconsistencias debido a los años sin producción o problemas personales.

En ADIRSEC el número de registro se encuentra en el número 61, los productores activos son 42, contando los dos nuevos socios, debido a que algunos productores tienen inconsistencias debido a los años sin producción u otro tipo de problemas.

En el cuadro 12A se muestra el ejemplo de uno de los productores de ADIRSEC, el área de producción, su capacidad de producción de café en cereza y la cantidad de café en pergamino que tiene capacidad de entregar con el código ADIRS07, perteneciente al socio Nicolás Velásquez.



Figura 20. Polígono 1 y 2 del productor ADE17 – Froilán del Valle.



Figura 21. Polígonos 3 y 4 del productor ADE17 – Froilán del Valle



Figura 22. Polígonos 5 y 6 del productor ADE17 – Froilán del Valle



Figura 23. Polígonos 7 del productor ADE17 – Froilán del Valle

3.3.4 Capacitaciones de Normativa de Red de Agricultura Sostenible del sello de Rainforest Alliance

3.3.4.1 Objetivo

- Dar a conocer los criterios establecidos en la Red de Agricultura Sostenible para conservar el sello de Rainforest Alliance en la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.

3.3.4.2 Metodología

- Recopilar los criterios críticos y de mejora continua para los pequeños productores de la Red de Agricultura Sostenible aprobada por Rainforest Alliance.
- Realizar una convocatoria para poder realizar la exposición de los criterios correspondientes a pequeños productores.
- Elaborar y realizar una presentación con la mayor cantidad de asociados de la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.

3.3.4.3 Resultados y discusión

Se realizó la convocatoria en ADESC con anticipación de dos semanas para que la asistencia de los socios fuera la mayor posible, donde de 72 asociados lograron llegar 55. Es decir que el porcentaje de asistencia fue del 76 %.

Se realizó la convocatoria en ADIRSEC con anticipación de una semana y media para que la asistencia de los socios fuera la mayor posible, donde de 42 asociados lograron llegar 34. Es decir que el porcentaje de asistencia fue del 80 %.

Los temas por exponer fueron varios, se dio a conocer la diferencia de los criterios existentes, los de situación crítica, que si estos no se cumplen no pueden encontrarse dentro del programa y los de mejora continua que son de mayor beneficio para los mismos asociados. En los cuales se dio del debido enfoque a cada uno de los temas.

Entre los temas de los criterios críticos se encuentra el de conservación de los suelos y el cuidado del uso de agroquímicos, el uso indebido de algunos productos como los herbicidas, la protección del recurso humano en el momento de las aplicaciones, los desechos y el manejo de estos.

Como bien se indica, se realizó una exposición en la cual en el transcurso de esta los socios pudieron ir dando a conocer sus dudas, así como también se iban resolviendo, como se puede observar en la figura 24 en ADESC, y en la figura 29A y 30A en ADIRSEC.



Figura 24. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADESC.

3.4 Conclusiones

- Los socios para poder para entregar la mayor cantidad de café pergamino posible deben de reportar todas las parcelas que se tengan disponibles en producción y presentar todos los requisitos de infraestructura y papelería solicitados por las entidades encargadas de velar que cumplan.
- Las áreas productivas de los caficultores son pequeñas, están divididas y distribuidas en diferentes lugares aledaños a sus viviendas, parte de ello vincula la dificultad para darle el adecuado mantenimiento al cultivo.
- Conocer los criterios críticos y de mejora continua es base fundamental para los socios debido a que estos requisitos son indispensables para permanecer dentro de los programas que se encuentra la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.

3.5 Recomendaciones

- Los socios deben de presentar todas las parcelas que ellos crean convenientes declarar para que se les pueda proporcionar un número mayor de entrega de quintales de café pergamino, así como deben de presentar todos los requisitos de papelería e infraestructura que se le indica al inicio de su solicitud.
- Realizar un archivo donde se tenga la ubicación de todas las parcelas de los productores es de importancia para la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.
- Realizar todos los requisitos que se solicitan desde la solicitud para ser socio para que luego el cumplir los requisitos de criterios críticos y de mejora continua no sean complicados de cumplir y permanecer sin dificultad en la Asociación de Desarrollo Económico y Social Los Chujes -ADESC- y Asociación de Desarrollo Micro-Regional Los Altos del Arroyo Seco -ADIRSEC-.

3.6 ACÁPITE

En las dos asociaciones en las que se prestaron los servicios previamente descritos, no se tenía conocimiento real, de datos como infraestructura, área de producción, estado del cultivo, información de asociados, y el estado de relación con su asociación y exportadora de su producto.

Por lo cual, se realizaron los distintos servicios como recopilación de información general y real de nuevos socios, para que desde el momento en que fueran parte del grupo estuviesen enterados de los datos y requisitos necesarios para obtener la certificación y poder representar al grupo de asociados.

La cantidad entregada en pergamino es un dato importante en la exportadora, así como también lo es para la certificación, porque solo podrán entregar el producto que pueden obtener de las parcelas productivas declaradas o presentadas, es por ello que se realizó el levantamiento de polígonos, de cada una de las parcelas productivas que posean los asociados, para poder realizar estimaciones y así todo el producto sea vendido a mejores precios si es café certificado, para el beneficio económico de los caficultores.

