

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES DIFERENTES DOSIS DE INSECTICIDA QUÍMICO Y TRES DOSIS DE INSECTICIDA BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, EN ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.

FERNANDO LEONEL HERNÁNDEZ CENTENO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES DIFERENTES DOSIS DE INSECTICIDA QUÍMICO Y TRES DOSIS DE INSECTICIDA BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS, EN ALDEA EL JOCOTILLO VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.

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

POR

FERNANDO LEONEL HERNÁNDEZ CENTENO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO ING. AGR.	ING.AGR. MARIO ANTONIO GODINEZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO	DR. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. M.Sc. CÉSAR LINNEO GARCÍA CONTRERAS
VOCAL TERCERO	ING. AGR. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTÍZ
VOCAL CUARTO	P. AGR. JOSÚE BENJAMÍN BOCHE LÓPEZ
VOCAL QUINTO	MEh. RUT RAQUEL CURRUCHICH CUMEZ
SECRETARIO	ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN

Guatemala, noviembre 2015

Guatemala, noviembre 2015

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación **“evaluación de la efectividad de tres diferentes dosis de insecticida químico y tres dosis de insecticida biológico para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) diagnóstico y servicios en aldea El Jocotillo, Villa Canales, 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”

Fernando Leonel Hernández Centeno

ACTO QUE DEDICO

A DIOS Dador de la vida, la razón de vivir.

A MI MADRE Martha por su amor, ejemplo, esfuerzo, comprensión, este triunfo es suyo, gracias por ayudarme a hacer realidad este gran sueño. Eres una gran bendición.

A MI HERMANO Juan Pablo Hernández Centeno. Gracias por apoyarme, de mil formas.

A MIS TIOS Adolfo Hernández, Brenda Hernández, Rolando Hernández, José Antonio Hernández, y María Elena Hernández, Gracias por su apoyo incondicional.

A MIS PRIMOS Gracias por todo su apoyo.

A MIS AMIGOS Aman Leal, Silvia Ajquejay, Eduardo Bardales, Alejandro Arrecis, Fernando Barillas, Gustavo Guzmán, Renato Ortiz, Otto Avilés, Pedro Catalán, Luis Figueroa, Mario Ramírez, Maydi Rivera, Yeimy Rivera, Analy López, Julio Muñoz y con especial agradecimiento a Monseñor Juan Factor Muñoz Noriega, gracias por su amistad y a apoyo.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO Ing. Emilio López, Ing. Jorge Pineda Sosa e Ing. Mauricio Illescas, gracias por su amistad ayuda brindada.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS: Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente la Facultad de Agronomía, por la formación y herramientas brindadas en pro de mi superación.

MIS CATEDRÁTICOS: Por su dedicación, ejemplo y esfuerzo brindado.

MI SUPERVISOR: Ing. Agr. Freddy Hernández Ola, gracias por su paciencia, conocimiento y apoyo

MI ASESOR: Ing. Agr. Álvaro Hernández, muchas gracias por su valiosa ayuda, guía y colaboración

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE CUADROS	VI
RESÚMEN	IV
CAPÍTULO I	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2. MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
1.2.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS	4
1.2.3. CONDICIONES EDÁFICA	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS	6
1.4.1. FASE DE OBTENCIÓN DE DATOS.....	6
1.4.2. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR	6
1.4.2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	7
1.5. RESULTADOS	7
1.5.2. SITUACIÓN DE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA ZONA SURORIENTE DEL PAÍS	7
1.5.3. NIVEL DE DAÑO POR BROCA.....	10
1.5.4. SITUACIÓN DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS	11
1.5.5. DOSIS DE PRODUCTO	12

1.5.6.	METODOLOGÍA CORRECTA DE APLICACIÓN PARA EL RENDIMIENTO PROMEDIO POR HECTÁREA EN FINCAS DEL JOCOTILLO VILLA CANALES Y SANTA ROSA	12
		pág.
1.5.7.	DOSIS DE PRODUCTO	13
1.6.	CONCLUSIONES	15
1.7.	RECOMENDACIONES	16
1.8.	BIBLIOGRAFÍA	17
	CAPÍTULO II	18
2.1.	PRESENTACIÓN	19
2.2.	MARCO TEORICO	20
2.2.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS ESCOLYTIDOS	20
2.2.3.	ASPECTOS GENERALES DE LA BROCA DEL CAFÉ (HYPOTHENEMUS HAMPEI. FERRARI)	21
A.	TAXONOMÍA DE LA BROCA DE CAFÉ	21
B.	ANTECEDENTES	21
C.	REPRODUCCIÓN Y CICLO BIOLÓGICO	22
D.	HÁBITOS Y ECOLOGÍA	23
E.	Diapausa (Reproductiva)	24
F.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA BROCA DEL CAFÉ (HYPOTHENEMUS HAMPEI. FERRARI)	24
G.	Descripción de los daños y su importancia	25
H.	Altitud y sombra para el óptimo desarrollo de la broca	26
I.	Control y poblaciones en periodo de post cosecha	26
J.	Principales variedades de café cultivadas en Guatemala	27
K.	MÉTODOS DE CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (HYPOTHENEMUS HAMPEI FERRARI).	29
L.	EFFECTOS DEL ENDOSULFÁN EN LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE	32
C.	EFFECTOS DE DOSIS LETALES	35
E.	EFFECTOS REPRODUCTIVOS	37

M.	LA ACCIÓN DE LOS ENEMIGOS NATURALES	37
N.	METODOLOGÍA DE MUESTREO UTILIZADA PARA EL ESTUDIO DE BROCA DEL CAFÉ.....	38
		pág.
2.2.4.	MARCO REFERENCIAL	39
2.3.	OBJETIVOS	41
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL	41
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
2.4.	METODOLOGÍA.....	42
2.4.1.	PRODUCTOS EVALUADOS	42
2.4.2.	PRODUCTOS UTILIZADOS EN LA FINCA ESMERALDA ANTERIOR A LA EVALUACIÓN.....	43
2.4.3.	MODO DE USO Y APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EVALUADOS.....	43
A.	Época de aplicación de insecticida biológico	43
B.	Modo de Aplicación de los productos evaluados	44
C.	Preparación, dosis y mezcla de insecticida biológico previo a la aplicación	44
D.	Preparación, dosis y mezcla de insecticida químico previo a la aplicación.....	44
2.4.4	MATERIALES Y EQUIPO	44
2.4.5	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
2.4.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	45
2.4.7	DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES ALEATORIOS.	46
2.4.8	UNIDAD EXPERIMENTAL	47
2.4.9	DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.....	47
2.4.10	MODELO ESTADÍSTICO.....	48
2.4.11	MÉTODO DE MUESTREO.....	48
2.4.12	. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	49
2.4.13	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN POR HECTÁREA DE LOS TRATAMIENTOS.....	50
2.4.14.	UMBRAL DE LA PLAGA.....	51
2.4.15.	VARIABLES A EVALUAR Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	51
2.4.16.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	52

2.5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
2.5.1.	EFFECTO Y DOSIS ADECUADAS PARA EL CONTROL DE INFESTACIÓN DE BROCA (HYPOTHENEMUS HAMPEI. FERRARI)	53
2.5.2.	ANÁLISIS DE EFECTO QUÍMICO, BIOLÓGICO Y COSTO POR HECTÁREA DE LOS INSECTICIDAS EVALUADOS SOBRE LAS POBLACIONES DE BROCA DEL CAFÉ.	61
2.5.3.	ETAPA DE APLICACIÓN ÓPTIMA DE LOS INSECTICIDAS PARA CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ (HYPOTHENEMUS HAMPEI. FERRARI).	65
2.6.	CONCLUSIONES	69
2.7.	RECOMENDACIONES.....	70
2.8.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
2.9.	ANEXOS.....	72
CAPITULO III		79
3.1.	PRESENTACIÓN	80
3.2.	SERVICIO UNO: REORDENAMIENTO DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS DE CAFÉ, EN LA FINCA LA ESMERALDA ASOCIADA A LA COOPERATIVA INTEGRAL AGRICOLA DE PRODUCTORES DE ALDEA EL JOCOTILLO VILLA CANALES GUATEMALA.	81
3.2.1.	OBJETIVOS.....	81
3.2.2.	METODOLOGÍA	81
A.	Reconocimiento de parcelas en campo	81
B.	Obtención del porcentaje de error.....	81
3.2.3.	RESULTADOS.....	82
3.2.4.	EVALUACIÓN.....	82
3.3.	SERVICIO DOS: DIAGNOSTICO DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO EMPLEADAS PARA LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (COFFEA ARABICA).....	83
3.3.1.	OBJETIVO	83
3.3.2.	METODOLOGÍA	83

A.	Diagnóstico Fitosanitario.....	83
B.	Muestreo.....	83
C.	Revisión del plan de manejo del almácigo y de cultivo adulto.....	84
D.	Verificación de las dosificaciones de agroquímicos.....	84
3.3.3.	RESULTADOS.....	84
3.3.4.	EVALUACIÓN.....	85
	FACTORES DE ESTUDIO.....	85
3.4.	SERVICIO NO. 3: CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO ADECUADO DE EQUIPOS, CALIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEZCLAS DE PLAGUICIDAS Y FUNGICIDAS AGRICOLAS.....	86
3.4.1.	OBJETIVOS.....	86
3.4.2.	METODOLOGÍA.....	86
3.4.3.	RESULTADOS.....	87
3.4.4.	EVALUACIÓN.....	88
3.4.5.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. -----	4
Figura 2. Localización geográfica del área de estudio para la evaluación-----	40
Figura 3. Distribución de los tratamientos y repeticiones dentro del área experimental -----	46
Figura 4A. Modelo de bitácora de toma de datos, para determinar el porcentaje de infestación-----	73
Figura 5A. Modelo de distribución espacial de sitios de muestreo en una sección o lote de un cafetal en la finca Esmeralda El Jocotillo, Villa Canales. -----	73
Figura 6A. Cronograma de actividades utilizado para la realización de la investigación. -----	75

Figura 7A. Porcentaje de infestación comparados entre los tratamientos químicos y biológicos en el primer muestreo para control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari) -----	75
Figura 8A. Porcentaje de infestación comparados entre los tratamientos químicos y biológicos en el segundo muestreo para control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari).-----	76
Figura 9A. Daño a plantas adultas por hongo <i>Hemilea vastatix</i> .-----	89
Figura 10A. Finca La Esmeralda mapa corregido de las áreas de producción.-----	90

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Muestra el resultado de los porcentajes de infestación de enfermedades causadas por hongos en las áreas del departamento de Santa Rosa y el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.....	8
Cuadro 2. Porcentaje de infestación de principales plagas en el Jocotillo Villa Canales y Santa Rosa.....	10
Cuadro. 3. Rango de gotas/cm ² diagnosticadas en la calibración de equipos de aplicación.....	14
Cuadro 4. Control químico de la broca en función de la producción del cafetal y nivel de infestación de broca.	38
Cuadro 5. Productos a utilizar para la evaluación de control de poblaciones de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari), en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa canales.....	42
Cuadro 6. Productos utilizados anteriormente en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa Canales, donde se llevó a cabo la evaluación del estudio.	43
Cuadro 7. Descripción de los tratamientos y repeticiones de tres dosis de insecticida químico imidacloprid y tres dosis de insecticida biológico <i>Beauveria bassiana</i> , realizadas en el estudio.....	47

Cuadro 8. Costo total de los insumos de aplicación para la evaluación de control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari) realizada en la aldea el Jocotillo, Villa canales, Guatemala, de octubre de 2014 a febrero de 2015.	50
Cuadro 9. Rangos de porcentaje de infestación por hectárea de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	51
Cuadro 10. Resultados de los porcentajes de infestación por tratamientos, en el primer muestreo realizado entre 25 y 30 días post aplicación de los tratamientos por ha, en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa Canales Guatemala.	54
Cuadro 11. Análisis de varianza para el primer muestreo de porcentaje de infestación realizado en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	55
Cuadro 12. Análisis de medias de Tukey para el primer muestreo realizado en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).	56
Cuadro 13. Resultados del segundo muestreo realizado 60 días post aplicación de los tratamientos por hectárea, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa Canales para el porcentaje de infestación de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	57
Cuadro 14. Análisis de la Varianza para el segundo muestreo 60 días post aplicación de los tratamientos evaluados en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	58
Cuadro 15. Análisis de medias de Tukey para el segundo muestreo en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).	59
Cuadro 16. Costos de aplicación de tratamientos por hectárea en base al costo total por hectárea, de septiembre de 2014 a febrero de 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	61

Cuadro 17. Peso en gramos de 100 granos de café en el primer y segundo muestreo realizado a los treinta y sesenta días después de la aplicación, de septiembre 2014 a febrero 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa canales para el control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	63
Cuadro 18. Resultados de la determinación de la época adecuada para la aplicación del insecticida más rentable, de septiembre de 2014 a febrero de 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> . Ferrari).....	66
Cuadro 19A. El siguiente cuadro muestra el resultado de infestación de broca del café previo al momento de realizar el experimento, utilizando la metodología implementada por ANACAFÉ.	74
Cuadro. 20A. Datos de campo tomados para los tratamientos del muestreo 1 de los tratamientos aplicados, en la finca Esmeralda el Jocotillo, Villa canales durante el ciclo de cultivo de septiembre 2014 a febrero 2015 para el control de broca del café.	77
Cuadro. 21A. Datos de campo tomados para los tratamientos del muestreo 2 de los tratamientos aplicados, en la finca Esmeralda el Jocotillo, Villa canales durante el ciclo de cultivo de septiembre 2014 a febrero 2015 para el control de broca del café.	78
Cuadro 22. Control de hongos con tratamientos químicos en dosis por hectárea.....	85

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES DIFERENTES DOSIS DE INSECTICIDA QUÍMICO Y TRES DOSIS DE INSECTICIDA BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN ALDEA EL JOCOTILLO VILLA CANALES, GUATEMALA C.A.

RESÚMEN

El Programa Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía “EPSA”, es la última etapa de formación profesional donde se aplican e integran conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo, contribuyendo al desarrollo de diversas actividades en entidades privadas como gubernamentales. La metodología implementada para realización del presente trabajo en el cual se presentan integrados tres documentos realizados en el EPSA realizado de agosto-mayo de 2015, ejecutado Municipio de Villa Canales, del Departamento de Guatemala, conformado por los informes de Diagnóstico, Investigación de Campo y Servicios prestados en las fincas de la zona. El informe de Diagnóstico se basa en un análisis de problemas encontrados en las áreas de café, en las cuales se da énfasis a problemáticas que afectan la productividad de las fincas, a raíz de estos problemas se llevó a cabo la ejecución de una investigación de campo y una serie de servicios. La investigación se realizó en el área de producción de café, y se basó en el incremento de productividad y calidad de café (*Coffea arabica*), a partir de la evaluación de tres dosis de insecticida químico y tres dosis de insecticida biológico para el control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari) en las unidades productivas de las fincas, principalmente la finca Esmeralda donde se llevó a cabo la investigación. En cuanto a los servicios, se realizaron tres, de los cuales dos fueron propuestos por el estudiante de EPS y uno propuesto por la empresa cooperante (institucional), estos fueron:

- Servicio 1: Reordenamiento de las áreas productivas de café, en la finca La Esmeralda, asociada a la Cooperativa Integral Agrícola de Productores de aldea El Jocotillo Villa Canales Guatemala.

- Servicio 2: Diagnostico de las prácticas de manejo empleadas para la aplicación de productos fitosanitarios en el cultivo de café (*Coffea arabica*).
- Servicio 3: Capacitación sobre el manejo adecuado de equipos, calibración y metodología de mezclas de plaguicidas y fungicidas agrícolas.

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a book, flanked by two lions and a castle. Above the shield is a golden dome with a cross. The shield is set against a blue background with a green base. The Latin motto "CETTESORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA" is inscribed in the upper arc, and "MATHEMATENSIS INTER CAETERA" is in the lower arc.

CAPÍTULO I
INFORME DE DIAGNÓSTICO

SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, DE
EN FINCAS DE CAFÉ DE LA REGION SUR-ORIENTE DE GUATEMALA
DEPARTAMENTOS DE SANTA ROSA, JALAPA Y CHIQUIMULA.