Para ambas asociaciones se realizaron capacitaciones donde se les comunica todos los requisitos que estos deben de presentar para una certificación, los beneficios de esta, entre los cuales se menciona que son para un mejor manejo y producción del cultivo, así como cuidados que se deben de tener con la utilización de productos de riesgo utilizados en el campo.

3.7 BIBLIOGRAFÍAS

1. Google Earth. 2018. Vista Hermosa, Guatemala. USA.
<https://www.google.com.gt/maps/place/Vista+Hermosa/@15.5998919,91.7702416,3970m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x858c521ab1482725:0x76712466d670c8b7!8m2!3d15.6019838!4d-91.7611838>
2. Norma RAS, Argentina. 2017. Norma para la agricultura sostenible. Argentina, Red de Agricultura Sostenible. Disponible en: www.san.ag

 *Rolando Barrios*

3.8 ANEXOS



Figura 25A. Georreferenciación de parcelas productivas de algunos productores de ADIRSEC.



Figura 26A. Instalaciones de beneficio de los nuevos socios productores de café de ADIRSEC.

Cuadro 12A. Coordenadas, área de producción y capacidad de producción de café de ADIRSEC.

ADIRS07	Polígono 1	Polígono 2	Polígono 3	Total	qq/cereza	qq/pergamino
Área (ha)	0.082	0.225	0.313	0.62	169.8552	37.7456
Área (cda)	1.87206	5.13675	7.14579	14.1546		
Coordenadas	15.640, - 91.838	15.644, - 91.832	15.644, - 91.832			
	15.640, - 91.838	15.645, - 91.833	15.645, - 91.832			
	15.640, - 91.838	15.645, - 91.833	15.645, - 91.832			
	15.641, - 91.838	15.645, - 91.832	15.645, - 91.832			
	15.641, - 91.838		15.645, - 91.833			
	15.640, - 91.838		15.644, - 91.833			



Figura 28. Polígono 1, 2 y 3 (izquierda a derecha) del productor ADIRS07 – Nicolás Velásquez.



Figura 29A. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADIRSEC.



Figura 30A. Capacitación de temas de la Red de Agricultura Sostenible en ADIRSEC.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 58/2019

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

"COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (*Cyproconazole* y *Triadimenol*), CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Trichoderma sp.* Y *Lecanicillium sp.*) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Hemileia vastatrix*) DEL CAFÉ (*Coffea arábica*) ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE:

EVELYN ANDREA
MORALES RAMÍREZ

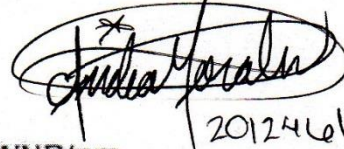
CARNE:

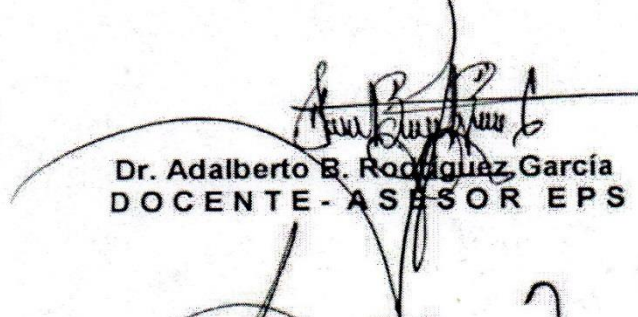
201246159

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila
Dr. David Monterroso Salvatierra
Dr. Adalberto B. Rodríguez García

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Dr. David Monterroso Salvatierra
ASESOR ESPECIFICO


WNR/nm
c.c. Archivo


Dr. Adalberto B. Rodríguez García
DOCENTE - ASESOR EPS

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DE II A

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
DIRECCION
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Ref. SAIEPSA.12.2021

Guatemala, 26 de febrero de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (*Cyproconazole* y *Triadimenol*) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Trichoderma sp.*, y *Lecanicillium sp.*) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Hemileia vastatrix*) DEL CAFÉ (*Coffea arabica*). DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: EVELYN ANDREA MORALES RAMÍREZ

No. CARNÉ 201246159

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (*Cyproconazole* y *Triadimenol*), DON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*Trichoderma sp.* Y *Lecanicillium sp.*) PARA EL MANEJO DE ROYA (*Hemileia vastatrix*) DEL CAFÉ (*Coffea arabica*) ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila

Dr. David Monterroso Salvatierra

Dr. Adalberto B. Rodríguez García

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”


Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS



No. 17.2021

Trabajo de Graduación: "COMPARACIÓN DE DOS FUNGICIDAS QUÍMICOS (CYPROCONAZOLE Y TRIADIMENOL) CON DOS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS (*TRICHODERMA* SP., Y *LECANICILLIUM* SP.) PARA EL MANEJO DE ROYA (*HEMILEIA VASTATRIX*) DEL CAFÉ (*COFFEA ARABICA*). DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EJECUTADOS EN ALDEA VISTA HERMOSA, UNIÓN CANTINIL, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Evelyn Andrea Morales Ramírez

Carné: 201246159

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