1.1. PRESENTACIÓN

La producción de Café en la región suroriente de Guatemala actualmente ha tenido una fluctuación de precio y producción por las problemáticas de Plaga y enfermedades como Roya (*Hemileia vastatrix*) entre otras., por ende fue necesario utilizar como herramienta la realización de del presente diagnóstico que nos permitió la priorización de problemas, pudiendo generar de esta manera metodologías de investigación en el área, esto con el fin de obtener alternativas para mejorar la producción y calidad del grano de café en fincas claves del área del suroriente del país. Los problemas diagnosticados dentro de las áreas cafeteras del sur oriente del país fueron, en los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa, la alta incidencia y severidad de los problemas de hongos fitopatógenos como la Roya del café (*Hemileia vastatrix*) y el exceso y dependencia de uso para el control de productos químicos. El problema con plagas diagnosticado no fue alto, sin embargo, en las pocas zonas donde se presentaba el problema si era perjudicial económicamente. Dicho diagnóstico se basa principalmente en la identificación de problemas y la priorización de los mismos, con el fin de encontrar posibles soluciones y ventajas a los problemas por medio de la elaboración de un plan de servicios y una investigación de campo. Actualmente se conoce la situación de problemáticas en café, tales como hongos (Roya, antracnosis etc.), así como problemas de plagas principalmente la broca (*Hypothenemus hampei*), a pesar de conocer dicho problema, se sigue diagnosticando problemas graves de producción y calidad, por las plagas de insectos y de hongos fitopatógenos, también se generan pérdidas hasta de un 54% de la producción. Tradicionalmente en el cultivo del café, se venían utilizando productos a base de Endosulfán, pero este producto será permitido en el cultivo del café solamente hasta el año 2015. Por eso surge la necesidad de alternativas para control químico de plagas, principalmente como lo son Imidacloprid., también surgen opciones de control biológico como *Beauveria bassiana*. Cabe mencionar que los problemas de manipulación para la aplicación de agroquímicos y control fue un problema diagnosticado en el proceso de control de plagas y enfermedades, esto se debe a no siempre se respeta la metodología de aplicación, haciendo mal uso de esta se genera pérdidas económicas en aplicación y en producción, por muchos factores como la

mala calibración y la subdosificación de productos, así mismo la resistencia de hongos y plagas.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Ubicación del área de estudio

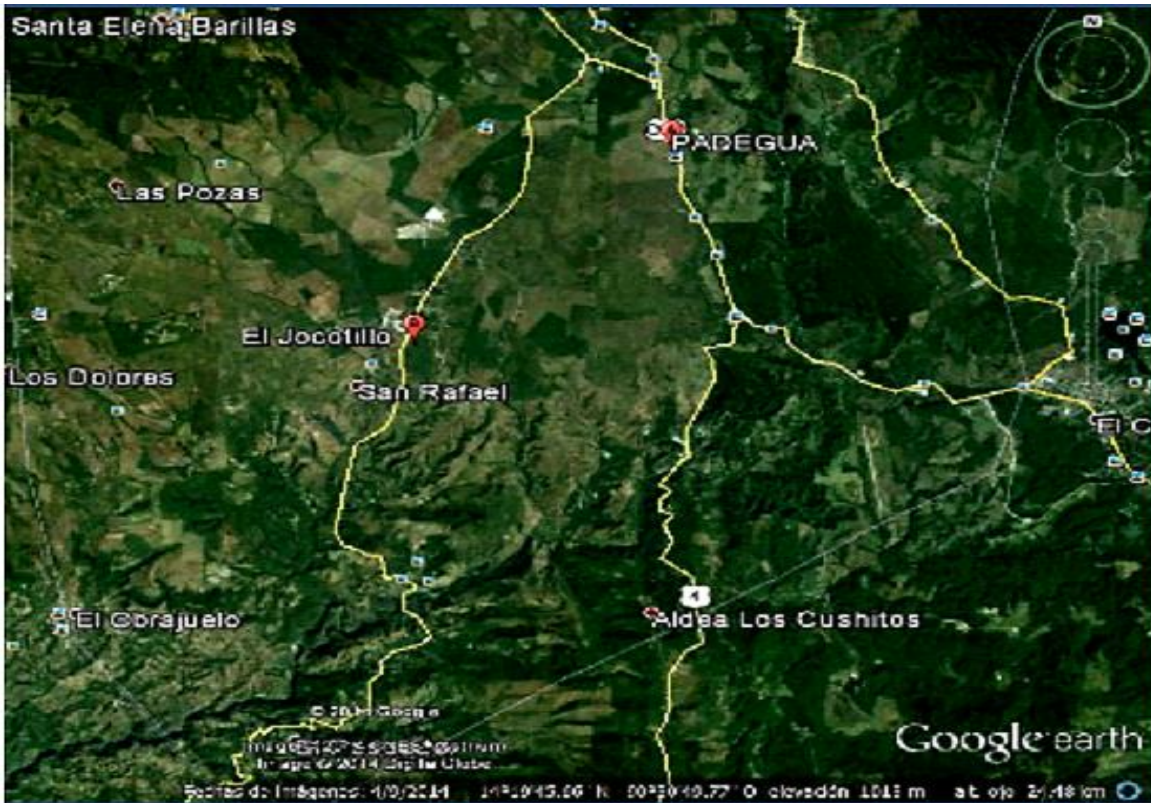
La investigación se condujo en la Finca Esmeralda, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Villa Canales kilómetro 37, aldea El Jocotillo, del departamento de Guatemala, con una elevación de 1013 msnm y en las siguientes coordenadas: Latitud Norte 14° 19' 45.66" y longitud Oeste 90° 30' 49.77". Dista 37 Km. de la cabecera departamental. La finca Esmeralda cuenta con una extensión territorial aproximadamente de 1 caballería, teniendo como límites:

Al Norte: Finca Malta

Al Sur: Caserío San Rafael

Al Este: Aldea el Jocotillo (Poblado)

Al Oeste: Finca San Jacinto



Fuente; Googleearth, 2014

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

1.2.2. Condiciones Climáticas

Posee una Temperatura Media Anual 24°C, Precipitación anual 600 a 1,400 mm Humedad Relativa anual 56.1%.

1.2.3. Condiciones Edáfica

Según la clasificación de suelos en el área del Jocotillo y Santa Rosa, a tiene suelos Mollisoles y Andisoles, bien drenados con topografía con pendientes menores al 5% y pertenece al estrato bajo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Conocer la situación actual de plagas y enfermedades de café en la región suroriente del país en los departamentos de Chiquimula, Jalapa y Santa Rosa.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar los principales problemas de hongos fitopatógenos que afectan la producción de café.
2. Analizar la problemática encontrada en el área de las fincas productoras de café en el suroriente del país para la elaboración de un Plan de servicios y un proyecto de investigación.
3. Identificar los principales problemas de aplicación de agroquímicos para el control de hongos fitopatógenos y plagas.

1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS

El plan de diagnóstico sobre la situación actual de las fincas en la región suroriente de Guatemala, principalmente en el departamento de Santa Rosa donde se desarrolló de la siguiente manera:

1.4.1. Fase de obtención de datos

Se realizó una recopilación de información de fuentes primarias, haciendo uso de entrevistas realizadas los agro servicios de la zona y la fuente de datos de la institución donde se realiza la practica presente (Grupo Tecniagro S.A.) así como las asociaciones y cooperativas de la zona que trabajan en las áreas a ser investigadas y no investigadas, así mismo se obtuvo información secundaria a través de documentos y protocolos de investigación que ya se han llevado a cabo en otras regiones pertenecientes a la zona. De las fuentes de información más importantes también se obtuvo información a través de mapas para conocer la ubicación geográfica de las fincas y de cómo están dispuestos los lotes en cada una de las mismas. Así mismo fue de gran importancia Recopilar información edafológica, productos fitosanitarios aplicados, eficiencias de riego, fertilizaciones realizadas, variedades de cultivo y principales plagas y para darle realización analítica se llevó a cabo la realización de un análisis FODA de las fincas diagnosticadas.

1.4.2. Reconocimiento preliminar

Se realizó un muestreo y caminamiento de fincas para reconocer y establecer información para obtener datos espaciales que permita realizar un análisis de las mismas. Donde se realizaron las principales actividades de:

- Establecer los lotes con características ideales para poder llevar a cabo los ensayos de investigación.

- Revisión de antecedentes de Productos utilizados para el control de hongos y plagas principales en el cultivo de café (*Coffea arabica*).

1.4.2. Análisis de información

Para el análisis de la información se usaron los paquetes de Microsoft para el análisis, entre ellos Microsoft Office Excel y Word. En el área cafetera de las fincas la necesidad de la aplicación de productos químicos tanto para control de plagas y enfermedades como para fertilizaciones foliares es grande, ya que la calidad de la producción y fitoprotección depende de las buenas prácticas agrícolas, sin embargo en la aplicación de agroquímicos se pudo observar que los trabajadores no hacen uso del equipo protector y de la calibración de equipos de aplicación necesario para su trabajo, lo cual trae graves consecuencias de efectividad de control de los agroquímicos en aplicaciones y repercutiendo en la producción y en la economía.

1.5. RESULTADOS

1.5.2. Situación de las principales plagas y enfermedades en la zona suroriente del país

Durante los meses de abril-agosto se vinieron realizando muestreos departamentos de sur-oriente, principalmente en el departamento de Santa Rosa, e los municipios de pueblo Nuevo Viñas, Barberena y en el municipio de el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala se obtuvo la información a través de entrevistas directas a los productores de las fincas de grandes extensiones y de agricultor independiente, así como en cooperativas agrícolas de la zona, dicho análisis de plagas nos dio como resultado porcentajes de infestación de enfermedades por encima del umbral económico recomendado por ANACAFÉ. Para sacar

el porcentaje de infestación de roya (*H. vastatrix*), la cual fue la principal enfermedad diagnosticada en el cultivo de café en fincas independientes y asociadas a las cooperativas agrícolas, para el análisis de datos se llevó a cabo la metodología utilizada por ANACAFÉ y por la empresa Grupo Tecniagro S.A, para determinar porcentajes de infestación de roya (*H. vastatrix*), la cual es la principal causa de pérdida económica en el cultivo de café.

El cuadro 1, nos indica el resultado de un muestreo de enfermedades de cultivo de café, realizado en fincas representativas de las zona sur oriente de Guatemala,

Cuadro 1. Muestra el resultado de los porcentajes de infestación de enfermedades causadas por hongos en las áreas del departamento de Santa Rosa y el Jocotillo, Villa canales, Guatemala.

Cultivo	Área	Ubicación	Variedad	%Infestación	Realizar control	Enfermedad
Café	10 Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Mixta	32%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	7Ha	Barberena	Mixta	29%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	6Ha	Jocotillo	Mixta	15%	No	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	2Ha	Jocotillo	Bourbón y Catuaí	71%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	1Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Bourbón y Catuaí	48%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	1Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Bourbón y Catuaí	51%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	1Ha	Pueblo	Bourbón y	32%	Si	Roya del café

		Nuevo Viñas	Catuaí			(<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	1/2Ha	Barberena	Mixta	2%	No	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)
Café	½ Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Mixta	76%	Si	Roya del café (<i>Hemileia Vastatrix</i>)

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En cada uno de los departamentos se seleccionaron municipios, fincas y lotes representativos de sus condiciones cafeteras, para recolectar la información. Reiterando que el nivel de infestación de cada lote y la calidad de recolección se evaluaron de acuerdo con la metodología establecida por ANACAFÉ llevado a cabo de la siguiente manera:

Se seleccionaron 10 plantas al azar por hectárea.

1. A cada planta de café, se le cortan cuatro hojas en la parte baja, cuatro hojas en la parte media, y dos hojas en la parte alta, esto se realiza totalmente al azar.
2. Luego de tener un total de 100 hojas por lote se clasifican en:
 - Hojas sanas
 - Hojas con Inóculo
 - Hojas totalmente infestadas.
 -
3. Para sacar el porcentaje de infestación, se hace la sumatoria de:

Hojas con inóculo + hojas infestadas= % infestación, este umbral debe estar por debajo del 20%. Por encima de este umbral se debió realizar un control para roya en café (*H. vastatrix*).

1.5.3. Nivel de daño por broca

Los niveles de infestación se obtienen mediante un muestreo de 20 árboles por hectárea, representativos de todos los sitios del lote; en cada árbol se selecciona una rama de la zona productiva y se cuenta el número total de frutos y el número de frutos con daño de broca, se totalizan los frutos de las treinta ramas y se aplica la siguiente fórmula:

Nivel de Infestación: $(\text{Total frutos con broca} / \text{Total frutos contados}) * 100\%$

El umbral económico según ANACAFÉ debe estar por debajo del 5% de infestación de lo contrario se debe realizar control.

El cuadro 2 nos indica el porcentaje de infestación de las principales plagas del cultivo del café en fincas ubicadas en las zonas representativas de la zona cafetalera del sur oriente de Guatemala.

Cuadro 2. Porcentaje de infestación de principales plagas en el Jocotillo Villa Canales y Santa Rosa.

Cultivo	Área	Ubicación	Variedad	%Infestación	Realizar control	Plaga
Café	10 Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Mixta	1%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	7Ha	Barberena	Mixta	0%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	6Ha	Jocotillo	Mixta	7%	Si	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	2Ha	Jocotillo	Bourbón y Catuaí	9%	Si	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)

Café	1Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Bourbón y Catuaí	2%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	1Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Bourbón y Catuaí	0%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	1/2Ha	Barberena	Mixta	0%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)
Café	½ Ha	Pueblo Nuevo Viñas	Mixta	0%	No	Broca del café (<i>H. hampei</i> . Ferrari)

Fuente: Elaboración propia, 2014.

1.5.4. Situación de calibración de equipos para la aplicación de agroquímicos

La metodología para evaluar si la calibración de los aplicadores en las fincas se realizaba de manera correcta fue la siguiente:

- Delimitar un área representativa a una manzana 10m * 70m (70m²).
- Cargar la bomba con 10 litros de agua.
- Se simula la aplicación en la parcela en el área delimitada de 70m².
- Se mide el volumen final. Ej. Vf= 7 litros.
- Se determina el volumen consumido 10 lts-7lts= 3 litros de volumen consumido.
- Se calcula el volumen total:

$$V_c = 3 \text{ Lts}$$

$V_t =$ volumen total

$$V_t = 3 \text{ litros} * 70 = 210 \text{ litros de agua /manzana}$$

- Calcular Numero de aspersoras

$$210 \text{ litros} / 16 \text{ litros} = 13 \text{ bombas} / \text{manzana}$$

1.5.5. DOSIS DE PRODUCTO

250 cc/ manzana fungicida

$$250\text{cc}/13 \text{ bombas} = 19\text{cc} \text{ bomba}$$

El tipo de boquilla se determinó según el volumen y ángulo de descarga que se desee para fines de la aplicación.

1.5.6. Metodología correcta de aplicación para el Rendimiento promedio por hectárea en fincas del Jocotillo Villa Canales y Santa Rosa

- Se llenó la bomba con 10 litros de agua.
- Se simuló la aplicación en la parcela en el área delimitada de 100m².
- Se midió el volumen final. El cual fue de. $V_f = 5.5$ litros.
- Se determina el volumen consumido $10 \text{ lts} - 5\text{lts} = 5$ litros de volumen consumido.

Cálculo realizado con las aspersoras manuales de 16 litros.

- Se calculó el volumen total:

$$V_c = 5 \text{ Lts}$$

$$V_t = \text{Volumen total}$$

$$V_t = 5 \text{ litros} * 70 = 350 \text{ litros de agua /hectárea}$$

El Volumen de agua recomendado por hectárea es de 300 litros, por lo que los resultados obtenidos nos indicaron que se estaba teniendo una subdosificación en la dosis de fungicidas y glifosatos utilizados en la finca.

- Calcular Numero de aspersoras

$$350 \text{ tros} / 16 \text{ litros} = 21 \text{ bombas /hectárea}$$

1.5.7. DOSIS DE PRODUCTO

250 cc/ manzana fungicida

250cc/21 bombas 12cc bomba

La dosis de fungicida por manzana es de 250 cc de fungicida con doble ingrediente activo; un azoxistrubin + tebuconazole, y la dosis por bomba es de 25 cc, y el cálculo según lo aplicado nos indica que 12 cc, lo que quiere decir que al momento de aplicar por bomba, la dosis aplicada no era la correcta dejando una mala dosificación y repercutiendo a que el producto químico no trabaje sobre el hongo para el control de roya. Lo indicaba que al aplicar la mezcla por hectárea se está sobre dosificando, ya que no se realiza la mezcla en un recipiente de 300 litros de agua que es lo recomendado por hectárea, lo que ellos llevaban a cabo era mezclar en un recipiente de 200 litros la dosis por hectárea y en los otros 100 litros de agua aplicaban la misma dosis de fungicida que aplicaban para los 200

litros, por lo que se estaba aplicando 500cc de fungicida cuando la dosis recomendada era de 250 cc-300cc por hectárea.

El cuadro 3 muestra el rango de gotas/cm² recomendadas que se tienen que tener para una buena aplicación y el rango que se encontró al diagnosticar este problema en las fincas del Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.

Cuadro. 3. Rango de gotas/cm² diagnosticadas en la calibración de equipos de aplicación.

Agroquímico	Gotas/cm² recomendadas	Gotas/cm² diagnosticadas	Gotas/cm² corregidas
Fungicida	50-70	123-145	60-75
Insecticida	20-30	100-125	25-30
Herbicida	30-40	85-100	35-45

Fuente: ANACAFE, 1981

Posteriormente a la mala calibración se llevaron a cabo las actividades para hacer los cambios de boquillas respectivos, la dosificación correcta, así como el cambio de boquillas y de partes de la aspersoras manuales que se encontraban dañadas y su vida útil ya no estaba en disposición para realizar aplicaciones.

1.6. CONCLUSIONES

1. Los principales problemas identificados de hongos fitopatógenos que afectan la producción de café, fue la roya del café (*Hemileia Vastatrix*). Dicho problema necesita de una periódica aplicación de fungicidas sistémicos y de contacto que se deben aplicar como preventivos y pocas veces como curativos, la preocupación por la incidencia y severidad alta de la enfermedad en las áreas de café lleva a subdosificar y a realizar una mala forma de aplicación cuando un equipo no está calibrado, o no se tiene la supervisión de los aplicadores, muchas veces no es el producto fitosanitario el culpable de la poca eficiencia de control , sino el aplicador y la mala metodología de calibración.
2. Según lo diagnosticado, en las fincas donde se llevó a cabo la calibración para una aplicación correcta, cuando se va aplicar cualquier tipo de agroquímico, sin haber hecho una calibración de la aspersora manual, puede provocar una disminución en la calidad de control de la enfermedad y reduciendo la capacidad de acción del ingrediente activo utilizado, y puede aumentar significativamente los costos del producto así como los costos de mano de obra. Es muy importante para establecer la cantidad de producto se debe mezclar para aplicar, y con esto tener una buena dosificación del producto. Las descargas están dentro del rango de 250 a 300 lt/ha, esta se estableció con una calibración del equipo, en donde se pudo detectar las boquillas que presentaban problemas, todos los equipos descargan de una buena forma.se debe calibrar diariamente para verificar el buen funcionamiento de las boquillas. Uno de los principales problemas, que se detectó fue la falta de empaque de los filtros por desgaste al estar en exceso de uso, el orden de la mezcla es importante, pues si esta no se sigue crea problemas de precipitados que son los que hacen que las boquillas se tapen. Es por eso que se recomienda la revisión del orden para la mezcla de los productos para evitar estos problemas.

1.7. Recomendaciones

1. Para la aplicación de agroquímicos para el control de hongos fitopatógenos, se recomienda la aplicación de las dosis adecuadas por hectárea y no realizar aplicación con diferente nombre comercial y mismo ingrediente activo, porque solo se tendrá pérdida económica, es importante la alternancia entre productos sistémicos y de contacto, por el motivo de la resistencia del hongo a la aplicación y la resistencia cruzada del mismo. También se recomienda realizar el manejo adecuado de sombra y la actividad preventiva para evitar la diseminación del hongo y así ahorrarse aplicaciones durante el ciclo de cultivo. Siempre debe tomar en cuenta el buen manejo aunque se cuente con variedades resistentes.
2. En la aplicación de herbicidas se recomienda monitorear las distancias entre las boquillas, ya que es necesario que exista un buen traslape en la aplicación y ocurra una aplicación correcta y uniforme. Los malos mantenimientos en varillas y boquillas de aplicación y mangueras en algunos casos causan interrupción con la cortina de aplicación y esto causa una mala aplicación, se recomienda una revisión previa aplicar de esta. Los equipos de aplicación, por no ser utilizados en una sola finca se recomiendan crear una boleta de recibo del equipo detallando el estado en el que se encuentra así como las partes que este trae y las que le hace falta para evitar problemas. También es bueno que la persona encargada opere y limpie y haciendo aviso a cualquier problema pueda presentar este.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ochoa, H; Campos, O; Vidal, B; Decazy, B. 1989. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en función de diferentes porcentajes de infestación. In ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). Memoria técnica de las investigaciones en café 1986/89. Guatemala, ANACAFE. 186 p.
2. Ortiz, O. 1983. Manual de suelos y fertilización del café. Guatemala, ANACAFE, Boletín no. 12, 89 p.
3. Penados, RR; Ochoa, H; López, E. 1983. La consistencia del grano del café y su importancia en el control de (*Hypothenemus hampei* Ferr.). In Simposio Latinoamericano de Caficultura (4, 1983, GT). Memorias. Guatemala, IICA. p. 262.

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a person holding a staff, surrounded by various symbols including a crown, a lion, and a cross. The text "UNIVERSITAS CAROLINA CONSPICUA" is written around the top inner edge, and "ACADEMIA CATHOLICA GUATEMALENSIS INTER" is written around the bottom inner edge.

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES DIFERENTES DOSIS DE INSECTICIDA QUÍMICO Y TRES DOSIS DE INSECTICIDA BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) EN ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.

EFFECTIVENESS EVALUATION OF THREE DIFFERENT DOSES OF CHEMICAL INSECTICIDE AND BIOLOGICAL INSECTICIDE TO CONTROL COFFE BERRY BORER (*Hypothenemus hampei*) AT VILLAGE EL JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA C.A.

2.1. Presentación

La broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1937) se considera una de las plagas en Guatemala de mayor importancia, económica en el cultivo de café. Esta plaga se encuentra diseminada en todas las zonas cafetaleras entre los 400 y 1300 msnm. El control en Guatemala de esta plaga en la mayoría de casos se pone en práctica métodos manuales, culturales, biológicos y químicos. El estudio de fitoprotección se llevó a cabo en la Finca Esmeralda, El Jocotillo Villa Canales, durante un periodo de 8 meses, en plantaciones de café con manejo químico, en variedades mixtas de Bourbon, Caturra y Catuaí. Fue realizado en el año cafetalero de agosto 2014 a mayo 2015 como parte del ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y consistió en: Evaluar tres diferentes dosis de insecticida químico imidacloprid 70% y *Beauveria bassiana*, para conocer la eficiencia de control de los mismos, enfatizando mayormente en el insecticida químico como una alternativa de uso, aparte de los tradicionalmente utilizados como Clorpirifos y Endosulfán. Para evaluar la efectividad se determinó el porcentaje de infestación poblacional en el cultivo, en los frutos de la planta. El porcentaje de infestación hasta los 60 días por *Hypothenemus hampei* en los frutos de café colectados por planta en los tratamientos donde se aplicó *Beauveria bassiana*, presentaron un porcentaje de infestación menor al 3% por lo que se encuentra abajo del umbral económico, mientras que para las pares de los tratamientos donde se aplicó imidacloprid al 70% el umbral económico fue de 3.5%-4% que estuvo por encima de los que presentó *Beauveria bassiana*. Se comprobó mediante la evaluación de muestreos de intervalos de 25-30 días, el porcentaje de infestación de la plaga por lote teniendo como resultado que imidacloprid al 70% con la mayor dosis evaluada presenta menos días control y económicamente está por encima de *Beauveria bassiana*, que tiene más días control y menor porcentaje de infestación cuantificado en los muestreos realizados y siendo rentable para su aplicación, por lo que se demuestra que *Beauveria bassiana* es más efectivo en un periodo de sesenta días control, en finca Esmeralda El Jocotillo Villa Canales, y es más factible y no ejercer una mayor presión de selección y resistencia de la plaga .

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Marco conceptual

2.2.2. Descripción de los Scolytidos

La familia Scolytidos incluye especies conocidas comúnmente como descortezadores o ambrosiales; el nombre se debe básicamente a las especies más conocidas del grupo que presentan los hábitos xilófagos, melófago, y espermátófago. Dada la amplia variedad de hábitos alimenticios presentes en éste grupo, es posible encontrarlos en hábitats con diferente grado de diversidad (Wood, 1982). Muchas especies se han especializado en atacar partes específicas de sus huéspedes, así por ejemplo, existen especies que atacan ramas, tallos, pecíolos, frutos, etc., lo que ha permitido que se establezcan relaciones definidas entre planta e insecto. La reproducción es variada: Monógama, polígama normal (heterosanguínea), polígama extrema (consanguínea) y partenogénica o telitoquia (Wood, 1982). La capacidad de dispersión depende de su fuerza de vuelo; esta dispersión es guiada normalmente por la acción de compuestos volátiles emitidos por sus huéspedes naturales, aunque en muchos casos la dispersión también se ve influenciada por el efecto de feromonas (Wood, 1982). Para muchas especies la compleja acción de las feromonas interviene de una manera directa en el desplazamiento de una población determinada; en otros casos solamente la acción de compuestos volátiles que se desprenden del huésped en diferentes condiciones fisiológicas, influye en la dispersión de una especie determinada (Wood, 1982). El género *Hypothenemus* comprende algunos cientos de especies distribuidas en el mundo, muchas de ellas se han sinonimizado reduciendo su número de una manera importante. Para Norte y Centroamérica se conocen 39 especies (Wood, 1982). Generalmente las especies de éste género son altamente polífagas, como es el caso de *Hypothenemus eruditus* del que se conocen varios cientos de huéspedes. El contraste dentro del género lo constituye *Hypothenemus hampei* que ataca únicamente a *Coffea arabica*. *Hypothenemus hampei* Ferrari 1867, es la especie más importante económicamente dentro del género, su importancia radica en que ataca granos del café llegando a causar daños muy severos (Wood, 1982). La broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* originaria de África Ecuatorial, de Uganda y el Noreste de

Tanganica y se le observó por primera vez en 1867 en Guinea, 1909 en el Congo, 1924 en Sao Paulo, Brasil, 1962 en Perú, 1963 en Tahití, 1971 en Guatemala, 1977 en Honduras, 1978 en México y 1983 en El Salvador.

2.2.3. ASPECTOS GENERALES DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*. Ferrari)

A. Taxonomía de la broca de café

Ortiz O. (1983), cita la siguiente taxonomía de la broca del café:

- Clase: Insecta
- Subclase: Pterygota
- Orden: Coleóptera
- Suborden: Polifaga
- Superfamilia: Rhynchophora
- Familia: Scolitidae
- Subfamilia: Ipinae
- Género: *Hypothenemus*
- Especie: *Hypothenemus hampei* (Ferrari)

B. Antecedentes

La broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es la plaga de mayor importancia económica para la caficultura guatemalteca. A treinta y dos años de declararse oficialmente su presencia (1971) la plaga se encuentra dispersa y adaptada en toda el área cafetalera nacional.

El daño provocado por este diminuto insecto cuyas hembras adultas miden en promedio 1.8mm, (similares a un “gorgojo”) ocurre cuando esas barrenan frutos de café para reproducirse, alojándose primeramente en uno de los granos en formación (endospermos)

para construir una galería donde acondicionara sus huevecillos, los que al eclosionar se convierten en larvas que se alimentan del tejido del grano provocando su deterioro, pérdida de peso, calidad, y por ende pérdidas económicas al momento de comercializar. Derivado del ataque de la broca, curren pérdidas por la caída de frutos en diferentes fases de desarrollo por la entrada de patógenos que provocan su desprendimiento.

C. Reproducción y ciclo biológico

Según (ANACAFE, 1981), la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), es un insecto que presenta un ciclo de vida holometábolo y los siguientes estados de desarrollo:

Huevo: Es de forma ligeramente elíptica, blanquecino recién ovipositado y a medida que avanza la embriogénesis se torna hialino y túrgido, luego de color amarillo y de aspecto rugoso. Mide aproximadamente 0,83 mm o más de largo por 0,45 mm de ancho. El periodo de incubación es de 7 días.

Larva: tiene el aspecto y color de un grano de arroz blanco. Es más o menos recta, ligeramente deprimida en su parte ventral y conforme crece esta depresión se acentúa y se va encorvando de grado en grado hasta tomar la forma de C. Tiene consistencia suave y la cabeza es bien notoria. En el tórax se distinguen con facilidad sus tres segmentos y el cuerpo esté cubierto por setas largas. Miden de 1,17 a 1,75 mm de largo por 0,37 a 0,58 mm de ancho. Las larvas hembras sufren dos mudas en tanto que los machos solamente una. El periodo larval es de 12 días. (ANACAFE, 1981).

Prepupa: Es muy parecida a la larva de último instar con la cual se diferencia por su escasa movilidad y la aparición de los tres segmentos bien definidos, esto es cabeza, tórax y abdomen. El periodo prepupal dura de 2 a 3 días. (ANACAFE, 1981).

Pupa: es de color blanco lechoso se torna amarillenta y oscura a medida que avanza su desarrollo. Son bien notorios la cabeza, ojos, antenas, aparato bucal, alas y patas. La ninfosis dura de 6 a 8 días. (ANACAFE, 1981).

Adulo: es un gorgojo del tamaño de la cabeza de un alfiler que mide de 1,5 a 1,7 mm de largo, de color negro, alas anteriores o élitros con estrías cubiertas de pelos o setas muy finas y cortos que crecen hacia atrás. Los machos son más pequeños que las hembras, de color más claro y con alas membranosas rudimentarias (no vuelan), en tanto que en las hembras el par de alas meta torácicas son tan desarrolladas que le permiten volar ciertas distancias. Tanto el macho como la hembra tienen la cabeza globular, bastante escondida dentro del protórax que es semiesférico. Las antenas son pequeñas, con cinco segmentos del tipo geniculado con setas en el extremo macizo. La longevidad de los machos es de 75 días y la de las hembras de 105 a 156 días, de los cuales 136 son activos para la reproducción. (ANACAFE, 1981).

D. Hábitos y ecología

La plaga encuentra condiciones óptimas de desarrollo, en altitudes bajas del trópico y sub trópico hasta 1000 msnm. La broca tiene una dispersión agregada o de contagio, dentro del cafetal no se encuentra infestando uniformemente toda la plantación sino en focos, aun dentro de cada planta se observan algunas ramas más infestadas que otras, siendo las del último tercio las más infestadas. Las hembras son capaces de realizar vuelos sostenidos y las preferencias de vuelo son las horas a medio día (entre las 12 y 16 horas), cuando el día alcanza las temperaturas más altas). La mayor distancia de vuelo alcanzada por la broca es de aproximadamente 350 m. Los frutos adecuados para la reproducción del insecto deben tener al menos 20% de peso seco del grano, estado de desarrollo conocido como "semi-consistencia". Durante el periodo de maduración del fruto, lo cual ocurre en la época lluviosa se pueden presentar 2 o 3 generaciones en un mismo fruto o nido y las hembras de la progenie emergen del fruto conforme van siendo fecundadas. Sin

embargo, después de la cosecha y conforme entra el periodo seco del año, las brocas dejan de emerger y entran en diapausa reproductiva. (Barrera, 2006).

E. Diapausa (Reproductiva)

Es un estado fisiológico de las brocas adultas, durante el cual dejan de buscar al hospedero y sin perder el movimiento o actividad se congregan formando grupos numerosos dentro de los frutos infestados negros y secos. Se considera que la diapausa reproductiva le permite a la broca sobrevivir con mayor éxito el periodo inter cosecha. Este periodo puede ser catalogado como el más inhóspito para la población de la broca, pues en éste se presentan las condiciones más adversas para su sobrevivencia: extrema sequedad y escasez de alimento. Las brocas diapáusicas al congregarse en los frutos negros evitarán la pérdida de humedad y al reducir su actividad, conservarán la energía suficiente para el vuelo de búsqueda del hospedero en la nueva cosecha (Muñoz R. 1988).

F. Características morfológicas y fisiológicas de la broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari)

Las hembras de *Hypothenemus hampei*. Ferrari perforan el pericarpio del fruto de café a través de la corona o cicatriz del cáliz floral cuando el fruto aún está verde y no en la parte lateral del endocarpo como fue reportado anteriormente (Muñoz R.1988). Posteriormente, ellas perforan el endocarpo inmaduro para poder entrar en el endospermo, donde barrenan y forman galerías y cámaras en su interior. Una vez adentro, ovipositan entre 10 y 30 huevos y completan su ciclo de vida. Posteriormente se aparean y las hembras rompen la parte lateral del endocarpo, abriendo varios orificios circulares por donde emergieron los adultos en busca de nuevos frutos para colonizar.

La contextura externa lisa y dura del endocarpo, la cual no permite apoyo y fricción al insecto, podría ser la explicación para que no pueda penetrar lateralmente. Una situación diferente se presenta cuando los frutos están secos, ya que el endocarpo se vuelve extremadamente duro y se dificulta la salida de las hembras de la nueva generación.

G. Descripción de los daños y su importancia

(Muñoz R.1988), refiriéndose al ataque de este insecto, manifiestan que una vez que la hembra ha sido fertilizada, esta vuela a los granos de café que han comenzado a madurar y barrena un hueco de entrada en el ápice, ya sea en el terminal del poro o en el cáliz o en anulo del tejido diferenciado que rodea el poro. La ovoposición se realiza generalmente en granos maduros, también ataca el grano seco en (pergamino) en los almacenes. Una vez que la larva nace comienza a alimentarse para lo cual hace túneles en varias direcciones, destruyendo el grano. Los machos pasan toda su vida dentro de una galería, mientras que las hembras vuelan y ovipositan en varios granos. El ataque a las plantaciones varía de acuerdo a ciertos factores tales como: temperatura, humedad, tipo de cultivo, grado de infestación inicial, etc. En el caso de ataques severos, las pérdidas en rendimiento pueden fluctuar entre el 30 al 80% de la cosecha. Además de la pérdida total de la cosecha a causa de la destrucción del grano, caída del fruto y pudrición, otro daño muy importante se produce cuando el producto deprecia, por causa de granos deteriorados. Además, Muñoz R. (1988), señala que las pérdidas que ocasionan las brocas son en dos aspectos principalmente: en peso y calidad, ya que por cada 1% de infestación se estima que hay una reducción en el peso de la cosecha del 0.275% es decir que un 10% de infestación reducirá un 2.75% de la producción en café oro. Sin embargo, el daño más importante constituye la afectación directa sobre la calidad física y organoléptica del café; pues los orificios en el fruto causados por la broca crean condiciones favorables para el ataque de hongos. La temperatura y la precipitación, juegan un papel muy importante en el inicio del ataque de la broca, en los frutos no recolectados en la planta o en el suelo después de la cosecha, se aloja la broca durante la época seca. Algunas veces se encuentran cantidades considerables de insectos en los mismos (más de 50), que emergen después de las lluvias. (Muñoz R.1988).

Un aspecto importante a considerar, es que la broca tiene la capacidad de diseminarse por sí misma de un cafetal a otro, por medio del vuelo, además de otros factores que la dispersan como el hombre. Se reporta que los frutos de la primera floración, son los

primeros en ser atacados por la broca, cuando está emerge de los frutos secos donde ha permanecido durante la ausencia de la fructificación. (Muñoz R.1988).

H. Altitud y sombra para el óptimo desarrollo de la broca

En cuanto a la altitud, se reporta que el rango óptimo para el desarrollo de la broca, está entre 800 a 1000 msnm. A más de 1500 msnm la broca generalmente no representa un problema económico. Sin embargo, en muchas zonas cafetaleras de Guatemala, de alturas menores de 800msnm y mayores de 1000 msnm., la broca se ha adaptado muy bien, convirtiéndose en un problema. (Muñoz R.1988).

En un estudio realizado en Honduras se encontró que la mayor incidencia de broca ocurre en plantaciones con media sombra en comparación con las plantaciones con media sombra densa o las plantaciones al sol. En otro estudio realizado en Nicaragua no se encontró diferencias significativas entre las infestaciones de broca en plantaciones al sol y en sombra. Es necesario entender el efecto de la altura y de la sombra sobre las poblaciones de la broca en un contexto local, relacionando los efectos sobre las plantas de café, su fenología, el rendimiento y los factores de control natural.

I. Control y poblaciones en periodo de post cosecha

En zonas donde las plantaciones permanecen libre de frutos durante unos meses en el período de post cosecha, la mayor cantidad de frutos caídos en el suelo o dejados en las plantas y mayores cantidades de las brocas sobrevivientes en estos frutos producen alto nivel de infestación inicial y alta tasa de incremento de las poblaciones de broca en la siguiente cosecha (Muñoz R.1988).

El trampeo permite capturar la broca que se encuentra volando durante su fase de migración que inicia con las primeras lluvias. La secuencia de las floraciones y disponibilidad de los frutos, en el tiempo, es el factor fundamental para determinar el éxito del desarrollo de la broca en una zona. En las zonas donde ocurren varias floraciones tempranas que producen una cantidad sustancial de frutos (más de 20% de la cosecha

total), aun antes de la cosecha principal; las poblaciones sobrevivientes de la broca logran multiplicarse en estos frutos para poder colonizar los frutos de la cosecha principal más temprano y desarrollarse en ellos con una mayor tasa de crecimiento (Muñoz R.1988).

J. Principales variedades de café cultivadas en Guatemala

A continuación se menciona las principales variedades cultivadas en Guatemala. Así mismo se menciona las variedades que se encontraban dentro de la finca Esmeralda donde se llevó a cabo la presente investigación, se encontraba un cultivo mixto de variedades siendo estas Bourbon, Typica, y Caturra. Dentro de la zona del sur oriente del país son las principales variedades de café cultivadas tomando en cuenta que la plaga de broca del café *Hypothenemus hampei*. Ferrari. Ataca cualquiera de las variedades mencionadas que se encuentran en la zona.

a. typica

Tiene la importancia histórica de ser la base del desarrollo de la caficultura en Guatemala y en la América Tropical, donde predominó su cultivo desde sus inicios hasta la década de los años cincuenta. A raíz de los primeros resultados de las investigaciones de Chicolá, en los años cuarenta, principió a ser sustituida por el Bourbon, de mejor rendimiento. Por conveniencia de clasificación, se tomó a Typica como prototipo para la descripción de la especie arábica, sirviendo de comparación para las otras variedades. En el campo también se le conoce como Arábigo o Café Arábigo. Esta variedad tiene una silueta de forma cónica, como un arbusto de porte alto, de 3.5 a 4 metros de altura. (ANACAFE, 1981).

b. Bourbon

En experimentos realizados en la finca Chicolá, en los años cuarenta, destacó una selección de Bourbon. Este material sirvió de base a muchos de los Bourbons que actualmente se cultivan en el país. Comparado con Typica, el Bourbon presenta una ligera

forma cónica menos acentuada, ramas secundarias más abundantes, ramas con un ángulo más cerrado, entrenudos más cortos y mayor cantidad de axilas florales.

Los brotes son de color verde, hoja más ancha con bordes más ondulados, el fruto es de menor tamaño y un poco más corto, igual relación guarda la semilla.

Su vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales le dan una capacidad de producción de 20 o 30 % superior al típica, con una calidad equivalente. Estas características motivaron a los productores guatemaltecos, en la década de los cincuenta, a cultivarlo, sustituyendo de manera gradual la variedad típica. El Bourbón es una variedad muy precoz en su maduración, con riesgos de caída de frutos en zonas donde la cosecha coincide con lluvias intensas. Por su porte alto, es más susceptible a vientos fuertes, siendo necesario protegerlo en zonas con estos problemas. Es recomendable manejarlo a 2 ejes desde el almácigo. (ANACAFE, 1981).

c. Caturra

La variedad Caturra es una mutación de Bourbón, descubierta en Brasil a principios del siglo veinte. Fue introducida a la finca Chicolá, Guatemala, en la década de los cuarenta, sin embargo, su adopción comercial se realizó varios años más tarde. Es una planta de porte bajo, eje principal grueso poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Las hojas son grandes, anchas y de textura un poco áspera, con bordes ondulados, las hojas nuevas o brotes son de color verde. La forma de Caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo. Es una variedad de alta producción y buena calidad, que requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización. Se adapta bien en las diferentes regiones del país, y prácticamente en todos los rangos altitudinales. Hay otras variedades de características agronómicas y adaptabilidad, similares que también son consideradas mutaciones de Bourbón, como Pacas de El Salvador, y Villa Sarchi de Costa Rica. (ANACAFE, 1981).

d. Catuaí

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. Las selecciones de las primeras 4 generaciones dieron líneas con fruto rojo y amarillo. Las primeras introducciones de Catuaí al país se realizaron alrededor de 1970.

El Catuaí es una variedad de porte bajo, pero más ala que Caturra, las ramas laterales forman un ángulo cerrado con el tallo principal, entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con “palmillas”. El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. El interés motivado, inicialmente, por esta variedad generó una fuerte comercialización de semilla, sin mucho control en los lotes de producción, propiciando que los cafetos de varias plantaciones no muestren el fenotipo o aspecto físico correspondiente. Se adapta muy bien en rangos de altitud de 2,000 a 4,500 pies, en la Boca Costa; de 3,500 a 5,500 pies, en la zona central, oriental y norte del país. Es una variedad de ala producción que requiere un buen programa de manejo, especialmente en fertilización. (ANACAFE, 1981).

K. Métodos de control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).

a. Control biológico con hongos entomopatógenos

Se recomienda que la aplicación de *Beauveria bassiana* se deba hacer en focos de infestación de la broca localizados en el muestreo, sobre todo entrando la época de lluvias y siempre y cuando se rebase el umbral económico de daño (2 % de frutos brocados durante el periodo de fructificación y 5 % de frutos brocados durante la cosecha).

Este umbral es un nivel de infestación de broca que indica si el control debe o no hacerse. El uso de parasitoides se puede integrar más fácilmente como parte del MIB durante y después de la cosecha, pues es cuando hay más frutos infestados disponibles.

Este sistema de control de plagas es el más antiguo que existe pues se da naturalmente. Todo insecto plaga, tiene sus enemigos naturales que lo depredan, parasitan e infectan en cualquiera de sus estadios de desarrollo: de huevo, larva, ninfa, pupa y adulto. El producto se caracteriza por su amplio espectro de acción. *Beauveria bassiana* es capaz de controlar más de 200 especies de plagas de insectos del orden Coleóptera, Lepidóptera, Hemíptera, Homóptera de gran importancia agrícola (como chinches, picudos, moscas, garrapatas y ácaros, entre otros).

Es importante destacar que el producto puede ser utilizado para control de ácaros que parasitan abejas. El producto también permite controlar artrópodos de importancia pecuaria. Las ventajas de usar biocontroladores a base de *Beauveria bassiana* son su alta especificidad contra los insectos plaga y su inocuidad para el medio ambiente, la fauna benéfica y demás organismos vivos, incluyendo al hombre. Es de destacar todos los beneficios de inocuidad que tiene esta formulación al trabajar en aspersiones de grandes superficies de cultivo. Según el ciclo del cultivo la etapa óptima de aplicación de *Beauveria bassiana* son a partir de la semana 8 a 25 semanas después de la floración que son a partir de los meses de agosto a noviembre. (ANACAFE, 1981).

b. Control Etológico

Es el uso de trampas con atrayentes, pueden ser sexuales o alimenticios para atraer a las poblaciones migratorias de insectos, reduciendo sustancialmente las poblaciones colonizadoras. El trampeo es una técnica que aprovecha el comportamiento de migración de la broca para capturarla y evitar la colonización de los nuevos frutos que conforman la futura cosecha.

El periodo de post-cosecha es el momento adecuado para el trampeo porque corresponde a una fase biológica de la plaga durante la cual está en dificultad para encontrar su hospedero.

Los grandes vuelos de migración son la oportunidad para capturar el mayor número de brocas. Los vuelos aparecen en las primeras lluvias y se presentan en forma de picos con una intensidad que disminuye a medida que bajan las poblaciones residuales (ANACAFE, 1981). El efecto del trampeo ha demostrado que se reduce la infestación de broca y la eficacia es del 80% aproximadamente. Es compatible con el control biológico ya que no atrae ni captura los parasitoides. También es un excelente complemento del control manual porque permite capturar la broca que no se ha eliminado anteriormente. De manera más específica, el trampeo evita la presencia de residuos químicos en el grano y no afecta el ambiente (ANACAFE, 1981).

Uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta en la eficiencia de un sistema de trampeo, es la colocación de las trampas en las plantas hospederas cuya fenología presente el estado en que es atacado de manera preferencial por la plaga. De manera especial para el caso de la broca es necesario conocer el comportamiento del insecto para colocar las trampas, si el objetivo es monitoreo se recomienda a 1.0 m de altura, en tanto para el trampeo masivo (inter-cosecha) es mejor ubicar arriba de 1.0 m y hasta 2.5 m. el uso de trampas y atrayentes, como otro componente del MIB, ha tenido un desarrollo importante en los últimos años, ya que proporciona en forma sencilla, rápida, información que es útil como indicador del riesgo de ataque de la plaga y que es una herramienta muy valiosa en las toma de decisiones del manejo. (ANACAFE 1981), señala que la eficiencia del trampeo masivo se incrementa en la medida que este se utilice como parte del MIB, especialmente cuando se asocia a la cosecha sanitaria.

c. Control químico

El uso del Control Químico se justifica, solamente cuando el muestreo reporta sitios con infestaciones iguales o mayores al nivel de daño económico, utilizando productos poco tóxicos, con la dosis técnicamente recomendada, una sola aplicación, en el momento preciso y por focos, evitando aplicaciones generales. (ANACAFE, 1981). El criterio para considerar a un sitio de muestreo como foco de infestación, se determina en base al nivel de infestación de broca y la producción del cafetal.

L. Efectos del endosulfán en la salud humana y el ambiente

a. En la salud humana

El endosulfán es altamente tóxico si se inhala, se traga o se absorbe a través de la piel. Ha habido información sobre numerosos casos de envenenamiento agudo. Ingerir o respirar niveles elevados de endosulfán puede producir convulsiones y la muerte. El endosulfán afecta directamente el sistema nervioso central. Se absorbe a través de la piel y también puede producir irritación ocular. Los síntomas de envenenamiento incluyen hiperactividad, excitación, disnea (dificultad para respirar), apnea (detención de la respiración), salivación, pérdida del conocimiento, diarrea, anemia, náusea, vómito, insomnio, visión borrosa, cianosis (decoloración azulada de la piel, por la falta de oxígeno), formación de espuma en la boca, temblor, sequedad de la boca, falta de apetito, irritabilidad, dolor de cabeza, disminución de la respiración, hematuria, albuminuria, confusión, mareos, falta de equilibrio y de coordinación. Las personas que sufren afecciones asmáticas o convulsivas, forman un grupo de alto riesgo. También se encuentran en alto riesgo las personas que llevan una dieta deficiente en proteínas. Existe evidencia experimental de efectos adversos del endosulfán en el sistema reproductivo masculino, retrasando la madurez sexual e interfiriendo con la síntesis de la hormona sexual. Está comprobado que el endosulfán es un alterador endocrino.

Tiene el potencial para provocar hipotiroidismo. Causa la proliferación (in vitro) de las células MCF7 de las mamas humanas, sensibles al estrógeno, incrementando así el riesgo de cáncer de mamas. Daña el sistema reproductivo al afectar la calidad del semen, el conteo de espermatozoides, las células espermatogoniales, la morfología del espermatozoide y causar otros defectos en las hormonas sexuales masculinas. El endosulfán tiene capacidad para alterar el material genético, especialmente los cromosomas, en los cultivos de tejidos de mamíferos. Se ha observado que inhibe la biosíntesis andrógena testicular en experimentos con animales de laboratorio y exhibe un riesgo significativo de daño renal y testicular. (Muñoz R. 1988).

b. En el ambiente

El destino del endosulfán liberado en el medio ambiente es distinto para los dos isómeros y también depende del medio en el cual se deposita. El beta-endosulfán es más persistente que su isómero alfa. El sulfato de endosulfán es el principal producto de la degradación de ambos isómeros, es igualmente tóxico y es por sí mismo más persistente en el medio ambiente que sus compuestos de origen. El endosulfán puede descomponerse por fotólisis, hidrólisis y biodegradación. En la superficie de las plantas el endosulfán se degrada rápidamente en metabolitos. En el suelo es bastante inmóvil y altamente persistente. Los principales productos que se encuentran en el suelo son el endosulfán-diol, el endosulfán-sulfato y el endosulfánlactona.

La producción de endosulfán-sulfato aumenta con el aumento de la temperatura. El endosulfán persistirá por más tiempo bajo condiciones de mayor acidez. Persiste más tiempo en condiciones de sumersión. La vida media del endosulfán varía entre 60 días (alfa-endosulfán) y 800 días (beta-endosulfán).

Entra al aire por volatilización desde las plantas y desde la superficie del agua. También se dan casos de contaminación por desviación y transporte de partículas. La aplicación de volumen ultra bajo (ULV) puede desviarse hasta varios kilómetros del lugar de aplicación. El beta-endosulfán es más estable en el aire. En el agua el endosulfán tiene una vida media de 35 a 150 días. No se disuelve fácilmente en agua y puede acumularse en el cuerpo de los peces y de otros organismos acuáticos.

Los productos de la descomposición en el agua son el endosulfán-diol y el endosulfán-sulfato. El endosulfán no desciende mucho hacia el agua subterránea, pero se ha comprobado que se escurre luego de las aspersiones. Ha sido detectado en aguas subterráneas en estratos profundos del terreno, en concentraciones que van desde 0,008 a 0,053 microgramos por litro, hasta 20 días después de la última aspersión.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) recomienda que los niveles de endosulfán en los ríos, lagos y arroyos no excedan de los 74 ppb. Pero este límite es 15 veces mayor que la concentración requerida para causar daño reproductivo en el tritón de manchas rojas. Se han efectuado varios estudios sobre bioacumulación alrededor del mundo y se encontraron residuos en organismos acuáticos. La US EPA considera que el endosulfán tiene un alto potencial de bioacumulación en los peces, pero no hay mucha evidencia disponible sobre la bioacumulación en los niveles tróficos más altos.

El endosulfán es altamente tóxico para los organismos acuáticos, incluso a los niveles recomendados de aplicación. Es particularmente tóxico para los peces se ha reportado la muerte masiva de peces en muchos lugares. Además de ser tóxico para las larvas de cangrejo, se ha informado que altera el cambio de caparazón de los cangrejos y de otros invertebrados acuáticos. Unidos durante los últimos 10 a 15 años. Se han encontrado residuos en el hígado de la tortuga del este. Se ha observado que en los mejillones supera 600 veces la concentración existente en el agua. Se descubrió que el endosulfán es tóxico para las lombrices de tierra, en las que causa una reducción significativa de la tasa de crecimiento y del contenido total de proteínas.

Resulta tóxico para organismos 'no blanco' de las aplicaciones tales como los depredadores de diversas plagas. El endosulfán es altamente tóxico para los microartrópodos del suelo, los microorganismos, el zooplancton, el fitoplancton, las algas terrestres, los actinomicetos, las colonias bacterianas, etc. También es tóxico para mamíferos como los conejos y las ratas. (Muñoz R. 1988).

El endosulfán también es altamente venenoso para los gatos (DL50 – 2 mg/kg) y los perros (DL50 - 76.7 mg/kg). Se ha informado sobre ceguera reversible y fala de

coordinación muscular en las ovejas y el ganado que pastan en praderas contaminadas con endosulfán. Los agricultores del sector asperjado con endosulfán denunciaron efectos agudos en el ganado durante la aspersión y después de ella, que causaron muertes. (Muñoz R. 1988).

La exposición crónica al endosulfán causa efectos deletéreos en el metabolismo y en el sistema inmunológico de los pollos parrillero. El endosulfán muestra propiedades fitotóxicas. Se ha informado sobre sus efectos tóxicos en las plantas, tales como inhibición del crecimiento de las raíces, atrofia, quemadura de puntas y bordes de hojas y daño a la permeabilidad de las raíces. Se destaca como contaminante de las plantas vasculares y del liquen, incluso en áreas remotas, como el Ártico. Es tóxico para las algas verdes del agua dulce y para las algas verde-azuladas. Además afecta la abundancia de diatomas, y a las crisofitas, las criptofitas y los dinoflagelados. Se han reportado casos de envenenamiento con endosulfán en muchas partes del mundo.

c. Efectos de dosis letales

El imidacloprid es un insecticida relativamente nuevo, registrado por primera vez para su uso en el Reino Unido en 1993 y en los Estados Unidos en 1942. Es un insecticida sistémico, relacionado químicamente con la toxina del tabaco, la nicotina. Actúa bloqueando los elementos del sistema nervioso de los insectos, que son más susceptibles a los efectos tóxicos del imidacloprid que los de los animales de sangre caliente. El imidacloprid tiene una amplia variedad de usos suelos, semillas y foliar. Se utiliza para controlar insectos chupadores como, pulgones (*Aphis sp.*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Trips (*Trips sp.*) así como algunas especies de insectos masticadores, como insectos de orden coleóptera pero no tiene efecto sobre los nematodos o sobre la araña roja.

Puede usarse como baño para las semillas, como tratamiento de los suelos y como tratamiento foliar en diferentes cultivos, entre ellos arroz, algodón, cereales, maíz, remolacha azucarera, papas, vegetales, frutas cítricas, manzanas y peras y frutas. El ingrediente activo imidacloprid es considerado moderadamente tóxico por la Organización

Mundial de la Salud. En animales de laboratorio los síntomas de exposición aguda (a corto plazo) al imidacloprid incluyeron apatía y respiración dificultosa que duró cinco días. La DL50 para el imidacloprid (dosis oral que causa la muerte de la mitad de los animales de prueba) es de 450 mg/kg de peso corporal en las ratas y de 131 mg/kg en ratones. (Baker, P.S. 1987). La DL50 dérmica de 24 horas para las ratas es >5.000 mg/kg. Se considera que no es irritante para los ojos y la piel, a partir de pruebas realizadas con conejos. Entre los síntomas que aparecen tras una exposición aguda a la formulación agrícola del imidacloprid (imidacloprid y producto inerte) están la reducción de la actividad, la falta de coordinación, temblores, diarrea y pérdida de peso. Algunos síntomas duraron hasta 12 días después de la exposición, dos veces más que los síntomas de la exposición al ingrediente activo imidacloprid solo. Estudios de alimentación crónica en ratas mostraron que la tiroides es especialmente sensible al imidacloprid. Dosis diarias de 17 mg/kg de peso corporal causaron lesiones de la tiroides en los machos. Dosis ligeramente más altas, de 25 mg/kg diarios redujeron el aumento de peso de las hembras. En dosis aún más altas, tales como 100mg/kg diarios, los efectos incluyeron atrofia de la retina en las hembras. (Baker, P.S. 1987).

d. Efectos mutagénicos

El imidacloprid puede ser débilmente mutagénico. En pruebas relacionadas con la capacidad del imidacloprid para causar daño genético, presentadas a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US Environmental Protection Agency, EPA) como parte del proceso de registro, no se encontraron evidencias de daño genético, o sólo hubo evidencia en casos de alta exposición. Sin embargo, gracias a una nueva técnica que observa la capacidad de un producto químico para causar daño genético al unirse químicamente con el ADN, se comprobó que el insecticida Admire, a base de imidacloprid, aumenta la frecuencia de este tipo de daño. (Baker, P.S. 1987).

e. Efectos reproductivos

Los estudios de laboratorio sobre el imidacloprid han demostrado que causa un impacto sobre la reproducción. Al alimentar con imidacloprid a conejas preñadas entre el sexto y el decimoctavo días de preñez, se produjo un aumento en la frecuencia de abortos espontáneos y en el número de crías con esqueletos anormales. Estos efectos se observaron a una dosis de 72mg/kg diarios. En las ratas, un estudio de la dieta a través de dos generaciones, halló que las ratas alimentadas con imidacloprid dieron a luz crías más pequeñas; también experimentaron una reducción de su peso al recibir una dosis de 19 mg/kg diarios. (Baker, P.S. 1987).

M. La acción de los enemigos naturales

De acuerdo a Campos (1997, 2009), por ser un insecto exótico, la broca no cuenta con muchos enemigos naturales nativos en el continente Americano. Sin embargo, en su lugar de origen y otras partes del mundo se han identificado varios enemigos naturales de la broca y se han introducido algunos de ellos. Entre ellos podemos mencionar: Las avispas de la familia Bethyridae que actúan como ectoparásitos de los estados inmaduros y como depredadores de los adultos (*Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta*); la avispa de la familia Braconidae que actúa como endoparásito de los adultos *Phymasticus coffea* y los hongos entomopatógenos utilizados actualmente: *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), es una estrategia de carácter preventivo y perdurable que combina varias tácticas compatibles para reducir las poblaciones de organismos a niveles que no causen pérdidas económicas importantes, con efectos negativos mínimos sobre el ambiente y la salud humana.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), se originó como respuesta al sobre uso de plaguicidas en la agricultura tecnificada, como alternativa al uso calendarizado de plaguicidas; plantea el uso de múltiples tácticas para mantener las plagas por debajo de un umbral económico. (Baker, P.S. 1987).

N. Metodología de muestreo utilizada para el estudio de broca del café

El muestreo constituye una referencia para conocer la densidad de población de la plaga y su distribución para decidir la medida de control apropiado. En zona baja (hasta 600 m) muestrear a los 2.5 - 3.0 meses después de la primera floración representativa.

Para zona media (de 600-1200 m) muestrear a los 3.0 - 3.5 meses después de floración representativa y en zona alta (arriba de 1200 m) a los 4.0-4.5 meses después de la floración representativa. Por cada cafetal hasta de 4 ha, tomar al azar 20 sitios de muestreo cubriendo toda el área.

Cada sitio está representado por cinco plantas sobre el surco: en cada sitio se extraen 100 frutos al azar de la parte baja, media y alta de la planta y de sus 4 costados (20 frutos/planta). Para establecer el porcentaje, seguidamente se hace el recuento del número de frutos perforados. La cantidad de frutos brocados es igual al porcentaje de infestación por sitio. La infestación del lote de 4 ha se establece, sumando el total de frutos brocados dividido entre 20.

Cuadro 4. Control químico de la broca en función de la producción del cafetal y nivel de infestación de broca.

Producción del cafetal	Nivel de infestación broca
(qq pergo/ha)	(Focos de infestación/ha)
10	5%
20	4%
30	3%
Más de 40	2%

Fuente: (ANACAFE, 1981).

2.2.4. Marco referencial

Localización

La investigación se condujo en la Finca Esmeralda, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Villa Canales kilómetro 37, aldea el Jocotillo, del departamento de Guatemala, con una elevación de 1013 msnm y en las siguientes coordenadas: Latitud Norte 14° 19' 45.66" y longitud Oeste 90° 30' 49.77". Dista 37 Km. de la cabecera departamental. (Ver figura 2). La finca la Esmeralda cuenta con una extensión territorial aproximadamente de 1 caballería, teniendo como límites:

Al Norte: Finca Mala

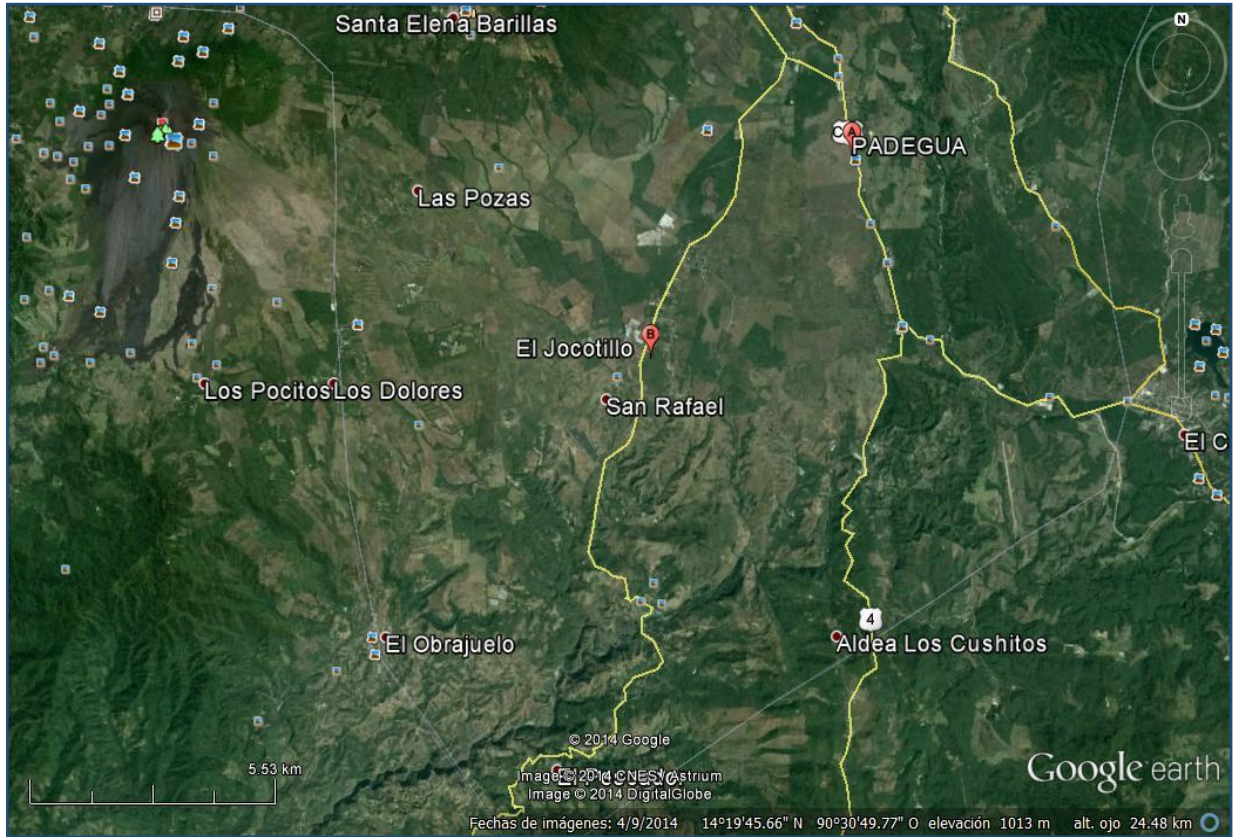
Al Sur: Caserío San Rafael

Al Este: Aldea el Jocotillo (Poblado)

Al Oeste: Finca San Jacinto

Zona de vida del área: Subtropical.

- ▶ **Alitud:** 1013 msnm
- ▶ Temperatura varía entre 23-26 grados centígrados.
- ▶ **Área:** 0.7 hectárea.
- ▶ **Variedad de café:** Bourbon , Caturra y Catuaí
- ▶ **Densidad de siembra:** 2,333 plantas por manzana (distanciamiento de 2.0 m de calle por 1.50 metros entre plantas)
- ▶ **Sombra:** Banano (*Musa paradísica*), Laurel (*Cordia sp*).
- ▶ **Suelo:** Franco-arenoso
- ▶ **Pendiente Promedio:** 3%
- ▶ **Precipitación pluvial:** 600-1400 mm.



Fuente: Googleearth, 2014.

Figura 2. Localización geográfica del área de estudio para la evaluación.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad de control del insecticida Imidacloprid 70% y el hongo *Beauveria bassiana* para control Broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari), implementando un manejo integrado.

2.3.2. Objetivos específicos

- 2.3.3.** Conocer la dosis adecuada del insecticida químico Imidacloprid 70% y el insecticida biológico *Beauveria bassiana* para obtener cuarenta días control sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).
- 2.3.4.** Determinar el efecto químico y biológico sobre las poblaciones de broca de café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari) que alcanzan el umbral económico en el cultivo de café, y el costo de aplicación por hectárea.
- 2.3.5.** Conocer la biología y hábitos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari), para poder determinar una etapa de aplicación de insecticida químico y biológico durante el ciclo del cultivo de café.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Productos evaluados

En cuadro 5, se muestran los productos y dosis a utilizados en la evaluación, llevada a cabo durante el ciclo cafetalero de mayo 2014 a febrero de 2015.

Cuadro 5. Productos a utilizar para la evaluación de control de poblaciones de broca del café (*Hypothenemus hampei. Ferrari*), en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa canales

Producto	Ingrediente Activo	Formulación	Clasificación toxicológica	Modo y Mecanismo de acción.	Dosis recomendada
Punto 70	Imidacloprid 70%	WP (Polvo mojable)	III	El producto realiza un efecto sistémico en la planta trabajando de manera acropetal, produciendo la muerte del insecto por Ingestión contacto con el producto.	150-200 gramos /ha (0.150-0.2 kg/ha)
<i>Beauveria bassiana</i> , Teraboveria 0.5 L	<i>Beauveria bassiana</i>	SI (Solución Líquida)	IV	Actúa de manera de contacto e ingestión parasitando al insecto plaga.	0.7-1.5 litros/ ha

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.4.2. Productos utilizados en la finca Esmeralda anterior a la evaluación.

El cuadro 6 presenta los productos utilizados, anterior a la evaluación en la finca esmeralda, eran utilizados por su efectivo control sobre la broca del café.

Cuadro 6. Productos utilizados anteriormente en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa Canales, donde se llevó a cabo la evaluación del estudio.

Producto	Ingrediente Activo	Formulación	Clasificación toxicológica	Dosis
Endosulfán	Endosulfán	EC	II	1.43 l/ha (1 l/mz)
Clorpirifos	Clorpirifos	WG	II	2.14 l/ha (1.5 l/mz)

Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.4.3. Modo de uso y aplicación de los productos evaluados.

A. Época de aplicación de insecticida biológico

La aplicación se realizó en la época adecuada para el control de broca, por la época de corte entre diciembre y enero, ya no hay aplicaciones de fungicidas que puedan inhibir el efecto de insecticida biológico *Beauveria bassiana*.

B. Modo de Aplicación de los productos evaluados

La aplicación de ambos productos en los tratamientos establecidos se llevó cabo en horas de la mañana entre seis y ocho, debido a que es la hora adecuada para dichas aplicaciones por las condiciones de temperaturas adecuadas para que un producto pueda actuar. El modo de aplicación fue de manera foliar con una bomba eléctrica de 16 litros recargable, calibrada en 250 litros de agua por hectárea.

C. Preparación, dosis y mezcla de insecticida biológico previo a la aplicación

1. Llenado de agua de un tonel de 200 litros a la mitad de su capacidad.
2. Aplicación del corrector de aguas Pegador PH, en dosis por litro de agua.
3. Aplicación del producto *Beauveria bassiana* en dosificación por bomba en 10ml, 45ml y 65ml por bomba de mochila de 16 litros.
4. Aplicación de surfactante organosiliconado, en 0.3ml por litro de agua.

D. Preparación, dosis y mezcla de insecticida químico previo a la aplicación

1. Llenado de agua de un tonel de 200 litros a la mitad de su capacidad.
Aplicación del corrector de aguas Pegador PH, en dosis de 1 ml por litro de agua.
2. Aplicación del producto Imidacloprid 70% en dosificación por bomba en 10, 15, 20 gramos por bomba de mochila de 16 litros.
3. Aplicación de surfactante organosiliconado, en 0.3ml por litro de agua.

2.4.4 Materiales y equipo

- Bomba de mochila de 16 litros, eléctrica recargable 110 V.
- Boquilla de 4 salidas de bronce.
- Cinta métrica.
- Marcadores
- Cintas de Nylon de Color para identificación de tratamientos.
- Corrector de aguas.
- Surfactante organosiliconado

2.4.5 Proceso de recolección de datos

Para la recopilación y análisis de los datos utilizados, se abarcaron tres fases.

Fase 1: Gabinete o fase de formulación de anteproyecto de estudio de caso, el cual incluye: Título, introducción, objetivos, etc.

Fase 2: Fase de campo, recolección de información, se recopiló la información en la oficina de la finca, el administrador proporcionó el folder donde tenían la información que en su momento realizaron.


Fase 3: Revisión y análisis, con la información que proporcionó el señor administrador de finca Esmeralda, se procedió a agrupar los datos anteriores y los datos tomados en campo en su momento, como se ilustra en los cuadros de anexos.

2.4.6 Diseño experimental

El experimento se estableció utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con:
 (7) tratamientos
 (4) repeticiones en la localidad.

2.4.7 Distribución de tratamientos y repeticiones aleatorios.

A continuación se muestra la distribución de los tratamientos y repeticiones en campo.



T1	T2	T3	T4	T5	T7
T2	T1	T2	T5	T2	T5
T4	T3	T1	T3	T4	T6
T3	T5	T6	T1	T6	T4

Figura 3. Distribución de los tratamientos y repeticiones dentro del área experimental

2.4.8 Unidad experimental

El área total de cada experimento será de 448 m² con las siguientes dimensiones: El área de los bloques fue de 4 m de largo * 4m de ancho, dejando 1 m entre tratamiento, El área total por bloque fue de 16m², con un metro de calle entre bloques, siendo siete tratamientos, y cuatro repeticiones por cada tratamiento. Cada unidad experimental está formada por 16 m², en donde hay un total de 5 plantas por cada unidad experimental y un total de veinte plantas por tratamiento, haciendo un total de 140 plantas por los siete tratamientos. Las variedades en donde se llevó a cabo fueron Bourbón y Caturra.

2.4.9 Descripción de tratamientos y repeticiones.

En el cuadro 7 se muestra las dosis, productos y número de aplicaciones realizadas durante la evaluación.

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos y repeticiones de tres dosis de insecticida químico imidacloprid y tres dosis de insecticida biológico *Beauveria bassiana*, realizadas en el estudio.

Tratamiento	Dosis/ha	Repeticiones	Producto a evaluar	No. Aplicaciones
1	100 g	4	Imidacloprid 70%	1
2	125 g	4		
3	150 g	4		
4	500 ml	4	<i>Beauveria bassiana</i>	1
5	700 ml	4		
6	100 ml	4		
7	Testigo	4	Sin aplicación	-

Fuente: Elaboración propia, 2014.

2.4.10 Modelo estadístico

Según la metodología estadística utilizada en la evaluación, modelo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo estos: Y_{ij} = El resultado de la variable de respuesta.

μ =El valor de la media general

τ_i : el efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} = el efecto del error experimental sobre la i, j-ésima unidad experimental.

2.4.11 Método de muestreo

Se llevó a cabo con el método implementado por ANACAFÉ para muestreo de broca (*Hypothenemus hampei*. Ferrari.).

1. tomar 20 sitios dentro del lote de la finca. Cada sitio está formado por 5 plantas, haciendo un total de 100 plantas.
2. De las plantas seleccionadas del sitio que son 5 plantas, se corta de cada una de las 5 plantas 20 frutos al azar misma, y se realiza el conteo del número de granos brocados de esa planta.
3. Luego de haber repetido lo mismo con las 5 plantas en los 20 sitios seleccionados se procede a sacar un porcentaje de infestación por hectárea que se saca utilizando la fórmula siguiente.

4. La metodología de ANACAFE indica que por cada lote 3.5 hectáreas, se tomen 20 sitios, lo que equivale a que a un lote de una manzana o 0.6 hectáreas, se tomen cuatro sitios con 5 plantas cada una.
5. La fórmula utilizada para medir el porcentaje de infestación de broca en un área es la siguiente: $A = B \cdot C$.

También se utilizó la metodología de ANACAFÉ que consiste en contar los granos brocados de los 20 frutos que se toman de cada una de las 5 plantas para hacer un total de 100 frutos, siendo el porcentaje de infestación el número de frutos brocados sobre esos 100 tomados.

Para el conteo luego de aplicación los granos de café tomados al azar fueron cortados transversalmente para ver la eficiencia de control y poder determinar si había presencia del insecto vivo y no dentro del fruto.

Este muestreo se llevó a cabo en octubre y diciembre de 2014, finca La Esmeralda aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala. Dicho muestreo se realizó en el área productiva de la finca, en donde se cuantificaron 2.8 hectáreas (Ver figura 5A).

2.4.12 . Manejo del experimento

Se realizó un muestreo con un intervalo de 10 días, realizando un conteo de granos por rama de cada planta seleccionada, en la unidad experimental. Los niveles varían en función de los rendimientos por área, Se han establecido niveles críticos de 5% de infestación para rendimientos hasta de 900 kilogramos pergamino por 0.7 hectáreas; 4% de 950-1360 kilogramos y 3% para rendimientos de 1400-1800 kilogramos.

2.4.13 Análisis económico de los costos de aplicación para la evaluación por hectárea de los tratamientos.

En el cuadro 8 se muestran los costos totales por ha de los plaguicidas evaluados como alternativa de uso para el control de la broca, al compararse con los costos de productos utilizados anteriormente en la finca, los costos por ha se reducen por el intervalo de aplicaciones, durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 8. Costo total de los insumos de aplicación para la evaluación de control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari) realizada en la aldea el Jocotillo, Villa canales, Guatemala, de octubre de 2014 a febrero de 2015.

Producto	Precio (Q)	Dosis/mz (7000 m ²) recomendada	Dosis /ha recomendada	Precio / ha. (300 l de agua)	Jornal	Precio total con adherente y corrector de pH por ha.
Imidacloprid 70%	Q. 1,000.00/kg	100 g	143 g	Q. 143.00	Q. 124.00	Q. 187.70
<i>Beauveria bassiana</i>	Q. 172.00/l	700 ml	1000 ml	Q. 172.00	Q. 124.00	Q. 316.70
Adherente + corrector de aguas.	Q. 230.00/l	60 ml	90 ml	Q. 20.70		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

*1 jornal 2 días para 1 ha= Q. 62 por día * 2 días = Q. 124.00

2.4.14. Umbral de la plaga

El cuadro 9 muestra los rangos de daño que ocasiona la presencia de determinado porcentaje de infestación de broca presente en campo, este porcentaje se determina por metodologías de muestreo implementadas por ANACAFE.

Cuadro 9. Rangos de porcentaje de infestación por hectárea de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

% Infestación de broca	Rango de daño ocasionado
2%	BAJO
3%-4%:	MEDIO
5%>	ALTO

Fuente. ANACAFE, 1981.

2.4.15. Variables a evaluar y metodología de evaluación

A. Efectividad del control químico

Se tomó la metodología de muestreos implementada por ANACAFÉ para determinar el porcentaje de infestación de broca en la finca, aplicando en los tratamientos el insecticida químico imidacloprid 70% con la dosificación de 0.1 kg/ha, 0.125 kg/ha, 0.150 kg/ha cada uno de estos con cuatro repeticiones, y se utilizó un volumen de agua de 250 l/ha.

B. Efectividad del control biológico

Se tomó la metodología de muestreos de ANACAFÉ para determinar el porcentaje de infestación de broca en la finca, aplicando en los tratamientos el insecticida biológico *Beauveria bassiana* 0.5 L, con la dosificación de 0.5 l/ha, 0.7 l/ha, 0.1 l/ha

cada uno de estos con cuatro repeticiones, y se utilizó un volumen de agua de 250 litros/ha.

C. Etapas de aplicación

Las etapas de aplicación óptimas de los insecticidas durante el ciclo del café para el control de broca de café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari). Estas se determinaron partiendo del ciclo biológico de la broca (*Hypothenemus hampei*. Ferrari). Y las semanas después de floración en las cuales el fruto es más propenso a ataque de broca, en base a esto se determinó el número de aplicaciones durante el ciclo del cultivo de café, de los insecticidas Imidacloprid 70% y *Beauveria bassiana* 0.5 L, tomando en cuenta que para realizar el manejo integrado y determinar el número de aplicación en durante el ciclo se debe evitar la alternancia de plaguicidas.

2.4.16. Análisis de información

Se llevó a cabo con los datos recopilados en los muestreos llevados a cabo durante 65 días, posteriormente se ingresarán los datos al programa estadístico INFOSTAT ®, en donde serán analizados y comparados para obtener los resultados de la investigación. Dentro Porcentaje de infestación por broca en el lote (pre cosecha) La variable porcentaje de infestación de broca en lote, se evaluó haciendo uso de los procedimientos estadísticos que corresponden al diseño experimental, los datos analizados se obtuvieron al monitorear poblaciones en dos temporadas, siguiendo el método recomendado por la Asociación Nacional del Café (ANACAFE, 1981) descrito con anterioridad.

Sobre la base de las observaciones fenológicas de los frutos, orientadas a establecer la época apropiada para realizar los muestreos, para la cosecha el muestreo se realizó en el mes de octubre de 2014 y para la cosecha diciembre y enero en épocas en que los frutos habían alcanzado el grado de semi consistencia y consistencia respectivamente favorable para el inicio del ataque de la plaga.

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Efecto y dosis adecuadas para el control de Infestación de broca (*Hypothenemus hampei. Ferrari*)

Los datos de infestación recuperados, se sometieron a análisis de varianza (ANDEVA), lo cual permitió determinar que para el primer muestreo en planta y en cada unidad experimental, si existe diferencia estadística entre tratamientos. Esto se esperaba porque según lo cuantificado en el análisis el insecticida químico tuvo más efectividad de control en el porcentaje de infestación de broca que el insecticida biológico, esto analizado en los primeros veinte días de luego de la aplicación de los tratamientos químicos. Los tratamientos que presentaron diferencias significativas fueron interpretados según el análisis de la prueba de Tukey.

En el cuadro 10 presentan los resultados de los porcentajes de infestación obtenidos en el primer muestreo realizado entre los 25 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos, los resultados nos muestran una media de porcentaje de infestación de broca, este datos nos permite identificar en que rango de infestación se encuentra cada tratamiento y si el tratamiento está siendo efectivo para el control de broca.

Cuadro 10. Resultados de los porcentajes de infestación por tratamientos, en el primer muestreo realizado entre 25 y 30 días post aplicación de los tratamientos por ha, en la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa Canales Guatemala.

	TRATAMIENTO	REPETICIONES				MEDIA
		I	II	III	IV	
A	100g Imidacloprid (0.1 kg/ha)	2	7	4	9	6
B	125 g Imidacloprid (0.125 kg/ha)	3	2	4	2	3
C	150 g Imidacloprid (0.150 kg/ha)	0	3	1	0	1
D	500 ml <i>Beauveria bassiana</i> . (0.5 l/ha)	1	2	1	1	1
E	700 ml <i>Beauveria bassiana</i> (0.7 l/ha)	3	0	0	2	1
F	100 ml <i>Beauveria bassiana</i> . (0.1 l/ha)	3	5	2	2	3
G	Testigo	4	6	3	9	6

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para el primer muestreo los datos de la efectividad de los insecticidas biológico y químico en el porcentaje de infestación de broca, posteriores a la implementación, mostraron diferencias significativas ($P=0.0044$) entre tratamientos razón por la cual se efectuó discriminación de medias mediante la prueba de Tukey ($P=0.01$).

En el cuadro 11, se presentan los resultados de los resultados del análisis de varianza para el primer muestreo, teniendo como resultado los tratamientos evaluados que son más efectivos para el control de broca durante el ciclo del cultivo de café.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el primer muestreo de porcentaje de infestación realizado en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Fuente de variación.	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	P valor tab.
Modelo	103.39	9	11.49	3.49	0.0116 (**)
Dosis tratamientos	90.43	6	15.07	4.58	0.0055 (**)
Rep.	12.96	3	4.32	1.31	0.3012 (NS)
Error	59.29 1	8	3.29		
Total	162.68	27			

Fuente: Elaboración propia, 2015

Según los niveles en función de los rendimientos por área, Se han establecido niveles críticos de 5% de infestación para rendimientos hasta de 900 kilogramos pergamino por 0.7 hectáreas; 4% de 950-1300 kg y 3% para rendimientos de 1400-1800 kg. Por los datos analizados anteriormente que se encuentran por encima del umbral, representando pérdidas económicas en el lote del cafetal, fue necesario llevar a cabo un control químico o biológico y evaluando el más efectivo tanto en control, época de aplicación por problemas residuales y costos.

Los costos de aplicación pueden reducirse al solamente aplicando el tratamiento más rentable si solamente se desea controlar en los primeros treinta días siendo estos los tratamientos C, D, E ya que presentan las medias más bajas de porcentaje de infestación por tratamiento, a pesar de la alta residualidad del imidacloprid en otros cultivos, dígame hortalizas mayormente, sin embargo en el cultivo de café según los porcentajes de infestación la residualidad de imidacloprid fue baja, y no fue trascendental, ya que su efectividad de control fue baja. Cabe recalcar que al momento de haberse aplicado y entre los primeros quince y veinte días, el efecto de dicho producto tuvo un impacto visual de campo, suprimiendo gran cantidad de brocas, sin embargo se reitera que esto solo ocurrió

en los primeros días con el tratamiento que tenía la dosis más alta de imidacloprid 70% que era de 150 g (0.150 kg/ha) y la dosis recomendada es entre 100g (0.1 kg/ha) y 200 g por hectárea (0.2 kg/ha). El efecto de *Beauveria bassiana*, tuvo poco control en los primeros quince días, mas sin embargo en el transcurso de los treinta días que duraba el primer muestreo las esporas del hongo fueron efectivas en el control de broca, como se pudo notar en los tratamientos D y E donde se evaluaron dosis de 500ml (0.5 l/ha) y 700 ml (0.7 l/ha) respectivamente.

En el cuadro 12 se muestran las dosis de los tratamientos evaluados y la diferencia significativa de control entre ellos, según el análisis estadístico de medias Tukey, entre los 25 y 30 días post aplicación.

Cuadro 12. Análisis de medias de Tukey para el primer muestreo realizado en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Dosis	Media	n	Grupo Tukey
150 g	1.00	4 0.91	A
700 ml	1.25	4 0.91	A
500 ml	1.25	4 0.91	A
125 g	2.75	4 0.91	A B
100 ml	3.00	4 0.91	A B
Testigo	5.50	4 0.91	B
100 g	5.50	4 0.91	B

Fuente: Elaboración propia, 2015

Según el análisis de interpretación de medias de Tukey para el primer muestreo nos indica que, los tratamientos C-D-E donde se aplicaron 150 g de imidacloprid, 500 ml y 700 ml de *Beauveria bassiana* respectivamente son igual de significativos por lo tanto son las mejores dosis para aplicar que los tratamientos A-B-F de 100 g de imidacloprid, 125 g de imidacloprid, y 100 ml de *Beauveria bassiana*. Respectivamente. Cualquiera de los

tratamientos C-D-E que se aplicaron son eficaces para el control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari) más sin embargo según el análisis económico realizado, el más rentable por menor costos e igual efectividad es el tratamiento “D” donde se aplicaran 500 ml (0.5 l/ha) del insecticida biológico *Beauveria bassiana* para el control de broca del café.

En el cuadro 13 se indica el resultado del segundo muestreo a los 60 días de haber realizado la aplicación de los tratamientos y el resultado de la efectividad de control de broca.

Cuadro 13. Resultados del segundo muestreo realizado 60 días post aplicación de los tratamientos por hectárea, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

	TRATAMIENTO	REPETICIONES				MEDIA
		I	II	III	IV	
A	100g 0.1 kg/ha	5	5	7	2	4.6
B	125 g 0.125 kg/ha	1	5	9	2	4.2
C	150g 0.150 kg/ha	2	6	2	3	3.4
D	500 ml 0.5 l/ha	4	1	3	1	2.5
E	700 ml 0.7 l/ha	0	0	1	0	0.3
F	100 ml 0.1 l/ha	2	3	4	3	3.1
G	Testigo	6	3	8	5	5.5

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 14 se presenta el análisis estadístico de varianza de los tratamientos de plaguicidas evaluados para el control de broca del café.

Cuadro 14. Análisis de la Varianza para el segundo muestreo 60 días post aplicación de los tratamientos evaluados en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Fuente de variación.	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calc.	P valor tab.
Modelo	98.99	9	10.99	3.34	0.01141 (**)
Dosis tratamientos	73.30	6	12.23	3.72	0.01140 (**)
Rep.	25.54	3	8.51	2.59	0.0849 (NS)
Error	59.21	8	3.29		
Total	158.11	27			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para el segundo muestreo los datos de la efectividad de los insecticidas biológico y químico en el porcentaje de infestación de broca, posteriores a la implementación, mostraron diferencias significativas entre tratamientos, razón por la cual se efectuó discriminación de medias mediante la prueba de Tukey ($P=0.01$).

El cuadro 15 muestra las dosis de los tratamientos evaluados y la diferencia significativa de control entre ellos, según el análisis estadístico de medias Tukey, entre los 55 y 60 días post aplicación, dato que nos fue de utilidad para determinar los tratamientos con mayor efectividad de control.

Cuadro 15. Análisis de medias de Tukey para el segundo muestreo en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Dosis	Media	n	Grupo Tukey
700 ml	0.25	4 0.91	A
500 ml	2.25	4 0.91	AB
100 ml	3.00	4 0.91	AB
150 g	3.25	4 0.91	A B
125 g	4.25	4 0.91	A B
100 g	4.75	4 0.91	B
Testigo	5.50	4 0.91	B

Fuente; Elaboración propia, 2015.

Según el análisis de Tukey del porcentaje de infestación de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en la evaluación realizada nos indica que el mejor tratamiento sesenta días después de haber aplicado los tratamientos de insecticida químico Imidacloprid al 70% y el insecticida biológico *Beauveria bassiana*, es el tratamiento “E”, donde se aplicó una dosis del insecticida *Beauveria Bassiana*, de 700 ml (0.7 l/ha), esta dosis fue la que presento un mejor control según el presente análisis. Las observaciones en campo nos indicaron que en los primeros treinta días antes del segundo muestreo la dosis de control efectiva y rentable era la del tratamiento “D” donde se estaban aplicando 500 ml (0.5 l/ha) de *Beauveria bassiana* por Ha, más sin embargo en un periodo de sesenta días la dosis más eficiente de control de broca del café fue el tratamiento “E” donde se aplicó una dosis de 700 ml (0.7 l/ha) por hectárea, es significa que es posible controlar el porcentaje de infestación de broca. Si se aplicara este producto si alternarlo con otro producto químico el costo por hectárea de control tendría un valor de Q.150.73, haciéndolo rentable comparado con el insecticida químico si este hubiera tenido una buena efectividad de control. Un aspecto importantes mencionar que la formulación del insecticida químico imidacloprid es un polvo mojable (WP) significa que sus partículas de ingrediente activo y material inerte forman con el agua un sistema heterogéneo de dos fases, separables por

medios mecánicos o reposo. Son partículas finamente divididas que llevan absorbido el p.a. (principio activo), generalmente insoluble en agua, y pueden mojarse, lo que hace que su efectividad de control sea alta, más sin embargo en el control de broca, no tuvo la efectividad esperada. Sin embargo en los insecticidas químicos, Clorpirifos, Profenofos, Endosulfán y Fipronil, que también son utilizados para el control de broca en el café, en casos anteriores se ha tenido como resultado que los daños en granos de café en porcentaje de infestación han sido bajos (0,83 a 1,89 %) en todos los tratamientos, sin diferencias significativas entre los mismos, (Wood, SL. 1982).

Más sin embargo se debe tomar en cuenta que los problemas de trazabilidad de productos químicos en el café no son aceptados en los estándares de calidad del mismo, por lo que estos otros productos si se pueden hacer uso si el café de consumo local, mas sin embargo no en el café que va ser exportado.

El insecticida químico que se evaluó, en otros estudios para el control de broca del café, no ha tenido el efecto deseado en el cultivo. El comportamiento de los insecticidas *Beauveria bassiana* e Imidacloprid al 70%, evaluados en nuestra investigación fue homogéneo y con un efecto significativo en la mortalidad de broca, demostrado en la cuantificación del porcentaje de infestación por tratamiento. Con base a estos resultados la aplicación de *B. bassiana* fue efectiva a pesar de que el intervalo de aplicación recomendado es cada veinte y quince días, su efectividad fue alta en sesenta días manteniendo días control en las poblaciones de broca del café, ya que mantuvo un rango abajo del umbral económico, mientras que el insecticida químico que se especulaba iba tener un control de treinta días solamente con una aplicación con los resultados de las dosis aplicadas tuvo menor días control menor eficiencia según los análisis estadísticos realizados. Las brocas llevadas a laboratorio dentro de los granos, semi maduros extraído de las plantas de los tratamientos donde se aplicó insecticida químico, se observó que no dañaron el endospermo, solamente intentaron introducirse dentro de él, más sin embargo en otros granos extraídos después de los quince días de aplicación de imidacloprid, si se ve daño dañado el endospermo de los granos por lo que nos indica que este insecticida tuvo menor efecto repelente y de supresión para con la plaga.

2.5.2. Análisis de efecto químico, biológico y costo por hectárea de los insecticidas evaluados sobre las poblaciones de broca del café.

En el cuadro 18 se muestran los costos por ha, del control biológico y del control químico, partiendo de las dosis evaluadas y de la efectividad de las mismas, tomando en cuenta minimizar costos y tener un control adecuado de broca del café.

Cuadro 16. Costos de aplicación de tratamientos por hectárea en base al costo total por hectárea, de septiembre de 2014 a febrero de 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el control de broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).

Insecticida	Dosis aplicada en tratamiento	Costo/ha
Imidacloprid 70%	100 g (0.1 kg/ha)	Q. 187.7
Imidacloprid 70%	125 g (0.125 kg/ha)	Q. 234.62
Imidacloprid 70%	150 g (0.150 kg/ha)	Q. 281.55
<i>Beauveria bassiana</i>	100 ml (0.1 l/ha)	Q. 21.54
<i>Beauveria bassiana</i>	500 ml (0.5 l/ha)	Q. 107.64
<i>Beauveria bassiana</i>	700 ml (0.7 l/ha)	Q. 150.73

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Normalmente la comparación de métodos químicos y biológicos se trata de hacer solamente de la perspectiva económica y de eficiencia que generalmente son los

dos criterios en la selección de controles de broca del café y de enfermedades como la roya para poder obtener resultados favorables al cultivo. Es de vital importancia comprar que también el modo de acción es diferente entre los insecticidas biológicos y los insecticidas químicos, inicialmente al momento de evaluar eficiencias pueden tener un bajo costo y son capaces de controlar la plaga de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari), pero debemos considerar que a largo plazo existe la posibilidad de generar resistencia. Sin embargo los insecticidas biológicos como *Beauveria bassiana*, toman muchas veces más tiempo para causar la muerte de la plaga, pero esto puede ser compensado con su establecimiento en el medio como agentes permanentes de mortalidad que tiene un prolongado periodo de control y son más selectivos a la fauna benéfica.

El análisis de los costos indicó que, la disminución de costos por hectárea para el manejo de broca del café (*H. hampei*. Ferrari) ya que también se estrecharon la disminución de costos entre las dosis bajas de imidacloprid con acción preventiva y las dosis altas de *Beauveria bassiana*, los costos de control de estos dos insecticidas no fueron comparados con los controles anteriores ya que nunca fueron realizados dentro de la finca Esmeralda, el Jocotillo, Villa Canales.

La alternancia de aplicación entre el insecticida Imidacloprid y el insecticida biológico *Beauveria bassiana*, a pesar de que esta metodología incurre en mayor inversión económica se obtiene mayores ingresos netos en base a la producción promedio de la finca que conto con una hectárea de café con rendimientos de 8,967.11 kilogramos (172.4 quintales) de café en cereza, que equivalen a 5,111.25 kilogramos en pergamino (98.293 quintales) con el precio de \$7 por libra de café (en pergamino) se pueden obtener buenas cifras de alternancias teniendo un control preventivo, y así evitar la alternancia de plaguicidas porque se puede originar una resistencia de la plaga al mismo, creando una supresión selectiva.

En el cuadro 18 se muestra los resultados del peso de 100 granos de café, cortados durante la etapa de cosecha del ciclo del cultivo del café del año 2014, el peso promedio mostrado en el cuadro nos indica si el control de broca fue efectivo en relación a los tratamientos aplicados fue efectivo y si repercutió en el peso del grano que es importante en la conversión de cereza a pergamino.

Cuadro 17. Peso en gramos de 100 granos de café en el primer y segundo muestreo realizado a los treinta y sesenta días después de la aplicación, de septiembre 2014 a febrero 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo, Villa canales para el control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

No.	Tratamiento	Dosis/ha	Peso de 100 g (0.1kg) de café maduro		
			100 granos de café (primer muestreo).	100 granos de café (segundo muestreo).	Peso promedio en gramos.
1	Imidacloprid 70%	100 g (0.1 kg/ha)	203	188	196
2	Imidacloprid 70%	125 g (0.125 kg/ha)	288	197	243
3	Imidacloprid 70%	150 g (0.150 kg/ha)	123	203	163
4	<i>Beauveria bassiana</i>	100 ml (0.1 l/ha)	176	210	193
5	<i>Beauveria bassiana</i>	500 ml (0.5 l/ha)	206	169	188
6	<i>Beauveria bassiana</i>	700 ml (0.7 l/ha)	172	201	187
7	Sin aplicación	Testigo	123	175	149

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Dentro del peso promedio cuantificado después de sesenta días de los tratamientos químicos y biológicos aplicados, sabemos que a los sesenta días el tratamiento más efectivo es el tratamiento donde se aplicó 700 ml (0.7 l/ha) de *Beauveria bassiana*, la cual presento el porcentaje de infestación más bajo, a los treinta días se logró observar que los tratamientos donde se utilizó una dosis de 125 g (0.125 kg/ha) y 150g (0.150 kg/ha) de imidacloprid por hectárea fueron efectivos así mismo la dosis de *B. bassiana* de 500ml /ha.

Sin embargo a los resultados de peso promedio de granos de café maduros próximos al corte, poseen un mayor peso en los tratamientos donde se aplicó 125 g (0.125 kg/ha) y 150 g (0.150 kg/ha) de imidacloprid por lo que significa que a pesar de que *B. bassiana* tuvo control hasta sesenta días en insecticida químico luego de funcionar los primero quince y veinte días tuvo efecto repelente y efecto de mortandad por contacto e ingestión de adulos y de larvas que ya no siguieron lastimando el grano.

Los tratamientos de tuvieron control de adulos, mas sim embargo si se lastimaron los granos generando pérdida de peso tal y como se muestran en los resultados, esto quiere decir que tiene efectividad en adulos, per en larvas de *H. hampei* Ferrari, no tiene control ya que generaron daños en el endospermo del fruto generando problemas de peso, tanto los tratamientos donde se aplicó insecticida químico y biológico tuvo efecto significativo en el control de broca del café, comparados con el testigo que posee el peso mínimo promedio de granos, lo que indica que se debe aplica tanto insecticida biológico o químico según la rentabilidad y la capacidad económica del agricultor, en este caso es recomendable aplicar la dosis de 700 ml (0.7 l/ha) de *Beauveria bassiana* para el control de broca como se mencionó anteriormente, por la ala rentabilidad y porque genera poca perdida promedio de peso de granos de café.

Con los datos obtenidos a través del proceso de recuperación y documentación de la Información y siguiendo la metodología de evaluación de este estudio, para cada una de las variables, que en este caso son la efectividad de alguno de los dos insecticidas evaluados, se presentan, discuten y evalúan los siguientes resultados: Previo a realizar los análisis de varianza (ANDEVA), se determinó la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas para cada una de las variables evaluadas. Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación de la efectividad de los insecticidas evaluados, se implementó como estrategia preventiva y supresora un manejo integrado de broca (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Dentro del área productiva de finca el programa de control, incluye las fechas óptimas aplicación después de la floración de los insecticidas Imidacloprid 70% y *Beauveria bassiana* estos aplicados a una dosis de 150 g/ha y 700 ml/ha respectivamente, incluyendo también una actividad de repela después de la cosecha para evitar focos de infección de la plaga y así el control de la plaga de la broca (*Hypothenemus hampei*. Ferrari) es efectivo en cuanto a rentabilidad y porcentaje de infestación en el área productiva.

2.5.3. Etapa de Aplicación óptima de los insecticidas para control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

En el cuadro 18 se muestra los resultados de la aplicación óptima de insecticida biológico y químico durante el ciclo de cultivo de café, conociendo los hábitos y comportamiento de la broca según su ciclo de reproducción y evitar que pueda haber resistencia hacia los insecticidas *Beauveria bassiana* e imidacloprid.

Cuadro 18. Resultados de la determinación de la época adecuada para la aplicación del insecticida más rentable, de septiembre de 2014 a febrero de 2015, en el lote de la finca Esmeralda, aldea el Jocotillo Villa canales para el control de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari).

Estado de la plaga broca del café (<i>H. hampei</i>. Ferrari)	Edad del cultivo	Etapa fenológica del fruto	Control	Mes
Latencia e inicio de búsqueda de frutos para colonizar.	7 semanas después de la floración	Es una etapa de crecimiento lento, en la cual el fruto tiene el tamaño diminuto	Imidacloprid 70%	Junio
Ataque de broca	8 a 17 semanas después de la floración	El fruto crece en forma acelerada y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa o lechoso.	-	Agosto-septiembre
Ataque de broca	18 a las 25 semanas después de la floración	La semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.	1 aplicaciones de Beauveria Bassiana	Entre Última semana de octubre y primeras de noviembre

Fuente: Elaboración propia, 2015.

La broca, como se dijo antes, no emerge de los frutos durante los periodos secos generando una gran descendencia la cual inicia su salida cuando comienzan las lluvias aproximadamente en los meses de mayo y junio. Durante los periodos lluviosos se presenta una emergencia muy continua pero en cantidades muy bajas debido a que por efecto de las precipitaciones la broca no se reproduce en grandes cantidades dentro de los frutos. Desde el momento de la floración hasta la maduración del fruto transcurren en promedio 32 semanas. El desarrollo del fruto

dura de 220 a 240 días en promedio en esta región, es por eso necesaria la implementación de un manejo integrado. En estados tempranos de desarrollo. Cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50% caen de las ramas y muchos de ellos se tornan de un color característico al de la madurez; pero si el ataque ocurre después de los tres meses de edad la caída de frutos es menor. Un aspecto importante es que cuando se realiza la cosecha en los meses de noviembre diciembre y enero, se descuida muchas veces la repela, los frutos que caídos son focos de infección de broca del café y no se implementa control, ya que la planta no posee grano, es por eso que se debe de realizar la actividad cultural preventiva de la plaga de la repela para que no sea necesario la aplicación de un insecticida luego de terminada la cosecha y así brocas activas. Después de las lluvias que siguen a un periodo de sequía (déficit hídrico), en el año se presentan en la región cafetera central dos períodos definidos de floraciones correspondientes a la cosecha principal del segundo semestre y a la cosecha del primer semestre. El primer período va de mediados de marzo a finales de mayo y el segundo desde principios de septiembre hasta finales de noviembre. Entre la antesis y el fruto maduro transcurren 32 semanas y que el fruto alcanza un 20% de peso seco entre 110 y 140 días después de la floración. Se comprobó que la broca puede atacar los frutos desde 70 días después de la floración, pero tan sólo en frutos mayores a 120 días cuando éstos tienen más del 20% de peso seco, los encuentra aptos para iniciar su reproducción mediante la ovoposición que según su biología ocurre aproximadamente de 4 a 5 días en frutos mayores a 150 días con un peso seco del 20%, mientras que esta toma hasta 90 días cuando se expone a frutos de 60 días de edad. El registro de las floraciones en las fincas es muy importante porque permite hacer predicciones sobre el tiempo de ocurrencia de la cosecha, sus picos y los momentos críticos de posibles ataques de la broca. Esta información fue muy útil para un programa de manejo de la broca y lograr una mayor eficiencia para controlar las poblaciones de la broca que estén penetrando los frutos. Las dos aplicaciones una de Imidacloprid al 70% al inicio de las lluvias y de *Beauveria bassiana* antes del corte (20-25 semanas), son las aplicaciones vitales para el buen crecimiento del grano, generando de esta manera un bajo

porcentaje de pérdida de peso. Tomando en cuenta también las aplicaciones de fungicidas químicos, solamente se realiza una aplicación de *Beauveria bassiana* previo a la cosecha y una actividad cultural al finalizar la misma, reduciendo costos, los fungicidas químicos inhiben la acción biológica de *Beauveria bassiana*, y no pueden ser aplicados con intervalos de tiempo muy cortos (30-35 días) previo a haber aplicado insecticidas biológicos. La aplicación única de imidacloprid 70% se realiza luego de las 7 semanas después de la floración, por el motivo que la broca del café es cuando inicia la búsqueda de frutos para colonizar y es efectivo el control si se erradica el insecto antes que encuentre frutos en el suelo para mantenerse en latencia y a reproducirse. Así mismo no existe problema con la aplicación 7 semanas después de la floración porque en ese intervalo entre los meses de abril y mayo inicia la época lluviosa en el área, y es necesario la aplicación de fungicidas para el control de hongos como roya del café (*Hemileia vastatrix*), ojo de gallo (*Mycena citrocolor*) entre otras, así que la mezcla de imidacloprid y fungicidas químicos no produce problema de eficiencia de acción del insecticida y tampoco del fungicida. Por lo que se pueden aplicar conjuntamente también por la miscibilidad formulaciones químicas de fungicidas de polvo mojable (WP), soluciones concentradas (SC) entre otras. El programa de manejo de broca esta realizado tomando en cuenta un aspecto muy importante hoy en día con los plaguicidas, este aspecto agroecológico es evitar la alternancia entre insecticidas químicos y la alternancia entre químicos y biológicos, esto puede provocar una resistencia de la plaga al insecticida generando una presión de selección. Esto en un futuro va generar problemas de mutación genética del insecto y pérdidas económicas difíciles de controlar para el productor.

2.6. CONCLUSIONES

- 2.6.1.** Entre los tratamientos químicos evaluados, uno de los tres tratamiento redujo significativamente las poblaciones de broca del café (*Hypothenemus hampei*. Ferrari), a 150 g (0.150 kg) por hectárea, es esta la dosis del insecticida químico más adecuada para el control de broca del café (*Hypothenemus. hampei*. Ferrari).
- 2.6.2.** Todas las dosis de producto biológico *Beauveria bassiana* para el control de broca del café, fueron estadísticamente superiores al testigo y a los tratamientos donde se utilizó el insecticida químico imidacloprid para control de adultos de broca del café. La dosis más rentable de *Beauveria bassiana* es donde se utilizó 500 ml (0.5 l) por ha por lo tanto es dosis más efectiva para control biológico de la broca del café (*H. hampei*. Ferrari).
- 2.6.3.** La broca del café inicia su aparición desde la 7 semanas después de la floración, inicia su colonización a partir de la 8 semana después de la floración cuando el fruto adquiere su tamaño final y la semilla tiene consistencia gelatinosa, la colonización y ataque de broca alcanza hasta 26- 32 semanas después de la floración, hasta que el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado listo para el corte. Las aplicación de control preventiva química de imidacloprid al 70% se realiza entre la 7 y 8 semanas después de floración y la siguiente aplicación de insecticida biológico *Beauveria bassiana* entre la 18-25 semanas después de la floración, para un control rentable y eficiente de la broca del café.

2.7. RECOMENDACIONES

- 2.7.1.** Realizar evaluaciones de los productos biológicos, principalmente *B. bassiana*, efectuando aplicaciones con mayor frecuencia dosificaciones más concentradas, así mismo realizarlo con productos químicos a base de Imidacloprid y tomando en cuenta que no se incrementen los costos de mano de obra por excesivas aplicaciones.
- 2.7.2.** Realizar aplicaciones químicas de Clorpirifos y Confidor (Imidacloprid 70%) para el control de broca, ya que el producto presenta una dosis y una concentración similar al insecticida Punto 70WP (Imidacloprid 70%) evaluado en la presente investigación tomando en cuenta si la rentabilidad es favorable para el agricultor así mismo evitar la alternancia. .
- 2.7.3.** Se recomienda evitar la alternancia entre insecticida químico e insecticida biológico, para evitar la resistencia al insecticida químico de la broca del café, es recomendable utilizar preferiblemente en las dosis de 500 ml (0.5 l) y 700 ml (0.7 l) de *Beauveria bassiana* dependiendo del grado de infestación preferiblemente antes de la cosecha.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 1981. La broca del fruto del café *Hypothenemus hampei*. Guatemala, ANACAFE, Subgerencia Técnica. 11 p. (Folleto Técnico no. 3).
2. Baker, PS. 1987. Biología, ecología y hábitos de la broca. *In* Seminario sobre manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.) (2, 1987, HN). Memorias. San Pedro Sula, Honduras, IICA. p. 202.
3. Barrera Gaytán, JF. 1992. Dynamique des populations du scolyte des fruits ducafeier *Hypothenemus hampei* (Coleóptera: scolytidae), etlutte biologique avecle parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenóptera: bethylidae). These PhD. Entomologie Applique. Toulouse, France, Universite Paul-Babatie. p. 301.
4. Barrera Gaytán, JF; Baker P, S. 1986. Avances de investigación del CIES sobre broca del grano del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Tapachula, Chiapas, México, IICA. 202 p.
5. Campos, AG; García, A. 1997. Control biológico de la broca del café-MIB (*Hypothenemus hampei*) aplicación del manejo comercial en finca. Guatemala, ANACAFE. p. 22.
6. Capinera, JL. 2002. Pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). *In* Lverage: datos generales del producto, productos fitosanitarios. Florida, US, Bayer Crop Sciences / Florida Cooperative Extension Service / University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science. p. 10-80.
7. Cárdenas L, J. 1999. Avances en el manejo integrado de la broca de los frutos del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en Colombia. *In* Protección sanitaria del culivo del cafeto, informe 1998. Colombia, ICA / FEDERACAFÉ. 48 p.
8. Castro, M. 1982. Diferentes épocas de aplicación de fórmula completa y fuente adicional de nitrógeno en la zona oriental del país. Guatemala, ANACAFÉ. 7 p.
9. Muñoz, R. 1988. Infestación de broca en frutos provenientes de las diferentes floraciones ocurridas en los cultivares Caturra y Catimor. *In* Taller Internacional sobre la Broca del Fruto del Cafeto (*Hypothenemus hampei*, Ferr). Guatemala, IICA / PROMECAFE. 127 p.

10. Ochoa, H; Campos, O; Vidal, B; Decazy, B. 1989. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en función de diferentes porcentajes de infestación. In ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). Memoria técnica de las investigaciones en café 1986/89. Guatemala, ANACAFE. 186 p.
11. Ortiz, O. 1983. Manual de suelos y fertilización del café. Guatemala, ANACAFE, Boletín no. 12, 89 p.
12. Penados, RR; Ochoa, H; López, E. 1983. La consistencia del grano del café y su importancia en el control de (*Hypothenemus hampei* Ferr.). In Simposio Latinoamericano de Caficulura (4, 1983, GT). Memorias. Guatemala, IICA. p. 262.
13. Penados, RR; Ochoa, MH. 1978. Determinación de porcentajes de infestación por broca *Hypothenemus hampei* Ferrari, en los diferentes estratos y bandolas del cafeto. ANACAFE Revista Cafetalera No.1:20-98, 181.
14. Pierre, DB. 2008. Manejo integrado de la broca del café diseñado con tres componentes. Santa Tecla, El Salvador, CIRAD / PROMECAFE / PROCAFE. 201 p. (Folleto Divulgativo no. 2).
15. Quezada, JR; Urbina, NE. 1987. La broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* y su control. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 98 p. (Informe Técnico CATIE no. 110).
16. Staver, C. 2004. MIP en manos de familias rurales. Managua, Nicaragua, IICA. 70 p. (Serie Técnica, Informe Técnico CATIE no. 334).
17. Wood, SL. 1982. The bark and ambrosial beetles of north and Central America (Coleoptera: Scolytidae) a taxonomic monograph. Great Basinnat. Mem. No. 6, 1359 p.

2.9. ANEXOS

Las figuras mostradas a continuación nos muestran un modelo de bitácora de toma de datos de campo, y la siguiente el modelo de distribución de puntos de muestreo dentro del lote de la finca, respectivamente.

FINCA MODELO SANTO TOMAS LA UNION, SUCHITEPEQUEZ						
900 m.s.n.m.						
Sección: Marillos		Extensión: Coas: _____		Mz: 20.63		
Fecha: 01/06/04		Boleta No. 1 / 4				
Responsable: Carlos Lacón						
	Frutos brocados por planta					Total [%] infest.
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	
1	0	0	1	2	0	3
2	2	0	0	4	0	6
3	0	0	0	0	1	1
4	1	0	0	0	3	4
5	0	0	2	0	0	2
6	2	1	0	0	2	5
7	0	0	0	1	2	3
8	0	0	0	1	1	2
9	1	0	0	2	0	3
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1	1
12	1	1	2	0	3	7
13	0	0	1	1	0	2
14	5	3	2	0	0	10
15	0	0	0	1	1	2
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	1	1	0	2
18	0	0	3	2	0	5
19	2	1	0	0	1	4
20	1	0	0	0	2	3
Total						65
% infestación						3,25

Figura 4A. Modelo de bitácora de toma de datos, para determinar el porcentaje de infestación



Figura 5A. Modelo de distribución espacial de sitios de muestreo en una sección o lote de un cafetal en la finca Esmeralda El Jocotillo, Villa Canales.

El siguiente cuadro mostrado a continuación nos indica el resultado de infestación de broca tomado antes de realizar la evaluación de los tratamientos.

Cuadro 19A. El siguiente cuadro muestra el resultado de infestación de broca del café previo al momento de realizar el experimento, utilizando la metodología implementada por ANACAFÉ.

	MSNM: 1101		SECCION: LA ESMERALDA			
	AREA: 4 MANZANAS		FECHA: OCTUBRE 2014			
	No. DE FRUTOS BROCADOS POR PLANTA					
SITIOS	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	TOTAL % INFESTACION
1	0	2	2	1	0	5
2	2	1	1	0	0	4
3	0	3	2	2	1	8
4	3	0	2	5	1	11
5	1	0	1	0	0	2
6	1	3	2	1	0	7
7	0	3	0	1	1	5
8	1	0	0	2	0	3
9	0	0	1	0	1	2
10				0		4
11	1	0	6	0	2	9
12	0	1	0	0	1	2
TOTAL		0				62
%INFESTACIÓN						5.16

Fuente: Elaboración propia, 2014.

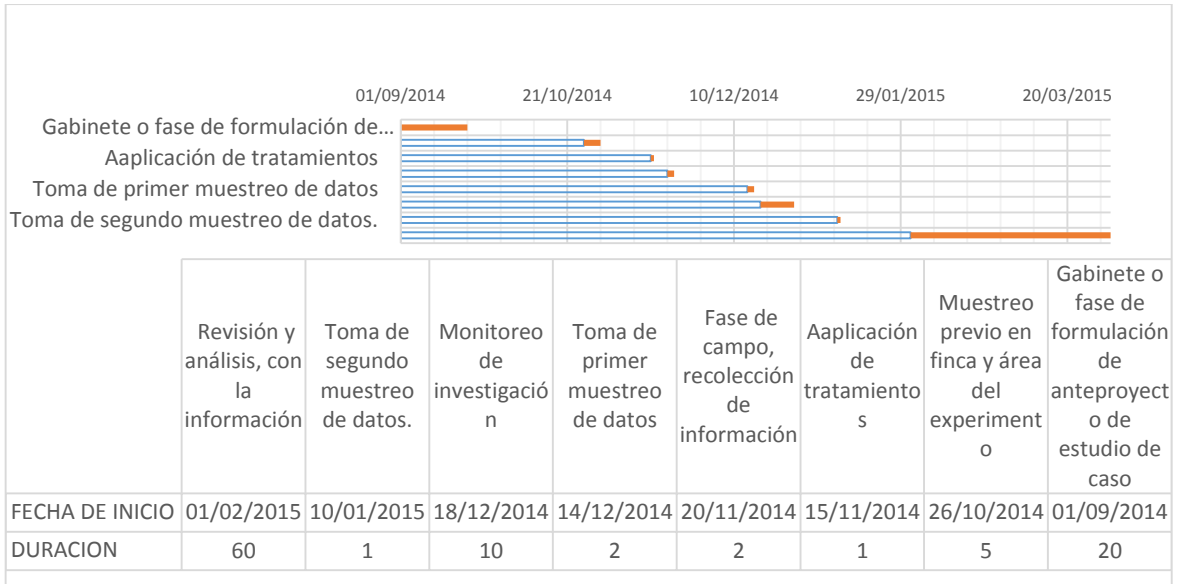


Figura 6A. Cronograma de actividades utilizado para la realización de la investigación.

Las siguientes gráficas muestran el porcentaje de infestación de los dos muestreos durante el periodo de evaluación de los tratamientos en 9 semanas

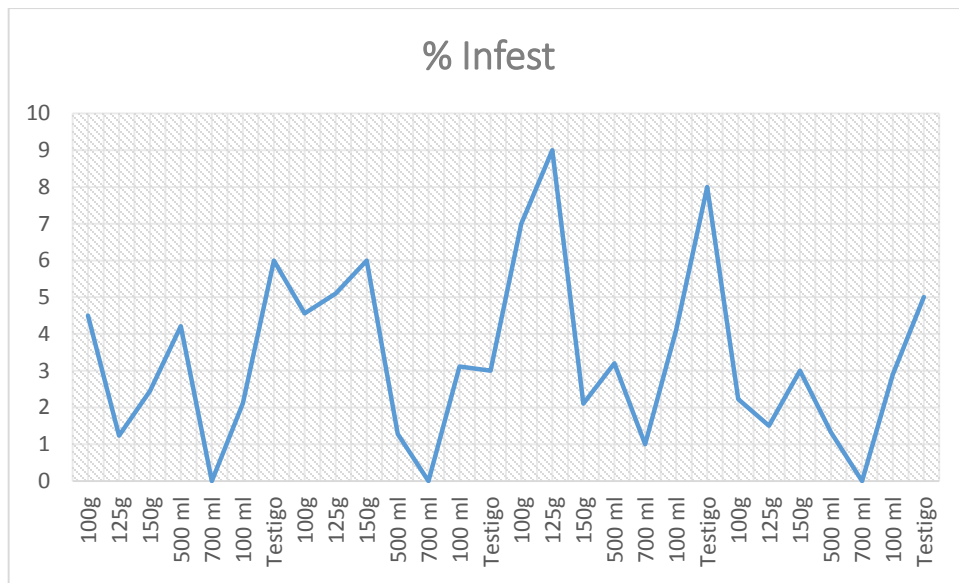


Figura 7A. Porcentaje de infestación comparados entre los tratamientos químicos y biológicos en el primer muestreo para control de broca del café (*Hypothenemus. hampei*. Ferrari)

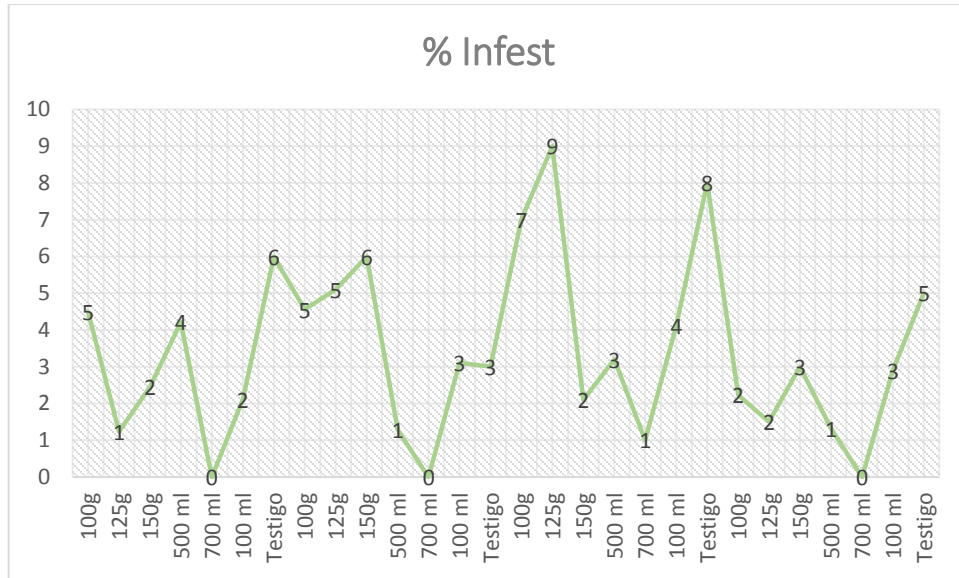


Figura 8A. Porcentaje de infestación comparados entre los tratamientos químicos y biológicos en el segundo muestreo para control de broca del café (*Hypothenemus. hampei* Ferrari.).

Los cuadros que se muestran a continuación, nos indican los datos de frutos brocados tomados en campo para determinar el porcentaje de infestación en los tratamientos evaluados en la finca Esmeralda

Cuadro. 20A. Datos de campo tomados para los tratamientos del muestreo 1 de los tratamientos aplicados, en la finca Esmeralda el Jocotillo, Villa canales durante el ciclo de cultivo de septiembre 2014 a febrero 2015 para el control de broca del café.

SITIOS	No. DE FRUTOS BROCADOS POR PLANTA					TOTAL % INFESTACION
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	
T1r1	1	0	0	0	1	2
T1R2	1	2	0	1	3	7
T1R3	0	0	1	3	0	4
T1R4	0	3	0	2	4	9
T2R1	1	0	0	2	0	3
T2R2	0	1	1	0	0	2
T2R3	0	1	1	2	0	4
T2R4	0	0	1	0	1	2
T3R1	0	0	0	0	0	0
T3R2	2	0	0	1	0	3
T3R3	0	0	1	0	0	1
T3R4	0	0	0	0	0	0
T4R1	0	0	0	0	1	1
T4R2	0	1	0	1	0	2
T4R3	0	0	0	0	1	1
T4R4	0	0	1	0	0	1
T5R1	0	1	0	2	0	3
T5R2	0	0	0	0	0	0
T5R3	0	0	0	0	0	0
T5R4	0	2	0	0	0	2
T6R1	1	0	0	1	1	3
T6R2	0	0	1	1	3	5
T6R3	0	0	1	1	0	2
T6R4	0	0	1	1	0	2
T7R1	0	0	2	1	1	4
T7R2	1	3	1	1	0	6
T7R3	0	2	0	1	0	3
T7R4	0	2	1	2	4	9

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Cuadro. 21A. Datos de campo tomados para los tratamientos del muestreo 2 de los tratamientos aplicados, en la finca Esmeralda el Jocotillo, Villa canales durante el ciclo de cultivo de septiembre 2014 a febrero 2015 para el control de broca del café.

SITIOS	No. DE FRUTOS BROCADOS POR PLANTA					TOTAL INFESTACION	%
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5		
T1r1	0	0	3	1	1	5	
T1R2	2	1	2	0	0	5	
T1R3	2	1	0	3	1	7	
T1R4	0	1	1	0	0	2	
T2R1	0	0	1	0	0	1	
T2R2	0	0	1	1	3	5	
T2R3	4	1	3	0	1	9	
T2R4	0	1	0	0	0	1	
T3R1	0	0	0	2	0	2	
T3R2	0	2	2	1	1	6	
0		1	1	0	0	2	
T3R4	0	0	1	0	2	3	
T5R1	1	0	0	3	0	4	
T5R2	0	1	0	0	0	1	
T5R3	0	0	1	2	0	3	
T5R4	0	1	0	0	0	1	
T6R1	0	0	0	0	0	0	
T6R2	0	0	0		0	0	
T6R3	0	0	1	0	0	1	
T6R4	0	0	0	0	0	0	
T7R1	0	0	1	0	1	2	
T7R2	0	1	0	2	0	3	
T7R3	1	1	2	0	0	4	
T7R4	1	0	0	1	1	3	
T4R1	0	0	3	1	2	6	
T4R2	1	0	1	1	0	3	
T4R3	1	1	2	4	0	8	
T4R4	0	1	1	3	0	5	

Fuente: Elaboración propia, 2014.



3.1. PRESENTACIÓN

El presente trabajo se realizó en las fincas asociadas a cooperativas de café, ubicadas en el municipio de Villa Canales, aldea El Jocotillo, Guatemala. Este trabajo tuvo como objetivo principal desarrollar una serie de servicios que proporcionaron apoyo a las fincas y de igual manera contribuyeran con la solución de algunos problemas.

La fincas cuenta con varias unidades productivas, generando en cada una de ellas actividades administrativas y principalmente agrícolas, en el mes de septiembre del año 2014 se realizó un diagnóstico en las principales de sus áreas productivas de cada finca principalmente en el cultivo de Café, donde se pudo detectar una serie de problemas que afectan el desarrollo productivo de manera eficaz, repercutiendo de forma económica.

En este trabajo se presentan tres servicios: El reordenamiento de las áreas de Café, diagnóstico de las prácticas de manejo empleadas la aplicación de productos fitosanitarios para café, y capacitación sobre el manejo adecuado de equipos, calibración y metodología de mezclas de plaguicidas y su aplicación.

3.2. SERVICIO UNO: REORDENAMIENTO DE LAS ÁREAS PRODUCTIVAS DE CAFÉ, EN LA FINCA LA ESMERALDA ASOCIADA A LA COOPERATIVA INTEGRAL AGRICOLA DE PRODUCTORES DE ALDEA EL JOCOTILLO VILLA CANALES GUATEMALA.

3.2.1. OBJETIVOS

1. Realizar una rectificación de mapas.
2. Realizar nuevos mapas de división para la rectificación de áreas productivas de café en la finca y así poder determinar las correctas horas de trabajo de los aplicadores de agroquímicos y las dosis correctas por hectárea.

3.2.2. METODOLOGÍA

A. Reconocimiento de parcelas en campo

Se realizó un caminamiento de las áreas de café de toda la finca, corroborando la congruencia de las parcelas con los mapas, e identificando en los mapas las parcelas, sus nombres y el área en hectáreas o tareas de cada una.

B. Obtención del porcentaje de error

Con la cantidad de hectáreas, tareas y cuerdas que tiene reportado cada juego de mapas en las diferentes parcelas, se procedió a obtener el porcentaje de error, tomando como

base la cantidad de cuerdas reportadas en los mapas anteriores, tomando como dato importante que la diferencia de las áreas no debe exceder el 8%, el porcentaje de error se anotó en el mapa, marcando cada una de las 12 áreas en este. Las áreas no podía exceder del 8%, el porcentaje de error fue escrito en el mapa, marcando cada una de las áreas del mismo.

3.2.3. RESULTADOS

- A. Se logró comparar los dos juegos de mapas en campo, observando así las características físicas de las parcelas.
- B. Se obtuvo el porcentaje de error de todas las parcelas de café con que cuenta la finca, estableciendo cuales eran las parcelas que necesitaban ser sometidas nuevamente a medición. (Ver anexos).

3.2.4. EVALUACIÓN

La finca cuenta con un juego de mapas actualizados, con un 100 % de parcelas de café (ver anexos) que tienen medidas ajustadas a la realidad, con límites físicos bien establecidos, donde los administradores de las fincas se pueden basar para realizar trabajos en el cafetal de la manera correcta.

3.3. SERVICIO DOS: DIAGNOSTICO DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO EMPLEADAS PARA LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*).

3.3.1. OBJETIVO

Determinar la metodología de control del hongo *Hemileia vastatrix* en el cultivo de café adulto y almácigos.

3.3.2. METODOLOGÍA

A. Diagnóstico Fitosanitario

Se realizó el diagnóstico fitosanitario en las fincas de café ubicadas estratégicamente en las zonas del sur oriente del país, para determinar la existencia de algún patógeno como agente causal del daño al almácigo y plantaciones adultas, el cual se realizó de la siguiente manera:

B. Muestreo

Para las plantaciones adultas se llevó a cabo, tomando 10 plantas aleatoriamente por cada 7000 m, a cada planta se le extrajo 10 hojas, siendo 4 de la parte baja, 4 de la parte media y 2 de la parte alta, posteriormente se llevó un conteo estas hojas, separándolas en hojas sanas y hojas infectadas, siendo las hojas infectadas el porcentaje de infestación el cual fue de 41%, posteriormente los muestreos se realizaban cada 15 días durante 60 días. El muestreo de almácigos se ejecutó aleatoriamente en los seis almácigos de café, muestreando un mínimo de hojas por cada almácigo. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas, luego trasladadas al laboratorio de fitopatología de la FAUSAC, para corroborar la existencia del hongo.

C. Revisión del plan de manejo del almácigo y de cultivo adulto

Se revisó y con el caporal de cada finca el plan de manejo que se le venía dando al cultivo adulto y al almácigo para determinar si existía problema en el manejo actual, encontrando problemas en la selección del injerto, mala aplicación de plaguicidas, fertilización inadecuada, sombra, y el riego del almácigo.

D. Verificación de las dosificaciones de agroquímicos

El caporal de cada finca, trabaja con una calendarización de las aplicaciones de agroquímicos aplicadas, la misma persona lleva el manejo de bodega y de todos los pedidos de agroquímicos que se han usado y que se van a utilizar tanto en las plantaciones adultas como en almácigos. Con estos datos se corrobora que los pedidos son deficientes ya que por no tener delimitadas las áreas y no aplicar la dosis correcta de control, sino la dosis que se cree empíricamente, se llevan a cabo pérdidas económicas

3.3.3. RESULTADOS

El diagnóstico fitosanitario realizado en el laboratorio de fitopatología de la FAUSAC, mostró evidencia de algún agente fitopatógeno siendo este *Hemileia vastatrix* conocido como roya del café, por lo que el problema de producción radica en la falta y la mala metodología de control de porcentaje de infestación (Ver cuadro 22) de esta enfermedad en el cultivo, así mismo, dentro de las prácticas de manejo, las dosificaciones de agroquímicos presentaron problemas, porque se verificó la coincidencia de los datos tanto del programa como de los pedidos, teniendo como resultado el exceso y la falta de producto en algunos casos. (Ver figura 9A).

3.3.4. EVALUACIÓN

A finales de enero y febrero 2015 la finca logró sembrar dos hectáreas con plantas recuperadas del almácigo de café, así mismo llevando un correcto control con las dosificaciones químicas controlaron la roya del café (*H. vastatrix*).

Factores de estudio: control de hongos en % de infestación con diferentes dosis de fungicidas comerciales aplicados al follaje con coadyuvantes.

El siguiente cuadro a continuación muestra los tratamientos realizados según el porcentaje de infestación de roya del café (*H. vastatrix*), y el control realizado en fincas varias de aldea el Jocotillo, Villa Canales. Guatemala.

Cuadro 22. Control de hongos con tratamientos químicos en dosis por hectárea.

No.	Tratamiento	Dosis por Ha	%infestación
T1	Cobre	4 libras	36%
T2	Azoxytrobin+ciproconazole	350cc	24%
T3	Azoxystrobin+ Tebuconazole	250cc	19 %
T4	<i>Testigo</i>	-	56%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

VARIABLES A EVALUADAS

Porcentaje de infestación de roya mayor al umbral económico de 20%. Siendo la de mejor resultado el tratamiento 3, esto se debe a que el agroquímico utilizado posee un doble ingrediente activo, en época de verano principalmente puede dar hasta sesenta días de control por debajo del umbral recomendado (< 20% infestación). Esta prueba se llevó a

cabo del mes de julio a agosto de 2014, las lluvias en ese periodo fueron intermitentes y escasas.

3.4. SERVICIO NO. 3: CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO ADECUADO DE EQUIPOS, CALIBRACIÓN Y METODOLOGÍA DE MEZCLAS DE PLAGUICIDAS Y FUNGICIDAS AGRICOLAS.

3.4.1. OBJETIVOS

1. Conocer la importancia de la calibración de equipo de aplicación y equipo de protección.
2. Conocer la correcta forma de aplicación en dosis y mezcla de los fungicidas.

3.4.2. METODOLOGÍA

Pláticas de capacitación bimestrales

Se llevaron a cabo una serie de pláticas con los propietarios de fincas y sus caporales asociados a la cooperativa, esta platica era realizada con un intervalos de dos meses, cuya finalidad fue enseñar el uso correcto del equipo de protección para la aplicación de plaguicidas, en las cuales se dio a conocer a los trabajadores el riesgo de aplicar productos químicos sin el equipo adecuado, así como también las normas a seguir en la preparación de soluciones y la manipulación correcta de los empaques y envases después de ser utilizados.

Esta actividad se realizó de la siguiente manera:

1. Se explicó de forma Figura la información de las etiquetas de los productos fitosanitarios principalmente, el significado de los colores en la base de los envases y las precauciones que se deben tomar al realizar el manejo y aplicación, también se explicaba reiteradamente el orden de mezcla debido a que a pesar de ser capacitados anteriormente esto se descuidaba.
2. Se mostró por medio de Figuras las partes más vulnerables del cuerpo para la absorción de productos químicos, cuidados higiénicos luego de la aplicación de plaguicidas, etc.
3. Se elaboró una guía de uso correcto y equipo de protección necesario para la aplicación de plaguicidas, así como también los síntomas más comunes manifestados por intoxicaciones.

3.4.3. RESULTADOS

En el área de almácigos de café se realizaron pláticas, con la finalidad de mostrar los riesgos de aplicar productos químicos sin protección, analizando el color correspondiente a la toxicidad de los productos y la información de la etiqueta en la que se especifica la manera adecuada de aplicar el producto, las recomendaciones de su uso y el antídoto del plaguicida.

En la preparación de los productos para asperjar, la elaboración de pre mezclas fue un punto importante para demostrar a los trabajadores la importancia que tienen estas para el buen funcionamiento del equipo de aplicación, al realizar pre mezclas los productos estos se aplican eficientemente, evitando con esto el daño del equipo, así mismo el orden de la

aplicación de los coadyuvantes organosiliconado, que son productores de cantidades de espuma inhibiendo el ingrediente activo o desperdiciándolo, se indicó que este se aplica de ultimo en las mezclas ya que no es corrector de PH, así mismo la importancia de uso de agua limpia, es importante tomar en cuenta este factor porque el agua al contener partículas de suelo se puede producir una ineficiencia del ingrediente activo a utilizar.

3.4.4. EVALUACIÓN

Luego de llevar a cabo las actividades de capacitación, los trabajadores demostraron importancia para con esta importante actividad y del uso de protección adecuado solicitándole a la finca que se compre el equipo necesario de protección adecuado.

3.4.5. ANEXOS



Figura 9A. *Daño a plantas adultas por hongo Hemilea vastatix*

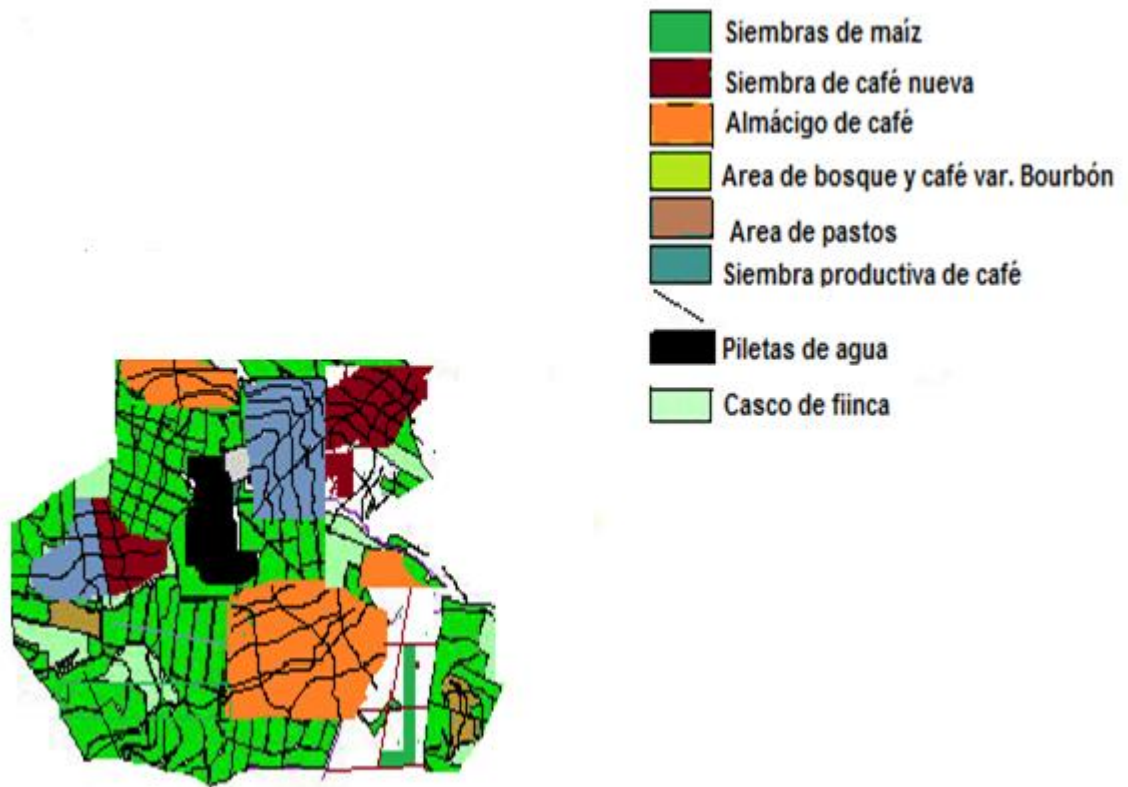


Figura 10A. Finca La Esmeralda mapa corregido de las áreas de producción.

Finca Esmeralda, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Villa Canales kilómetro 37, aldea El Jocotillo, del departamento de Guatemala, con una elevación de 1013 msnm y en las siguientes coordenadas: Latitud Norte $14^{\circ} 19' 45.66''$ y longitud Oeste $90^{\circ} 30' 49.77''$. Dista 37 Km. de la cabecera departamental. La finca Esmeralda cuenta con una extensión territorial aproximadamente de 1 caballería, teniendo como límites:

Al Norte: Finca Malta
 Al Sur: Caserío San Rafael
 Al Este: Aldea el Jocotillo (Poblado)
 Al Oeste: Finca San Jacinto

Escala original: 1: 10.0000

